

R.F.A. Wierstra

NATUURKUNDE- ONDERWIJS TUSSEN LEEFWERELD EN VAKSTRUCTUUR



CD-B WETENSCHAPPELIJKE BIBLIOTHEEK

onder redactie van:

Dr. P.L. Lijnse

Prof.dr. A. Treffers

Dr. W. de Vos

Dr. A.J. Waarlo

1. Didactiek in perspectief
2. Radiation and Risk in Physics Education
H.M.C. Eijkelhof
3. Natuurkunde-onderwijs tussen leefwereld en vakstructuur
R.F.A. Wierstra

Centrum voor Didactiek van Wiskunde en Natuurwetenschappen
Rijksuniversiteit te Utrecht
Postbus 80.008
3508 TA Utrecht

NATUURKUNDE-ONDERWIJS TUSSEN LEEFWERELD EN VAKSTRUCTUUR

Voor mijn ouders en Rikie

Ter nagedachtenis aan mijn schoonvader

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Wierstra, Ronny Frans August

Natuurkunde-onderwijs tussen leefwereld en vakstructuur :
een evaluatie-onderzoek aan de MAVO- en HAVO-curricula
van het Project Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde
(PLON) / Ronny Frans August Wierstra. - Utrecht : CDBP
Proefschrift Utrecht. - Met lit. opg. - Met samenvatting
in het Engels.

ISBN 90-73346-03-7

SISO 456.4 UDC 372.853.02(043.3)

Trefw.: natuurkunde ; didactiek.

Omslag: A. Lurvink, OMI-RUU

Layout: Yvonne Sweers

Druk: Drukkerij Elinkwijk B.V., Utrecht

Copyright: R.F.A. Wierstra, Utrecht 1990

ISBN 90-73346-03-7

NATUURKUNDE-ONDERWIJS TUSSEN LEEFWERELD EN VAKSTRUCTUUR

- een evaluatie-onderzoek aan de MAVO- en HAVO-curricula van het
Project Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde (PLON) -

TEACHING PHYSICS BETWEEN THE DAILY LIFE WORLD OF PUPILS AND THE WORLD OF THEORETICAL CONCEPTS

- an evaluative investigation into the MAVO- and HAVO-curricula of
PLON, a physics curriculum development project in the Netherlands -
(with a summary in English)

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD VAN DOCTOR AAN
DE RIJKSUNIVERSITEIT TE UTRECHT, OP GEZAG VAN
DE RECTOR MAGNIFICUS PROF.DR. J.A. VAN GINKEL
INGEVOLGE HET BESLUIT VAN HET COLLEGE VAN DECANEN
IN HET OPENBAAR TE VERDEDIGEN
OP MAANDAG 11 JUNI 1990
DES NAMIDDAGS TE 2.30 UUR

DOOR

RONNY FRANS AUGUST WIERSTRA

GEBOREN OP 9 MEI 1942 TE BANDOENG

Uitgeverij CDB PRESS - Utrecht

PROMOTOREN: PROF.DR. H.P. HOOYMAYERS
FACULTEIT NATUUR- EN STERRENKUNDE
RIJKSUNIVERSITEIT TE UTRECHT

PROF.DR. N.A.J. LAGERWEIJ
FACULTEIT SOCIALE WETENSCHAPPEN
RIJKSUNIVERSITEIT TE UTRECHT

CO-PROMOTOR: DR. TH. WUBBELS
FACULTEIT NATUUR- EN STERRENKUNDE
RIJKSUNIVERSITEIT TE UTRECHT

Een aantal onderzoeken uit dit proefschrift zijn gesubsidieerd door het Instituut voor het Onderzoek van het Onderwijs (svo) in het kader van de projecten 6006 en 7132.

INHOUD

Woord vooraf

1. ACHTERGROND EN PROBLEEMSTELLING

1.1	Inleiding	1
1.2	Ontstaan en ontwikkeling van het PLON	1
1.3	Visies op vernieuwing van het natuurkunde-onderwijs	3
1.4	Leefwereld- en participatiegericht natuurkunde-onderwijs	7
1.5	De structuur van een PLON-thema	12
1.6	Leefwereldgerichtheid en de WRR-nota "Basisvorming in het onderwijs"	13
1.7	De globale probleemstelling	15
1.8	De opbouw van deze studie	15

2. DE EVALUATIE-OPVATTING IN HET PLON

2.1	Evaluatie-onderzoek als taakgebied in het PLON	17
2.2	Aspecten van evaluatie-onderzoek	19
2.3	Formatief en summatief evaluatie-onderzoek	22
2.4	Prioritering van evaluatievragen	22
2.5	Methodologische kanttekeningen bij evaluatie-onderzoek in het PLON	23
2.6	Enkele consequenties van de PLON-evaluatiestrategie voor het onderhavige onderzoek	26

3. THEORETISCH KADER EN UITWERKING VAN DE GLOBALE PROBLEEMSTELLING

3.1	Inleiding	29
3.2	Affectiemetingen in onderzoek naar effecten van onderwijs	29
3.3	De plaats van het begrip "betekenisvolheid" in leertheorieën	32
3.4	De theoretische reconstructie van de probleemstelling	34
1	Een procesmodel van de centrale onderzoeksvariabelen	34
2	Theoretische verwachtingen ten aanzien van de cognitieve opbrengsten van het PLON-curriculum	38
3.5	De specifieke onderzoeksvragen	43

4.	HET ONDERZOEKSPLAN	
4.1	Inleiding	45
4.2	Het gebruik van controlegroepen	45
4.3	Operationalisatie van de leefwereld- en participatiegerichtheid van het onderwijs	46
4.4	Operationalisatie van de ervaren betekenisvolheid	48
4.5	De analysemethode bij het onderzoeken van verbanden tussen leeromgevingspercepties van leerlingen en affectieve opbrengsten	53
4.6	Statistische strategie voor het vaststellen van effecten van het PLON-curriculum	54
4.7	Overzicht van de deelonderzoeken	55
5.	LEEROMGEVING, AFFECTIEVE OPBRENGST EN NATUURKUNDEKENNIS VAN MAVO- EN HAVO/VWO-ONDERBOUW LEERLINGEN	
5.1	Inleiding	59
5.2	Het verkennend onderzoek "PLON-vernieuwingskenmerken op het spoor"	60
5.3	De opzet van het onderzoek aangaande de eerste fase-cursus	62
5.4	Deelonderzoek I: Affectieve opbrengsten en natuurkunde-kennis	63
1	Algemene opzet	63
2	De onderzoeksinstrumenten	64
3	Vverbanden tussen affectieve en cognitieve variabelen	68
4	Resultaten met betrekking tot de onderzoeksvragen	69
5	Samenvatting belangrijkste conclusies uit deelonderzoek I	73
5.5	Deelonderzoek II: Participatiegerichtheid van de leeromgeving	74
5.6	Deelonderzoek III: Participatiegerichtheid en affectieve opbrengsten	77
1	Algemene opzet	77
2	De onderzoeksinstrumenten	78
3	Vverbanden tussen affectieve en cognitieve variabelen	82
4	Resultaten met betrekking tot de onderzoeksvragen	82
5	Samenvatting belangrijkste conclusies deelonderzoek III	84
5.7	Deelonderzoek IV: Onderwijsopvattingen van leraren, leeromgeving en leerlingopbrengsten	86
1	Algemene opzet	86
2	De Natuurkunde Attitude Lijst NAL-3	88
3	De natuurkundetoets	89
4	De vragenlijst over onderwijsopvattingen van leraren	89
5	De leeromgevingsschalen voor leefwereld- en participatiegerichtheid	91
6	Resultaten met betrekking tot de onderzoeksvragen	93
7	Samenvatting belangrijkste conclusies deelonderzoek IV	96
5.8	Samenvatting en belangrijkste conclusies van hoofdstuk 5	97

6.	TRANSFER NAAR NIEUWE CONTEXTEN BIJ MAVO-LEERLINGEN	
6.1	Inleiding	101
6.2	Onderzoeksopzet	101
1	Inleiding	101
2	Standaard- en transferitems	102
3	Psychometrische criteria voor de correspondentie tussen standaard- en transferitems	103
4	Operationalisatie van de transfervaardigheid	105
5	Analyses ten behoeve van de onderzoeksvragen	106
6.3	Resultaten	107
7.	ONDERZOEK NAAR MECHANICA IN DE 4^e KLAS HAVO	
7.1	Probleemstelling	111
7.2	Opzet	111
1	De steekproef	111
2	Overzicht van de kernvariabelen en de meetinstrumenten	113
3	Organisatie van de instrumentafname	114
7.3	Instrumentconstructie en instrumentele gegevens	115
1	Inleiding	115
2	De vragenlijst voor de leefwereld- en participatiegerichtheid van de lessen	115
3	De vragenlijst voor de attitude t.o.v. leefwereld- en participatiegericht onderwijs	121
4	De vragenlijsten voor de affectieve beleving	123
5	Het leerverslag	124
6	De tekstconstructietest	127
7	De meerkeuzetoets	129
7.4	Resultaten met betrekking tot de onderzoeksvragen	130
1	Onderzoeksvraag 1	130
2	Onderzoeksvraag 2	131
3	Onderzoeksvraag 3	133
4	Onderzoeksvraag 4	136
7.5	Samenvatting en conclusies	139
8.	CONCLUSIE EN PERSPECTIEF	
8.1	Inleiding	141
8.2	Operationalisatie van kernvariabelen	144
8.3	Samenvatting en commentaar met betrekking tot de onderzoeksresultaten	145
8.4	Perspectief voor de onderwijspraktijk en vervolgonderzoek	150
8.5	Besluit	154

Literatuur	155
Bijlagen	169
Samenvatting	233
Summary	236
Curriculum Vitae	239

WOORD VOORAF

Bij het hier beschreven onderzoek dat zich over een lange periode uitstrekt zijn veel personen betrokken geweest.

Graag wil ik hierbij mijn dank betuigen aan allen die op een of andere manier aan het tot stand komen van dit proefschrift hebben bijgedragen. Soms gebeurde dit op een indirecte wijze en zelfs jaren geleden, lang voordat de gedachte aan een proefschrift opkwam. Ik denk hierbij aan alle collega's, stuurgroepleden, leraren en leerlingen met wie ik in de periode 1972 - 1986 in het kader van het PLON-project heb samengewerkt. Ik ben er trots op dat ik heb mogen meewerken aan dit project waarin zo veel pionierswerk verricht is en dat inmiddels tot in China bekend is.

Binnen het onderzoekscluster van het project ben ik dank verschuldigd aan de verschillende onderzoeksmedewerkers van het PLON en de vakgroep Natuurkunde-didactiek die achtereenvolgens op het toneel verschenen. Voor het onderzoek dat in dit proefschrift beschreven wordt wil ik met name noemen (in volgorde van opkomst) Hans van Aalst, Bas de la Parra, Hetty Boelhouwer, Hans Kuhlemeier, Ton Jörg, Mirjam de Klerk, Mieke Brekelmans, Corrie Jacobs, Ineke Verheul en Remco van den Dool.

Verder gaat mijn dank uit naar het CITO dat als partner in het evaluatie-onderzoek driftig met ons mee pionierde en iedere keer opnieuw het samenwerkingsverband verlengde, daarbij soms de hand lichtend met haar eigen besluitvormingsprocedures. Van de CITO - medewerkers bedank ik met name Fred Boessenkool, Cees Hellingman, Ton Heuvelmans, Jan de Kanter, Huub Vonken en hun bezielende voorman Peter Broekman (voor wie deze woorden helaas te laat zijn) voor de samenwerking en de inspanningen die zij zich gedurende jaren getroost hebben. Hun aandeel in het onderzoek blijkt in de hoofdstukken 5 en 6.

De collega's van het DBK- project en met name Ton Ellermeijer dank ik voor de samenwerking bij de eerste affectiemetingen in 1978.

Heel veel dank ben ik natuurlijk verschuldigd aan de leraren en leerlingen die aan de diverse onderzoeken hebben meegewerkt. Dit betreft de leraren uit de controlegroepen en de PLON proefschoolleraars. Deze laatste groep die toch al zo onder druk stond bij het uitproberen van het nieuwe lesmateriaal bedank ik voor de loyale houding ten opzichte van het onderzoek ondanks het bombardement aan vragenlijsten en testen dat zij ondergingen en ondanks de geregelde vertraging in de rapportages.

Zonder de bovengenoemde personen en instanties zou dit onderzoek niet hebben plaats gevonden of er substantieel anders uit hebben gezien. Echter, met het uitvoeren van het onderzoek en het analyseren van de gegevens ligt er nog geen proefschrift. Na de gegevensverzameling en de eerste analyses is er nog veel werk gedaan door de promovendus en evenzeer door de promotoren en copromotor in de vorm van begeleidingsactiviteiten.

Graag wil ik mijn promotoren en copromotor dan ook dank zeggen voor de serieuze en stimulerende manier waarop ze mij bij het schrijven van

mijn proefschrift begeleid hebben. Hoewel er geen aspect aan het proefschrift is dat zij niet tot hun begeleidings- of beoordelingstaak rekenden, meen ik wel verschillen te hebben opgemerkt in de accenten die zij legden. Als ik ieder maar voor één ding zou mogen bedanken zou ik Herman Hooymeyers, mijn promotor vooral willen bedanken voor de wijze waarop hij het theoretische gehalte van het proefschrift bewaakt heeft, Theo Wubbels, mijn copromotor voor zijn aandacht voor het empirische gehalte en Nijs Lagerweij, mijn promotor voor zijn zorg voor het praktische gehalte. Met dat laatste bedoel ik uiteenlopende dingen als helder taalgebruik en aandacht voor de manier waarop de leraar met het lesmateriaal omgaat. Ik ben hen echter op veel meer punten dank verschuldigd, zo ook voor het feit dat zij de promotiedatum beter in de gaten hielden dan ik deed. Ik moet bekennen dat ik de neiging had om zelfs concepten waar zij nauwelijks opmerkingen bij hadden radicaal te herschrijven, mij er op beroepend dat niet zozeer de hoeveelheid als wel de diepte van hun commentaar dat noodzakelijk maakte. Ik ben hen zeer erkentelijk dat ze iedere keer weer bereid waren deze herschreven stukken door te nemen.

Het gemak waarmee ik tot herschrijven overging had alles te maken met de vaardigheid en inzet die Yvonne Sweers aan de tekstverwerker demonstreerde. Ik moet er niet aan denken dat ik geen beroep op haar had kunnen doen. Dat zij bij alle tekstverwerking en layout-werk zo opgewekt bleef, werkte erg stimulerend op mij. Als zij er niet tureluurs van werd dan had ik er al helemaal geen reden toe.

Sheila McNab dank ik voor haar hulp bij de engelse samenvatting.

Tenslotte dank ik mijn vrouw Rikie dat zij mij het gevoel gaf dat ik met iets heel belangrijks bezig was, juist op die momenten dat ik de neiging had bijna alles op de wereld belangrijker te vinden dan het schrijven van een proefschrift.

Na al deze dankwoorden dan nu nog een woord van verontschuldiging aan de andere sexe. Om niet in gekunsteld of omslachtig taalgebruik te vervallen heb ik in de tekst gekozen voor de mannelijke vorm. Steeds waar de termen "hij, hem, zijn of leraar" gebruikt zijn wordt dus ook bedoeld "zij, haar of lerares."

1. ACHTERGROND EN PROBLEEMSTELLING

1.1 INLEIDING

Natuurkunde is voor veel leerlingen in het voortgezet onderwijs een moeilijk en nogal vervelend vak. Sinds 1972 heeft het PLON getracht aan die situatie wat te verbeteren door zich onder andere de taak te stellen lesmateriaal te maken dat leerlingen meer aanspreekt. De naam PLON staat voor "Project Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde", een project dat van 1972-1986 onderdeel was van de vakgroep Natuurkunde-Didactiek aan de Rijksuniversiteit Utrecht. In dit proefschrift wordt gerapporteerd over evaluatie-onderzoek dat gedaan is in de periode 1982-1989 aan het nieuw ontwikkelde lesmateriaal voor MAVO en HAVO. Het gaat hier om een evaluatie van de experimentele versie van het PLON-materiaal.¹

Kort geformuleerd staat de volgende doelstelling van het PLON in het onderzoek centraal: het meer *betekenisvol* maken van natuurkunde-onderwijs voor leerlingen door middel van een curriculum dat gekarakteriseerd kan worden als *leefwereld- en participatiegericht*. In het onderzoek wordt nagegaan in hoeverre deze doelstelling gerealiseerd is en welke gevolgen dit heeft voor de leereffecten. Voordat we in dit hoofdstuk op de genoemde projectdoelstelling ingaan, schetsen we eerst kort het ontstaan en de ontwikkeling van het PLON.

1.2 ONTSTAAN EN ONTWIKKELING VAN HET PLON

De grondslag voor het PLON is gelegd op een conferentie in december 1970 van circa tachtig natuurkundeleraren. Deze conferentie die jaarlijks georganiseerd wordt door de landelijke Werkgroep Natuurkunde-Didactiek was gewijd aan het Amerikaanse curriculumproject Harvard Project Physics. Dit project streefde er naar om de fysica op een boeiende wijze te brengen en wilde daarbij verbanden laten zien met andere wetenschappen en aandacht besteden aan de historische en maatschappelijke aspecten van het vak.

De conferentiegangers waren bijzonder onder de indruk van dit project en er werd besloten om de overheid om subsidie te vragen voor vertaling van de ontwikkelde materialen. Project Physics was echter gericht op de vierde en vijfde klassen van de bovenbouw en dat was een van de redenen waarom de toenmalige Commissie Modernisering Leerplan Natuurkunde (CMLN), die de Minister moest adviseren over de subsidieaanvraag een

1. De commerciële uitgave wordt thans ontwikkeld onder de naam "Natuurkunde in Thema's" wat betreft de leergang voor MAVO en HAVO-VWO-onderbouw en onder de naam "Interactie, fysica in thema's" wat betreft de leergang voor HAVO- en VWO-onderbouw. De methode wordt onder auspiciën van de PLON-vereniging uitgegeven door uitgeverij NIB te Zeist.

negatief advies uitbracht. Daarvoor in de plaats kwam de CMLN met eigen plannen voor een Nederlands ontwikkelingsproject (in plaats van een vertaalproject) dat in de onderbouw zou beginnen en dat materialen voor MAVO, HAVO en VWO zou ontwikkelen.

Uiteindelijk kwam dit project er per 1 augustus 1972, aanvankelijk onder svo-vlag: project 0213 dat ondergebracht werd bij de Vakgroep Natuurkunde-Didactiek aan de Rijksuniversiteit te Utrecht. Er werden drie medewerkers aangesteld, die tot op dat moment natuurkundeleraren waren; de groep werd in september 1972 uitgebreid met een secretaresse en in december met een onderwijspsycholoog, de auteur van dit proefschrift.

Aanvankelijk werd het project gesubsidieerd door de svo voor een vooronderzoek van een jaar; de bedoeling van het vooronderzoek was "gegevens te verkrijgen die nodig zijn om een project uit te voeren waarin een onderwijsleerpakket zal worden ontwikkeld ten behoeve van het natuurkunde-onderwijs voor MAVO, HAVO en VWO en een bijbehorend plan voor een goed begeleide introductie in de scholen". (CMLN, 1971; Hooymayers, 1972)² In deze fase werd onder andere literatuur over curriculumontwikkeling en -onderzoek bestudeerd, werden contacten met deskundigen gelegd en een schets van een volledig project ontworpen. Toen zijn ook de eerste gedachten geformuleerd over drie taakgebieden in het project, die tot aan het eind van het project de aandacht bleven houden van de medewerkers, namelijk (1) curriculumontwikkeling, (2) curriculumonderzoek en -evaluatie, en (3) werk in het praktijkveld (begeleiding proefschoolleraars, resonansconferenties en dergelijke) (PLON interimrapport, 1973). Later is daar een expliciet vierde taakgebied bijgekomen, te weten beleidsbeïnvloeding (onder andere om verworvenheden van het PLON ook in de examens tot uiting te laten komen).

In 1973 werd een plan voor een project van 10 jaar (1972-1982) aan de svo aangeboden, met een subsidieaanvraag voor het eerste jaar. De vertegenwoordiger van de Minister bij de svo sprak echter een veto uit over de subsidietoekenning, omdat leerplanontwikkeling (ook als er onderzoek aan verbonden was) niet bij de svo hoorde. Het project moest bijna een jaar op uitsluitel wachten maar werd toen ondergebracht bij de Commissie Onderwijskundige Experimenten (COE) waar het per jaar subsidie aanvraag en kreeg³. In grote lijnen werd gewerkt volgens het opge-

2. In plaats van de term onderwijsleerpakket hanteren we in dit proefschrift meestal de term "curriculum". De laatste term heeft in de literatuur echter meerdere betekenissen, waarvan "onderwijsleerpakket" er één is.

3. Het is een goede ontwikkeling dat later (aan het eind van het project) weer een relatie ontstaat tussen het PLON en de svo. Eerst werd aanvullende subsidie door de svo aan het PLON verstrekt om te rapporteren over methoden van ontwikkeling en onderzoek in het project (Project 0487; eindverslag Wierstra, 1986a). Later werden vier projecten gesubsidieerd die aan de Utrechtse Vakgroep Natuurkunde-Didactiek onderzoek doen aan onder andere de PLON-curricula; dit proefschrift bouwt voort op twee van die projecten (SVO projecten 6006 en 7132).

stelde plan, zij het met een jaar achterstand op het voorgestelde tijdschema. Het plan ging uit van een stapsgewijze ontwikkeling van onderbouwthema's naar bovenbouwthema's en van MAVO naar HAVO, respectievelijk VWO. Vanwege deze progressieve uitbreiding van projectwerkzaamheden vond er een geleidelijke groei plaats van het aantal medewerkers. In 1976 bedroeg dat negen medewerkers (zes wetenschappelijke en drie administratief en technisch ondersteunende medewerkers). In 1985 was dit aantal gegroeid tot 15 medewerkers.

Ook het aantal contacten met veld-, beleids-, verzorgings- en onderzoeksinstanties nam toe. In november 1974 werd voor het evaluatieonderzoek en voor het maken van toetsen (voor het gebruik door de proefschoolleraren) een samenwerkingsverband met het CITO opgericht. Over de onderzoekstaak van het project komen we uitvoeriger te spreken in een apart hoofdstuk (hoofdstuk 2). In het resterende deel van dit inleidende hoofdstuk bespreken we een aantal doelen en karakteristieken van de PLON-curricula die nauw samenhangen met de probleemstelling van dit proefschrift.

1.3 VISIES OP VERNIEUWING VAN HET NATUURKUNDE-ONDERWIJS

Toen het PLON zijn werk begon, stuitte het op de moeilijkheid dat er nergens in Nederland ervaring was met leerplanontwikkeling op grote schaal en dat er geen duidelijke visie was op de richting waarin het natuurkunde-onderwijs zich moest vernieuwen. Er was in eerste instantie alleen het vrij vage idee dat er hier zoiets als Project Physics zou moeten komen, een project dat tot doel had de natuurkunde interessanter en menselijker te maken voor leerlingen. Het was duidelijk dat de aantrekkingskracht van "zoiets als Project Physics" stoelde op een gevoelde onvrede bij natuurkundeleraren over het functioneren van hun vak op de scholen. Veel leraren hadden het gevoel dat de leerstof en de lesvormen te weinig uitdagend waren voor leerlingen en dat de leerstof voor hen te weinig herkenbaar was. Er ontbrak echter een diepere analyse van die gevoelens en van mogelijke oplossingen. Een eerste mogelijkheid om deze te peilen diende zich aan op de Woudschotenconferentie van december 1972. Tijdens de conferentie boog men zich over veranderingen die nodig geacht werden in het natuurkunde-onderwijs. Wat onder andere naar voren kwam (zie Werkgroep Natuurkunde-Didactiek, 1973 en Hooymayers, 1986) was het grote belang dat men hechtte aan het intrinsiek motiveren van leerlingen en het aansluiten bij de interesses en de belevingswereld van leerlingen: korter gezegd: men was geïnteresseerd in de vraag hoe men natuurkunde(-onderwijs) meer *betekenisvol* kon maken voor leerlingen. Men zocht de veranderingen zowel in de inhoud als de werkvormen die in het natuurkunde-onderwijs werden toegepast. Dit uitte zich onder andere in de uitspraken die in schema 1.1 zijn weergegeven.

- De intrinsieke motivatie van leerlingen moet op verschillende manieren verhoogd worden, onder andere door:
 - uit te gaan van de ervaringswereld van leerlingen;
 - leerlingen te laten werken aan problemen die hun problemen zijn en niet overwegend problemen die door de leraar zijn bedacht;
 - discussievragen en opdrachten aan te bieden, welke ruimte bieden voor wisselende werkvormen;
- Practicum dient op elk niveau bevorderd te worden en zoveel mogelijk aangepast te zijn aan de interesses van leerlingen en aansluitend bij hun belevingswereld;
- Werken in groepen dient bevorderd te worden, onder andere vanwege algemeen vormende doelen zoals kritisch leren denken, leren discussiëren, leren samenwerken en leren communiceren én omdat dit de intrinsieke motivatie van de leerlingen bevordert.

Schema 1.1 Enkele conclusies van discussiegroepen (overwegend leraren) op de Woudschotenconferentie 1972 over gewenste veranderingen in het natuurkunde-onderwijs

De Woudschoten-conferenties werden traditioneel vooral bezocht door HAVO- en VWO-leraren. Een soortgelijke conferentie met MAVO-leraren vond plaats in april 1973 en leverde analoge uitkomsten op. Deze gegevens leidden tezamen met een door de projectgroep uitgevoerde analyse van trends in het onderwijs in binnen- en buitenland (PLONex 74-0501), en een inventarisatie van in de literatuur genoemde doelstellingen van het natuurkunde-onderwijs (PLONex 74-0610) tot de opstelling door de projectgroep van een voorlopig onderwijsplan, in juli 1974. Op basis daarvan werden criteria afgeleid voor de ontwikkelings- en onderzoeksactiviteiten in het PLON. Dit onderwijsplan is daarna regelmatig bijgesteld, maar in dit allereerste onderwijsplan dat vooral intern werd gebruikt, blijkt reeds duidelijk de leerlinggerichtheid in de PLON-opvattingen, dat wil zeggen de nadruk op voor leerlingen betekenisvol natuurkunde-onderwijs en op leerlingparticipatie. Dit komt onder andere tot uiting in de uitspraken in schema 1.2.

- Het is belangrijker dat de lessen aansluiten bij de cognitieve structuur en de ervaring van de leerling dan bij de wetenschappelijke structuur van de leerstof.
- De natuurkundelessen moeten zowel voor de praktisch ingestelde als de theoretisch ingestelde leerling interessant en betekenisvol zijn.
- Leeractiviteiten dienen in behoorlijke mate gebaseerd te zijn op samenwerking tussen leerlingen onderling, al of niet samen met hun leraar. PLON-materiaal moet daar ruime mogelijkheden voor scheppen, bijvoorbeeld door leerlingen in een groep proeven te laten doen en demonstraties door leerlingen zelf te laten uitvoeren.

Schema 1.2 Enkele uitspraken uit het eerste PLON-onderwijsplan uit 1974

Zoals gezegd is de gedachtenvorming over de richting van de onderwijsvernieuwing een continu proces in het PLON. Diverse artikelen worden er aan gewijd.

In 1980 hebben de PLON-medewerkers Van Aalst en Ebbens in een

artikel vier uitgangspunten geformuleerd die vanaf het begin van het project aan de vernieuwing richting gegeven hebben.

1. De leraar heeft een eigen manier van werken met zijn klassen en moet de kans krijgen met lesmateriaal op een voor hem geschikte manier om te gaan. Het materiaal moet zo aangeboden worden dat het op vele manieren gebruikt kan worden.
2. Er moet natuurkunde geleerd worden. Die natuurkundige onderwerpen moeten worden aangeboden die aansluiten bij de belangstelling van leerlingen of de belangstelling van leerlingen opwekken. Dat lukt als de onderwerpen verrassend of uitdagend zijn en aansluiten bij datgene wat de leerling kent of weet.
3. Iedere leerling heeft zijn eigen interesses, ook in de natuurkundeles, en heeft zijn eigen manieren en methodes om de natuurkunde te beleven en te leren. De lessen moeten daarom zo ingericht worden dat de leerling de kans krijgt zijn/haar eigen interesses en leermethodes te ontdekken en uit te bouwen.
4. De klas is een groep mensen, waarmee de leerling samen natuurkunde leert, vaardigheden zoals luisteren, samenwerken, afspraken maken leert en het plezierig heeft. Juist van het feit dat iedere leerling eigen interesses en sterke en zwakke punten heeft, moet gebruik gemaakt worden. Dit kan gebeuren door leerlingen veel te laten samenwerken; dit kan door leerlingen, die een tijdje hun eigen belangstelling gevolgd hebben, voor de klas te laten rapporteren; dit kan door aan vaardigheden zoals luisteren en rapporteren veel aandacht te besteden. Hierdoor zouden leerlingen ook voor elkaar en voor het gebeuren in de les verantwoordelijk worden.

Schema 1.3 Enkele PLON-uitgangspunten genoemd door Van Aalst en Ebbens (1980)

Ook in deze uitgangspunten valt de nadruk op het motiveren van leerlingen en de aansluiting bij hun interesses en hun beleveniswereld (o.a. uitgangspunten 2 en 3), en op participerende werkvormen (uitgangspunten 3 en 4).

De verwevenheid van deze aspecten blijkt duidelijk uit de beschrijving die de auteurs geven van de leerweg die een leerling zou moeten volgen bij de thema's voor de tweede klas (MAVO, HAVO, VWO):

"De leerweg, die iedere leerling zou moeten doorlopen is de volgende: leerlingen doen door werkbladen te kiezen en uit te voeren een aantal *ervaringen* op, sommige van deze ervaringen leiden bij hen tot iets waar ze meer van willen weten, tot "*problemen*" en onderzoeksvragen. De uitwerking van de onderzoekjes leidt tot theorievorming (conclusies) al dan niet met behulp van de leraar. De theorie, die bij voorbaat belangrijk geacht wordt, wordt met behulp van verplichte werkbladen aangeboden. Aangezien iedere leerling in de klas zo bezig is en er onderling veel uitwisseling plaats vindt, leren leerlingen inzien dat natuurkunde iets is om te doen en iets is van jezelf" (Van Aalst en Ebbens, 1980, p. 180). Deze beschrijving vertoont overeenkomst met ideeën van het IOWO over wiskunde als menselijke activiteit (o.a. Freudenthal, 1979; Treffers, 1987).

Het meer betekenisvol maken van het natuurkunde-onderwijs trachtte men echter niet alleen door meer participerende werkvormen te bereiken. Het gaat ook om iets anders wat in de tot dusver genoemde uitgangspunten van een vernieuwd natuurkunde-onderwijs nogal impliciet blijft, zowel

in de citaten van de conferentiegangers als van de PLON-medewerkers; de bedoeling is namelijk om (naast de werkvormen) ook de natuurkundeleerstof zelf te veranderen. Termen als aansluiting bij de belangstelling van leerlingen kunnen de suggestie wekken dat het hier louter om didactische opstapjes gaat. Zeker in het PLON is het echter van meet af aan fundamenteeler bedoeld. Zo stellen Van Aalst en Ebbens verderop in hun artikel: "In het PLON is er gewerkt aan een andere inhoud: meer nadruk op het gebruiken van natuurkunde in de 'omgeving' van de leerling en minder nadruk op het ontwikkelen van abstracte theorieën. Deze inhoudelijke verschuiving was echter in het eerste experimentele PLON-examen nog moeilijk duidelijk te maken aan de buitenwacht. Het bleek bijvoorbeeld moeilijk de PLON-visie te verdedigen en waar te maken in dat examen" (o.c., p. 181). Dit werd geschreven in 1980. Terugkijkend kunnen we constateren dat het langzamerhand gelukt is PLON-ideeën in bredere kring te verspreiden, mede door de relaties die de projectmedewerkers met het praktijkveld onderhielden en de beleidsbeïnvloedingstaak die zij en de stuurgroep van het PLON zich stelden (Van der Valk en Frederik, 1986; Gravenberch, 1986). Zo zien we dat circa 13 jaar na de start van het PLON het uitgangspunt van de leerstofinhoudelijke vernieuwing in de voorstellen van de ministeriële Werkgroep Examenprogramma's Natuurkunde (WEN) een volwaardige erkenning krijgt. In de rapporten van deze werkgroep (WEN, 1985, 1988) wordt ruime aandacht gegeven aan wat wij noemen het realiseren van meer "leefwereldgericht" natuurkunde-onderwijs. We doelen daarmee op de volgende karakteristieken die genoemd worden in de WEN-rapporten.

- De nadruk verschuift van leerstof die vooral het bouwwerk van de theoretische natuurkunde beschrijft naar leerstof waarin formele natuurkundige kennis wordt toegepast in situaties uit het dagelijks leven (WEN, 1988, p. 6).
- Hierdoor leert men leerlingen zelfstandig en met kennis van zaken te oordelen en te handelen in hun directe omgeving (o.c., p. 6).
- Het is te verwachten dat door deze verschuiving de formele natuurkundige begrippen voor de leerling meer betekenis krijgen en dat meer leerlingen, met name meisjes, gemotiveerd zullen worden voor de natuurkunde (o.c., p. 6).
- Natuurkundige regels dienen bij voorkeur te worden aangeleerd en toegepast in situaties die de leerling kan herkennen. Dit kunnen situaties zijn die de leerling kan plaatsen, omdat hij/zij deze reeds eerder is tegengekomen in zijn/haar directe omgeving, of er van gehoord of over gelezen heeft. Deze situaties vormen de context voor de natuurkundige regels. Op deze wijze krijgt de nieuwe kennis een zinvolle betekenis waardoor deze beter beklijft (o.c., p. 7).

Schema 1.4 Enkele uitgangspunten uit de WEN-rapporten die als pleidooi voor leefwereldgericht natuurkunde-onderwijs kunnen worden opgevat

In §1.4 zullen we wat meer in detail ingaan op het begrip leefwereldgerichtheid, zoals dat in het PLON-project is opgevat.

Ook vinden we in de WEN-rapporten overvloedige aandacht voor participerende werkvormen, bijvoorbeeld:

- Leerlingen zullen in het natuurkunde-onderwijs steeds meer moeten worden aangemoedigd tot zelfstandig leren, door: experimenteren, discussiëren, verzamelen van informatie, werken met boeken, demonstreren en rapporteren, zelfstandig theoretisch en praktisch onderzoek (WEN, 1988, p.6).
- Zij kunnen hierdoor kennis verwerven op een persoonlijke wijze en in voorkomende gevallen een werkvorm kiezen die niet alleen het beste bij hen past, maar ook aansluit bij de wijze van werken in beroep en vervolgstudie (o.c., p. 6).
- De leerlingen moeten in het onderwijs geconfronteerd worden met situaties die een verschillende aanpak toelaten, waardoor tegemoet gekomen kan worden aan verschillen tussen leerlingen en waarbij meerdere vaardigheden voor kennisverwerving en kennisverwerking worden aangesproken. (o.c. p. 8).

Schema 1.5 Enkele uitgangspunten uit de WEN-rapporten die als pleidooi voor participatiegericht natuurkunde-onderwijs kunnen worden opgevat

Tot zover de WEN-rapporten over leefwereld- en participatiegericht natuurkunde-onderwijs.

In §1.6 zullen we nog recentere voorbeelden zien van het doorwerken van ideeën van PLON-ontwikkelaars bij beleidsmakers. Daarnaast heeft het PLON-materiaal ook geleid tot wijzigingen in bestaande methoden en zijn zelfs concrete stukken PLON-lesmateriaal overgenomen. Dit kan wel enige complicaties geven bij curriculumvergelijkend onderzoek van het type dat in de hoofdstukken 5, 6 en 7 beschreven wordt.

1.4 LEEFWERELD- EN PARTICIPATIEGERICHT NATUURKUNDE-ONDERWIJS

De rode draad in ons onderzoek wordt gevormd door een van de hoofddoelstellingen van het PLON-project die vanaf het begin een belangrijke inspiratiebron is geweest voor de ontwikkelaars. Deze doelstelling betreft het streven om het natuurkunde-onderwijs minder "afstandelijk" ofwel, meer betekenisvol te maken voor de leerlingen. Het gaat er daarbij om dat de natuurkundelessen door de leerlingen al tijdens het onderwijs zelf als (meer) betekenisvol ervaren worden en niet eventueel pas op langere termijn. Dit moet ook het geval zijn voor leerlingen die alleen maar in de lagere klassen natuurkunde-onderwijs volgen en in een vervolgopleiding het vak niet meer krijgen. Het criterium van betekenisvolheid is een belangrijke richtlijn geweest voor het projectteam bij de constructie van de onderwijsleerpakketten. (Dit criterium zal in de hoofdstukken 3 en 4 verder worden uitgewerkt.)

Om het onderwijs meer betekenisvol voor leerlingen te maken, trachtte het projectteam curricula te ontwikkelen die onder andere in belangrijke mate zouden zorgen voor leefwereldgericht en participatiegericht natuurkunde-onderwijs. We willen nu wat dieper ingaan op deze begrippen. We beginnen met leefwereldgerichtheid.

Leefwereldgericht natuurkunde-onderwijs

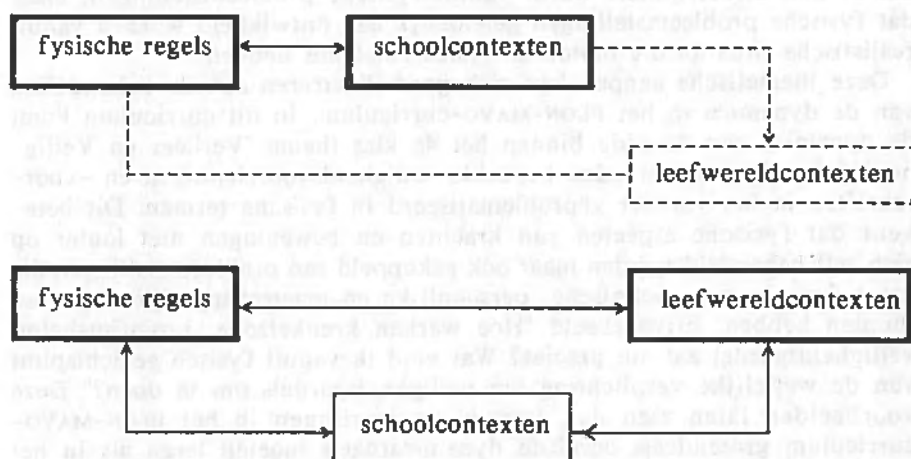
We noemen natuurkunde-onderwijs *leefwereldgericht* in de mate waarin tijdens dit onderwijs voor de leerlingen de behandelde fysische kennis expliciet in verband gebracht wordt met de alledaagse werkelijkheid en met de buitenschoolse ervaringen van de leerlingen. Veel natuurkunde-onderwijs (met name in het verleden, maar ook nu nog) is allesbehalve leefwereldgericht, maar veeleer *vakstructuurgericht*. We bedoelen daarmee in grote lijnen natuurkunde-onderwijs dat door Ten Brinke en Hooymayers (1986) als "academisch gericht" getypeerd wordt en door Hooymayers, Lijnse en De Vos (1989) als "structuralistisch". Het onderwijs wordt hier ingericht uitgaande van natuurkunde als academische discipline. Het schoolvak natuurkunde wordt gepresenteerd als bouwwerk van theorieën, modellen, begrippen etc. zoals ontwikkeld en geordend door natuurkundigen. De theorie vormt het uitgangspunt van het onderwijs. Proeven en opgaven dienen om het theoretisch bouwwerk te consolideren (verduidelijken en verwerken) en niet zozeer om het voorkomen in de realiteit aan de orde te stellen. Volgens Ten Brinke en Hooymayers gaat het hier meer om een oriëntatie op de wetenschappelijke discipline natuurkunde dan om een natuurkundige oriëntatie op de wereld.

In leefwereldgericht natuurkunde-onderwijs worden daarentegen situaties uit de alledaagse werkelijkheid geproblematiseerd (dat wil zeggen tot onderwerp van onderzoek en discussie gemaakt), zodat deze situaties context worden van natuurkundige regels. De natuurkundeleraar kan bijvoorbeeld in de mechanicalessen de fysische regel die het verband aangeeft tussen stoot en impulsverandering ($F\Delta t = m\Delta v$) aan de orde stellen om de werking van een veiligheidsgordel uit te leggen. De werking (functie) van de veiligheidsgordel is dan een context voor de betreffende impulswet. Dit is een voorbeeld van een *leefwereldcontext*. Echter, de fysische regel $F\Delta t = m\Delta v$ kan in de les ook op bijvoorbeeld botsingsproeven op een luchtkussenbaan betrokken worden: dit is dan een voorbeeld van een *schoolcontext*, een speciaal voor de schoolsituatie ontworpen practicumproef of opgave die in de werkelijkheid niet voorkomt. Zo onderscheiden we twee typen contexten in ons onderzoek, leefwereld- en schoolcontexten, waarbij we voor het begrip "context" de definitie van Van Genderen (1989) aanhouden: "de contexten van een natuurkundige regel zijn de situaties waarop deze regel wordt betrokken"⁴.

-
4. In de psychologie van de informatieverwerking (zie bijvoorbeeld Raaymakers, 1984; Neisser, 1967) verwijst de term "context" naar het totaal aan situatie-aspecten dat voor de bedoelde informatieverwerking relevant is (d.w.z. daarop van invloed is); dit kunnen bijvoorbeeld ook "sociaal klimaat" aspecten zijn. In de onderscheiding schoolcontext-leefwereldcontext gaat het niet om dit totaal aan contextaspecten, maar om de inhoudelijke context voor bepaalde leerstof, bijv. $F\Delta t = m\Delta v$. In het voorbeeld van de veiligheidsgordel is de veiligheidsgordel een inhoudelijke context. Er is veel voor te zeggen om inhoudelijke contexten ook als deel van de leerstof te zien. Dit is ook de mening van Van Genderen (1985a, 1989). Overigens spreekt Van Genderen over praktijkcontext in plaats van over leefwereldcontext. Ons begrip "leefwereldcontext" is een deelverza-

We kunnen nu stellen dat vakstructuurgericht onderwijs zich concentreert op het oefenen van fysische regels⁵ in schoolcontexten en dat leefwereldgericht onderwijs rijk is aan leefwereldcontexten, waarbij overigens schoolcontexten in dit onderwijs ook voorkomen. Zowel voor het uitleggen en oefenen van fysische regels als voor het leggen van verbindingen tussen fysische regels en bijvoorbeeld een veiligheidsgordel kan men volgens Van Genderen (1989) niet buiten schoolcontexten. Hij stelt dat veel situaties in de leefwereld te complex zijn voor de leerlingen of ook te moeilijk toegankelijk, om door rechtstreekse bestudering als context van mechanische regels te dienen (o.c., p. 102).

Vakstructuur- en leefwereldgericht onderwijs leggen verschillende accenten wat betreft het relatienetwerk van fysische regels, schoolcontexten en leefwereldcontexten (zie schema 1.6).



Schema 1.6 Schematische weergave van de relaties tussen fysische regels, school- en leefwereldcontexten bij sterk vakstructuurgericht onderwijs (bovenste schema) en sterk leefwereldgericht onderwijs (onderste schema) (bewerking van enige schema's van Van Genderen, 1989, p. 208)

Het bovenste schema wil aangeven dat de keuze van leefwereldsituaties van secundair belang is; de stippellijnen geven aan dat leefwereldcontexten slechts dienen als illustratie of ter oefening. In het onderste schema vormen schoolcontexten een hulpmiddel daar waar een rechtstreekse verbinding tussen fysische regels en leefwereldsituaties moeilijk is.

meting van de door Van Genderen onderscheiden praktijkcontexten. Het omvat wel situaties uit natuur en techniek, maar niet uit de categorie "wetenschappelijk onderzoek".

5. De uitdrukking "fysische regel" wordt in dit proefschrift erg ruim genomen; we verstaan er onder begrippen, wetten, relaties en werkwijzen uit de natuurkunde.

Het incorporeren van leefwereldcontexten in het natuurkunde-onderwijs kan op diverse manieren gebeuren. De PLON-groep heeft getracht op een eigen manier een en ander in te vullen. De door deze groep ontwikkelde curriculummaterialen gaan uit van onderwijs dat rijk is aan leefwereldcontexten die in samenhang worden gepresenteerd, dat wil zeggen in een thema van 10-20 lessen. De natuurkundeleergang is opgebouwd uit thema's, die elk een bepaald "leefwereld domein" koppelen aan een bepaald deelgebied van de natuurkunde. In een thema vormen niet alleen de natuurkundige regels een samenhangend geheel, maar ook de leefwereldcontexten. Dit komt ook tot uiting in de thematitels. Er is bijvoorbeeld voor de MAVO een thema "Verkeer en Veiligheid" in plaats van een thema "Dynamica" of "Krachten en Bewegingen" en een thema "Bruggen" in plaats van "Statica". Het centraal stellen van leefwereldsituaties brengt met zich mee dat er niet direct gestart wordt vanuit fysische probleemstellingen, maar dat fysische probleemstellingen geleidelijk aan ontwikkeld worden vanuit realistische situaties die buiten de fysica betekenis hebben.

Deze thematische aanpak laat zich goed illustreren aan de behandeling van de dynamica in het PLON-MAVO-curriculum. In dit curriculum komt de dynamica aan de orde binnen het 4e klas thema "Verkeer en Veiligheid".⁶ In dit thema worden bepaalde veiligheidsvoorzieningen en -voorschriften in het verkeer geproblematiseerd in fysische termen. Dit betekent dat fysische aspecten van krachten en bewegingen niet louter op zich zelf behandeld worden maar ook gekoppeld aan probleemstellingen die naast fysische ook technische, persoonlijke en maatschappelijke aspecten kunnen hebben, bijvoorbeeld "Hoe werken kreukelzone, bromfietshelm, veiligheidsgordel e.d. nu precies? Wat vind ik vanuit fysisch gezichtspunt van de wettelijke verplichting om veiligheidsgordels om te doen?" Deze voorbeelden laten zien dat, hoewel de leerlingen in het PLON-MAVO-curriculum grotendeels dezelfde dynamicaregels moeten leren als in het traditionele curriculum, de *leeromgeving* niettemin duidelijk anders is: het vakstructuurgerichte natuurkunde-onderwijs maakt plaats voor meer leefwereldgericht natuurkunde-onderwijs.

Het natuurkunde-onderwijs in een bepaalde klas kunnen we voorstellen als een positie op een continuüm dat loopt van vakstructuurgericht naar leefwereldgericht. De thematische contexten in het PLON-curriculum zijn door de ontwikkelaars bedoeld om ver naar de leefwereldgerichte kant van dit continuüm te komen. Daarbij is het de bedoeling dat een leefwereld domein als veilig rijden niet alleen draagvlak is voor fysische begripvorming, maar dat leerlingen ook over dat leefwereld domein het een en ander leren.

Participatiegericht natuurkunde-onderwijs

Naast leefwereldgerichtheid is een belangrijk ander uitgangspunt achter het PLON-curriculum de *participatiegerichtheid*. Hiermee wordt bedoeld

6. Dit MAVO 4e klas thema "Verkeer en Veiligheid" moet men niet verwarren met het HAVO/VWO-4e klas thema "Verkeer" dat in hoofdstuk 7 ter sprake komt.

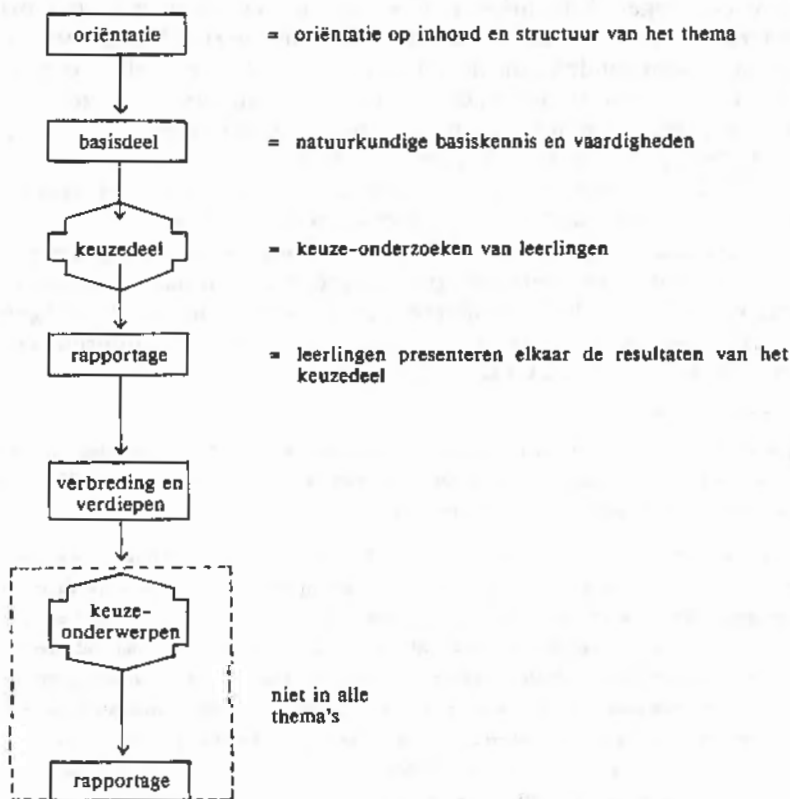
het benadrukken van werkvormen, waarin de leerling relatief zelfstandig, niet voortdurend gestuurd en begeleid door de leraar, een leertaak uitvoert, waarbij er mogelijkheden zijn voor eigen inbreng. Er is sprake van onderzoekend leren via onder andere proefjes en literatuuronderzoek en er zijn hierbij keuzemogelijkheden voor de leerlingen. Dit onderzoek vindt meestal in groepen plaats, en de leerlingen worden in de gelegenheid gesteld over hun onderzoekjes aan klasgenoten te rapporteren (zie bijvoorbeeld Floor en Ebbens, 1980; Van der Valk, 1982; Pelupessy, 1986). In de traditionele praktijk van het natuurkunde-onderwijs overheersen de niet-actieve, receptieve leervormen: voornamelijk frontale docerlessen, afgewisseld door zo nu en dan een demonstratieproef van de leraar of amanuensis. Voor zover leerlingen zelfstandig aan het werk mogen, gaat het in dit type onderwijs meestal om het oplossen van vraagstukken of in bescheiden mate ook wel om practicumproeven⁷ waar vraagstelling, oplossingsweg en goede antwoord weinig speelruimte laten voor eigen keuzes. Bij participatiegericht leren is die speelruimte belangrijk, maar het moet niet verward worden met (guided) discovery learning. Discovery learning, zoals het in de literatuur gebruikt wordt (ook al is dat dan weinig eenduidig) beperkt zich meestal tot actief zijn in de eerste fase van het aanleren van een regel, bijvoorbeeld $F = m \cdot a$. In het PLON gaat het bij actief leren echter ook om de latere fasen die Boekaerts (1982a) noemt: het integreren en aanwenden van de informatie. Verder geldt dat voorzover de ontwikkelaars van het PLON-curriculum aansturen op het zelf ontdekken van regels door leerlingen, dit vooral ontdekkingen betreft op "enactief" en "iconisch" niveau (Bruner, 1966) (bijv. de ontdekking dat magneten twee polen hebben, die verschillend reageren) en veel minder ontdekkingen op "symbolisch" niveau (ontdekken van $F = m \cdot a$).

Aan het curriculumuitgangspunt van participatiegerichtheid liggen gedeeltelijk overeenkomstige overwegingen ten grondslag als aan leefwereldgerichtheid, bijvoorbeeld het stimuleren van de motivatie van leerlingen (in hoofdstuk 3 wordt daar nader op ingegaan) of het bevorderen van maatschappelijk belangrijk geachte vaardigheden⁸.

-
7. Ellermeyer et al (1976) rapporteren onderzoeksresultaten, waaruit blijkt dat vier jaar na de start van het PLON gemiddeld in slechts 6% van de niet-PLON-lessen HAVO- en VWO-bovenbouw leerlingpracticum aan de orde is.
 8. Kortland en Van der Loo (1986) stellen dat het PLON-curriculum leerlingen ook moet voorbereiden op maatschappelijke rollen en dat participatiegericht onderwijs daaraan kan bijdragen. "De beschreven maatschappelijke rollen van de leerling hebben een passieve en een actieve component. Niet alleen is een bepaalde hoeveelheid kennis nodig, maar ook zijn vaardigheden vereist als kritisch kunnen lezen, waarnemen en luisteren, kunnen discussiëren, zelfstandig kunnen werken, kunnen samenwerken met anderen, leerervaringen kunnen overdragen ens. Naast het (frontaal) doceren en sommen maken zal daarom gewerkt moeten worden met een variëteit aan in het lesmateriaal opgenomen leerlingactiviteiten, zoals zelfstandig werken in kleine groepen en onderlinge uitwisseling." (p. 74).

1.5 DE STRUCTUUR VAN EEN PLON-THEMA

In deze paragraaf willen we kort schetsen hoe geprobeerd is leefwereld- en participatiegerichtheid vorm te geven in een PLON-thema. Het gaat hier in eerste instantie om de thema's voor MAVO-, HAVO- en VWO-onderbouw. (In het VWO-bovenbouw-curriculum is de leerstof ondergebracht in thema-blok-combinaties, zie Van der Valk, 1986a). Hoewel de diverse thema's in detail verschillen qua opzet, is in grote lijnen toch de structuur van schema 1.7 in een PLON-thema te herkennen (zie onder andere Eijkelhof, 1986; Eijkelhof en Kortland, 1988 voor een uitvoeriger beschrijving). Een of meer centrale vraagstellingen uit de leefwereld worden gehanteerd als themakader en als selectiecriteria voor te behandelen natuurkunde-inhouden en aan te leren vaardigheden. Zo'n centrale vraagstelling heeft veelal betrekking op een besluitvormingssituatie in het dagelijks leven of rond een controversieel maatschappelijk vraagstuk. Voorbeelden van dit soort vraagstellingen zijn "Op welke manier draagt het gebruik van veiligheidsgordels en bromfietshelmen en het rijden met aangepaste snelheid bij tot de verkeersveiligheid?" of "Hoe aanvaardbaar is een bepaalde toepassing van ioniserende straling?"



Schema 1.7 Algemene structuur van een PLON-thema

Voor de keuze van de contextgebieden uit de leefwereld zijn een aantal criteria geformuleerd, zoals: contextgebieden moeten door de leerlingen als zinvol ervaren kunnen worden en van betekenis kunnen zijn voor hun cognitieve ontwikkeling; contextgebieden moeten in zichzelf voldoende belangrijk zijn om in het onderwijs aan bod te kunnen komen; contextgebieden moeten ruime mogelijkheden bieden voor het functioneren van fysieke basiskennis (Hooymayers, Lijnse en De Vos, 1989, p. 55-56). Daarbij is het zo dat door de koppeling van een fysiek domein (bijvoorbeeld mechanica) aan een leefwerelddomein (een contextgebied uit de leefwereld, bijvoorbeeld veilig en zuinig rijden) andere accenten in fysieke regels gelegd kunnen worden dan in vakstructuurgericht onderwijs. In het PLON-thema Verkeer wordt bijvoorbeeld dieper op fysieke aspecten van wrijving ingegaan dan normaal (zie Van Genderen, 1989), omdat die voor de themavraagstelling (veilig en zuinig rijden) van belang zijn.

Participatiegerichtheid wordt in alle onderdelen van het thema die in schema 1.7 zijn weergegeven nagestreefd door actieve en gevarieerde leerlingactiviteiten (proeven doen, teksten bestuderen, rapportage) en keuze-mogelijkheden van leerlingen.

1.6 LEEFWERELDGERICHTHEID EN DE WRR-NOTA "BASISVORMING IN HET ONDERWIJS"

De nadruk die in de PLON-curricula voor het MAVO, HAVO en VWO en in het daarop betrekking hebbende onderzoek gelegd wordt op leefwereldgerichtheid van het onderwijs sluit aan bij centrale ideeën in het huidige Nederlandse onderwijsbeleid en heeft deze zelfs beïnvloed. Dit blijkt o.a. uit het advies dat de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR) aan de regering heeft uitgebracht met betrekking tot de basisvorming (WRR, 1986) en de reactie hierop van de Minister van Onderwijs. De WRR adviseert om in de eerste jaren van het voortgezet onderwijs voor alle leerlingen van alle scholen een kerncurriculum (80% van de leertijd) in te voeren van 14 vakken, waaronder ook het vak natuur- en scheikunde.

In het kerncurriculum wordt uitgegaan van de gebruikelijke vakkenstructuur (dat wil zeggen er vindt geen herordening of integratie van vakken plaats) maar met een sterk accent in die vakken op de *werkelijkheid*. De Raad is van mening dat het zeer goed mogelijk is om binnen een structuur van vakken de leerlingen de relatie tussen schoolse kennis en werkelijkheid te laten ervaren. Het blijft volgens haar mogelijk een van de functies van de basisvorming, namelijk voorbereiding op het maatschappelijk functioneren, te realiseren door de inhoud van vakken - ook bij een vak dat een "academische" basis heeft, zoals natuurkunde - mede te selecteren "op basis van functionaliteit en herkenbaarheid voor de leerling" (p. 112). Het rapport verwijst hier onder andere naar de ontwikkelingen in het natuurkunde-onderwijs en met name naar het PLON-project: "de thema's zoals die ontwikkeld zijn door het PLON laten zien

dat het wel degelijk mogelijk is om vanuit dagelijkse situaties relaties te leggen naar een mono-disciplinair schoolvak, i.c. de natuurkunde" (p. 112). De leefwereldgerichtheid van het onderwijs vinden we in het rapport niet alleen aangeduid als het gaat om *leerstof* (zoals hierboven geciteerd), maar ook in de karakterisering van de *leerwinst*⁹, dat wil zeggen de basiskennis die in ieder van de veertien vakken door de leerling moet worden verworven. (Op diverse plaatsen in het rapport wordt in plaats van *basiskennis* ook de meer correcte term *basisvaardigheden* gehanteerd; het gaat de opstellers namelijk om kennis, kundigheden en inzichten). Bij deze basiskennis gaat het om meer dan alleen abstracte kennis: "ze omvat werkelijkheidskennis en vooral kennis van de complexe relatie tussen werkelijkheid, ervaring en gemaakte abstracties (p. 83). In de basiskennis van *ieder* vak keren steeds drie elementen terug:

1. kennis van basisstructuren, vaak analytisch en abstract van aard
2. vaardigheden om te handelen, iets "te doen"
3. inzichten in de culturele omgeving; zich kunnen oriënteren in de omgeving vol artefacten, de "ingewikkelde" samenleving.

De Raad vindt het belangrijk dat het onderwijs tracht de relaties tussen de drie elementen voor de leerling zichtbaar te maken. Zij benadrukt dat het in de basiskennis van een bepaald vak om alle drie elementen (in relatie tot elkaar) gaat en niet alleen om het eerste element. Om de leerling van die relaties bewust te maken, zou het onderwijs in de periode van de basisvorming "voor een belangrijk deel context- en toepassingsgericht moeten zijn" (p. 84). Voorkomen moet worden dat kennis van basisstructuren, die vaak analytisch en abstract van aard is, een te grote rol speelt in het onderwijs. Er dreigt dan het gevaar dat leerlingen kennis van "het vak" als doel op zichzelf gaan zien. "Leerlingen hebben vaak moeite met het leggen van de relatie tussen schoolse kennis en de wereld waarin ze leven, de stap van abstractie naar toepassing is voor hen vaak moeilijk te zetten. Dat kan hun motivatie en de voortgang van het leerproces schaden, maar bovenal kan het leiden tot een uitholling van wat de basisvorming zou moeten zijn" (p. 84).

Het bovenstaande maakt duidelijk dat de nadruk die de Raad legt op context- en toepassingsgerichtheid en op werkelijkheidskennis verwijst naar wat wij leefwereldgerichtheid hebben genoemd. Wat minder wordt er in het rapport gerefereerd aan participatiegerichtheid, al kan men in het als tweede genoemde element van basiskennis een verwijzing daarnaar lezen. In het gedeelte van het rapport dat expliciet over het vak natuurkunde handelt, wordt de participatiegerichtheid wat sterker geaccentueerd. Men wijst bijvoorbeeld op eigen onderzoeksactiviteiten van leerlingen, het

9. Zelf zullen we in dit proefschrift proberen nadrukkelijker een onderscheid te maken tussen de inrichting van de onderwijsleersituatie en de leereffecten die daarvan het gevolg zijn. Ook in de terminologie zullen we dit tot uiting brengen. Als het over relaties "natuurkunde-leefwereld" in de onderwijsleersituatie gaat, zullen we over leefwereldgericht onderwijs spreken; als het over relaties natuurkunde-leefwereld in de leereffecten gaat over leefwereldgeoriënteerde leereffecten/opbrengsten.

zelf verrichten van eenvoudige experimenten en het rapporteren daarvan (o.c. deel II, p. 26).

1.7 DE GLOBALE PROBLEEMSTELLING

Centraal staat in het onderzoek dat in dit proefschrift beschreven wordt de (evaluatieve) vraag in hoeverre het PLON-curriculum en met name de leefwereld- en participatiegerichtheid van dit curriculum leidt tot onderwijs dat door leerlingen als betekenisvol ervaren wordt en in hoeverre dit gevolgen heeft voor de cognitieve opbrengsten.

Bij de cognitieve opbrengsten maken we een onderscheid tussen *conventioneel-fysische* leereffecten en *leefwereldgeoriënteerde* leereffecten.

Bij conventioneel-fysische leereffecten kan men denken aan kennis die in hoge mate een beroep doet op de eerste traditionele component van basiskennis die in het WRR-rapport wordt onderscheiden: kennis van fysische basisstructuren. Bij "leefwereldgeoriënteerde" leereffecten denken we aan leerwinst die betrekking heeft op relaties tussen de drie kennis-elementen, die in het begrip basiskennis in het WRR-rapport worden onderscheiden, zoals:

- *de leerling krijgt als gevolg van de natuurkundelessen een beter inzicht in situaties uit de leefwereld, doordat hij de fysische aspecten van die situaties leert kennen.* Hij begrijpt bijvoorbeeld beter waarom een brug een bepaalde vorm heeft, en welke krachten in een brug optreden, waarom rek in een veiligheidsgordel belangrijk is, hoe het komt dat de remweg van een auto zo sterk toeneemt met de snelheid ervan of hij krijgt een beter inzicht in het gebruik van röntgenstraling en toepassingen van radio-activiteit.
- *de leerling is in staat en geneigd om de aangeleerde fysische kennis actief te gebruiken in leefwereldsituaties* (Bijvoorbeeld: een betere risico-inschatting met betrekking tot een bepaalde toepassing van ioniserende straling, zie Eijkelhof, 1990).

In de hoofdstukken 3 en 4 zullen we nader ingaan op de begrippen "betekenisvolheid" en "leefwereldgeoriënteerde" leereffecten.

1.8 DE OPBOUW VAN DEZE STUDIE

In hoofdstuk 2 wordt de algemene onderzoeks- en evaluatiestrategie in het PLON-project geschetst. We doen dat omdat het onderzoek naar leefwereld- en participatiegerichtheid waarschijnlijk tot andere onderzoeksoptellingen geleid zou hebben, als het niet om *evaluatie*-onderzoek ging, maar om een ander type onderzoek, bijvoorbeeld om meer fundamenteel onderzoek. Dit is een reden om in hoofdstuk 2 wat langer stil te staan bij de relatie van evaluatie-onderzoek tot andere onderzoeksvormen en bij de vraag hoe evaluatie-onderzoek in het PLON is vorm gegeven.

Hoofdstuk 3 bevat een nadere uitwerking van de centrale onderzoeksvraagstelling (uit §1.7) in specifieke onderzoeksvragen. Voorts wordt daar het algemene theoretische kader achter het onderzoek gepresenteerd. Hoofdstuk 4 toont hoe de diverse vraagstellingen onderzoekbaar gemaakt zijn en welke deelonderzoeken er zijn opgezet. In de hoofdstukken 5 t/m 7 worden de diverse deelonderzoeken beschreven. Tenslotte worden in hoofdstuk 8 de resultaten samengevat en bediscussieerd in het licht van de globale probleemstelling, die in §1.7 geformuleerd is.

2. DE EVALUATIE-OPVATTING IN HET PLON

2.1 EVALUATIE-ONDERZOEK ALS TAAKGEBIED IN HET PLON

Van meet af aan is in het PLON gesteld dat evaluatie-onderzoek een van de taken van het project zou zijn en dat dit gebeuren moest in samenwerking tussen interne en externe evaluatoren. Om ook externe evaluatoren bij het project te betrekken, is in 1974 een samenwerkingsverband met het CITO aangegaan. Het bleek echter al snel dat er weinig expliciete aanwijzingen in de literatuur gegeven worden met betrekking tot de vraag hoe curriculum-evaluatieonderzoek moest worden uitgevoerd, met name wanneer het om evaluatie tijdens grootschalige projecten gaat. De meeste evaluatiemodellen die in de literatuur genoemd worden, zijn in te vage, algemene termen geformuleerd. Alkin et al. (1979) en voor de Nederlandse situatie Creemers (1981) laten dan ook zien dat in de evaluatiepraktijk de evaluatiemodellen uit de literatuur nauwelijks functioneren. Wij menen dat een probleem met de evaluatieliteratuur niet alleen de betrekkelijke vaagheid is, maar ook dat er (ogenschijnlijk?) tegenstrijdige opvattingen vermeld worden over wat curriculumevaluatie is of zou moeten zijn en wat men er van kan verwachten. Deze opvattingen worden soms bondig samengevat in een evaluatiedefinitie. Hoewel men de auteurs onrecht aan doet door hen vast te pinnen aan een werkdefinitie, is het illustratief om een aantal van deze definities de revue te laten passeren (zonder volledigheid na te streven). De minder met evaluatie bekende lezer krijgt aldus een beeld van de verschillen in accent die vooraanstaande evaluatietheoretici leggen en daarmee tevens van de potentiële omvang van het evaluatiegebied.

- a. Een van de eerste definities geeft Tyler (1950). Evaluatie is bij hem: "The process of determining whether objectives have been achieved." In het voetspoor van Tyler zijn andere "doel-realiserings"modellen ontwikkeld.
- b. Een modernere variant van Tylers opvatting vindt men bij Provus (1973). Provus defineert program evaluation als:
 - 1) defining program standards (student performance);
 - 2) determining whether a discrepancy exists between some aspect of program performance and the standards governing that aspect of the program; and
 - 3) using discrepancy information either to change performance or to change program standards."(zie ook Popham, 1975 voor een beschrijving van het evaluatiemodel van Provus)
- c. Ook diverse nederlandse evaluatietheoretici zijn aanhangers van een "doel-realiserings"model (onder andere De Groot, 1981; Hofstee, 1982, 1987; Scheerens, 1983). Daarbij wordt meestal meer dan bij Provus ook aan "zachtere" naast "hardere" meetmethoden een plaats toegekend. De Groot pleit bijvoorbeeld voor "learner reports" - waarin leerlingen zelf hun leerervaringen rapporteren - als "oplossing" voor het probleem van de slechts partiële dekking van leereffecten door toetsprestaties. (In

hoofdstuk 7 zullen we laten zien hoe we deze methode in ons onderzoek gebruikt hebben).

Bij evalueren gaat het om meer dan onderzoeken en meten; ook waarderings- en besluitvormingsprocessen spelen een rol. De vraag is hoe sterk deze processen geformaliseerd moeten worden en in hoeverre de beslissingsalternatieven vooraf vastgelegd moeten worden.

d. Een beslissingsgeoriënteerde opvatting van evaluatie vinden we onder andere bij Alkin (1970);

"Evaluation has been defined as the process of ascertaining the decision areas of concern, selecting appropriate information and collecting and analyzing information in order to report a summary of data useful for decision makers in selecting among alternatives".

e. Een definitie uit dezelfde hoek komt van Stufflebeam et al. (1971)
"The process of delineating, obtaining and providing useful information for judging decision alternatives".

Heel andere omschrijvingen van evaluatie komen uit de hoek van de waarderingsmodellen. We noemen er twee exponenten van:

f. "In the abstract we may say that evaluation attempts to answer certain types of questions about entities. How well does this perform? Is the use... worth what it is in costing....(Scriven, 1967).

g. "Evaluation is an observed value compared to some standard. The denominator is not simple, for it pertains to the complex of expectations and criteria that different people have for such a program" (Stake, 1972).

Evaluatie dient volgens Stake "responsive" te zijn, hetgeen onder meer inhoudt dat "the different value-perspectives of the people at hand are referred to in reporting the succes and failure of the program."

Tot slot: een Nederlandse omschrijving:

h. Evaluatie kan beschouwd worden als het verzamelen van feitelijke gegevens en waardeoordelen om beslissingen mogelijk te maken" (Weeda, 1981, p. 66).

De recente evaluatieliteratuur laat meestal varianten van bovenstaande omschrijvingen zien, voor zover de auteurs zich nog wagen aan definities. Vaak is men wat meer eclectisch georiënteerd.

Wij menen dat voor een eclectische benadering veel te zeggen is. Bij nadere beschouwing blijkt namelijk dat het bij bovenstaande evaluatiemodellen en andere die in de literatuur genoemd worden niet altijd om elkaar uitsluitende zaken gaat, maar dat zij elkaar in bepaalde opzichten ook wel aanvullen. Iedere definitie geeft eigenlijk een bepaalde invulling van evaluatie die in bepaalde situaties goed bruikbaar is, maar zeker niet in alle. Of een curriculum-evaluator bijvoorbeeld een benadering moet volgen zoals door Provus wordt voorgestaan, hangt ons inziens sterk af van het onderwijsconcept in het project (bijvoorbeeld van de mate waarin naast "product" doelen ook "proces"doelen bij leerlingen worden nage-

streefd, vgl. Rasche, 1973). Als procesdoelen in een project veel nadruk krijgen, lijkt bijvoorbeeld de evaluatiebenadering van Provus ons weinig vruchtbaar en op zijn minst te beperkt.

De evaluatoren in het PLON-project - van wie de auteur er één is - zijn in eerste instantie uitgegaan van een vrij brede definitie van evaluatie. In overleg met ontwikkelaars en andere belanghebbenden zijn daarbij in diverse fasen van het project meer specifieke keuzes gemaakt. Zo'n specifieke keuze kan bijvoorbeeld inhouden dat in een bepaald evaluatieonderzoek in het PLON gekozen wordt voor een doelrealiseringsmodel waarin alleen "harde" leereffectmetingen een plaats hebben, terwijl in een ander onderzoek nagegaan wordt vanuit welke waardeperspectieven leraren en schoolleiders tegen het nieuwe curriculum aankijken (in de lijn van Stake, 1972). De brede (pluralistische in tegenstelling tot unitaristische) definitie van curriculumevaluatie waarvoor wij opteren zou als volgt kunnen luiden:

Curriculumevaluatie in het PLON is het planmatig verzamelen, analyseren en rapporteren van zo valide mogelijke informatie over het functioneren van het curriculum (of voorversies daarvan), zodanig dat dit voor een bepaalde clientgroep (ontwikkelgroep of andere relevante personen) kan bijdragen tot een verantwoorde oordeels- en besluitvorming ten aanzien van het curriculum, met name wat betreft de aanpassing of invoering van het curriculum.

Zoals in hoofdstuk 1 (voetnoot 2) is aangegeven, gebruiken we de term "curriculum" hier als synoniem voor onderwijsleerpakket. Anders gezegd, onder "curriculum" verstaan we in bovenstaande omschrijving het leerplan op microniveau, zoals het gematerialiseerd is in op schrift gestelde uitspraken (documenten en handleidingen voor de leerkracht en lesmateriaal). Goodlad et al. (1979) spreken hier over het "formele" curriculum (op micro-niveau). In de volgende paragraaf gaan we nader in op een aantal aspecten van onze evaluatie-definitie.

2.2 ASPECTEN VAN EVALUATIE-ONDERZOEK

Nadere explicitering van onze werkdefinitie van curriculumevaluatie noopt tot onderscheid van de volgende vier aspecten: er is sprake van:

- 1) Een of meer *doelgroepen* en één of meer *functies* die de evaluatieve informatie voor de betreffende doelgroepen kan hebben.

Bij de doelgroepen kan het gaan om ontwikkelaars, maar bijvoorbeeld ook om leraren of onderwijsbeleidsfunctionarissen. Tot de functie "bijdragen aan oordeels- en besluitvorming" hoort het verhelderen van visies, vergemakkelijken van beslissingen en dergelijke. Er zijn allerlei gradaties van dwingende tot indirecte beïnvloeding (vgl. Meijer, 1981; Van den Berg, 1983).

In het PLON worden uitdrukkelijk meerdere doelgroepen en functies van evaluatie onderscheiden. (In grote lijnen onderscheiden we formatieve en summatieve evaluatie. In §2.3 wordt daar nader op in gegaan.)

In veel unitaristische evaluatiemodellen, bijvoorbeeld van Hofstee (1982), lijkt dat niet het geval. Naar ons idee heeft Hofstee weinig oog voor de behoefte die ontwikkelaars in vroege fasen van het project hebben aan evaluatieve informatie ten behoeve van revisie van les-materiaal. Wij menen dat voor het uitvoeren van deze evaluatietaak ten behoeve van ontwikkelaars zeker ook een vooraanstaande rol moet worden toebedeeld aan interne evaluatoren (zoals in het PLON). In samenwerking met externe evaluatoren kunnen zij zorgen voor evaluatie-onderzoek dat enerzijds voldoende objectiverende distantie neemt van de ontwikkelaars, anderzijds voldoende aansluit bij hun referentiekaders.

2) De te evalueren *entiteit*.

Bij vragen over het feitelijk functioneren van het curriculum moet het precieze object van evaluatie nader omschreven worden. Scriven (1967) spreekt over entiteit in plaats van object, een taalgebruik dat door Lewy (1977) wordt overgenomen. De term entiteit verdient ons inziens de voorkeur omdat object snel geassocieerd wordt met iets materiëls, boek, plaatje, etc. Echter ook iets abstracters als "de thematische leerstofordening in het PLON" is een curriculumkarakteristiek waarvan men positieve of negatieve verwachtingen kan hebben en als zodanig een evalueerbare entiteit. Onder een curriculumentiteit valt dan zowel een in tijd aaneengesloten onderdeel van het onderwijsleerpakket (bijv. het thema "Verkeer en Veiligheid") als een bepaald didactisch aspect aan het pakket (bijv. "onderwijzen van natuurkunde in leefwereldcontexten", "doen van keuze-onderzoeken", of de behandeling van de wet van Lenz in het thema "Elektrische Machines"), dat centraal staat en aanwijsbaar is in het formele curriculum.

3) Het *criterium*-aspect

In klassieke "doel-realisering" modellen van evaluatie richt het onderzoek zich uitsluitend op - bij voorkeur objectief vaststelbare - leerprestaties van leerlingen. Leerprestaties zijn de criteria waaraan het welslagen van het curriculum wordt afgemeten. Later wordt er met name door de "waarderings"modellen, zoals die van Scriven (1967) ook aandacht gevraagd voor andere criteria. Aansluitend bij Scriven merkt Lewy (1977) op dat de algemene vraag "Is the program a good one" een variëteit aan specifieke vragen kan op roepen. "In order to answer these types of questions one needs to specify the conditions that will serve as a basis for making judgements. "Good" may mean different things to different persons" (Lewy, 1977, p. 24). In de PLON-evaluatie vindt het onderzoek naar de entiteiten plaats vanuit uiteenlopende criteria. Naast de cognitieve leerprestaties van leerlingen, gaat het hier ook om diverse affectieve opbrengsten, de wijze waarop met het les-materiaal omgegaan wordt in de klas, en dergelijke. We hanteren het begrip criterium hier in de zin van waarderingsaspect van waaruit naar een bepaalde curriculumentiteit gekeken wordt en niet in de zin van een vooraf vastgestelde kritische waarde op een operationele variabele; dus bijvoorbeeld niet een bepaalde beheersingsnorm op een prestatie-toets, zoals bij Provus, of een minimale attitude-score die de

groep PLON-leerlingen gemiddeld moet halen. Scheerens (1983) onderscheidt hier evaluatie-criteria en evaluatie-standaarden (p. 44): "Evaluatiecriteria zijn de dimensies, geoperationaliseerd tot variabelen, waarop geëvalueerd wordt, standaarden zijn bepaalde waarden - bijv. grensscores - gedefinieerd op de criteria".

4) Het methode-aspect.

Bij de informatie-verzameling wordt de nadruk gelegd op *planmatige* verzameling van informatie die voldoet aan eisen van *validiteit*.

Het onderzoek moet zoveel mogelijk¹ voldoen aan eisen van "empirische gestrengheid" (Van der Zee, 1979) die aan gedragswetenschappelijk onderzoek gesteld worden (zoals bijvoorbeeld uitgewerkt door De Groot, 1961). Dat betekent bijvoorbeeld dat geprobeerd wordt de informatie zoveel mogelijk onafhankelijk te laten zijn van het toevallige tijdstip van meting, het toevallige onderzoeksinstrument en dergelijke en dat er zoveel mogelijk controles op deze onafhankelijkheid worden uitgevoerd. Vaak is een mogelijkheid om aan deze eisen te voldoen een onderzoeksprogramma (sequentie van onderzoeken), waarin zowel kwalitatieve als kwantitatieve onderzoeksmethoden kunnen worden ingezet. In §2.5 gaan we daar nader op in.

De verschillen die er tussen de diverse evaluatie-modellen in de literatuur bestaan, zijn ons inziens voor een belangrijk deel te herleiden tot verschillen in inperkingen van de bovengenoemde vier aspecten, dat wil zeggen in restricties met betrekking tot de diversiteit van *functies*, *entiteiten*, *criteria* en *methoden* die toelaatbaar geacht worden. In het project hebben we aan deze variabelen in eerste instantie zo min mogelijk beperkingen opgelegd. De brede evaluatieopvatting die daarvan het gevolg is, hebben we geprobeerd in onze werkdefinitie tot uiting te brengen.

Op de vier aspecten uit de werkdefinitie zullen we nog nader ingaan in de volgende paragrafen. Hier vermelden we vast dat er bepaalde afhankelijkheden tussen de keuzes ten aanzien van de vier aspecten zijn; zo zal bijvoorbeeld veld- en beleidsgerichte evaluatie (aspect 1) zich doorgaans op andere entiteiten richten (aspect 2) dan ontwikkelingsgerichte evaluatie. Ook zullen bij veld- en beleidsgerichte evaluatie (ook wel summatieve evaluatie genoemd) andere evaluatiecriteria gehanteerd worden dan bij ontwikkelingsgerichte evaluatie (ook wel formatieve evaluatie genoemd): bijvoorbeeld die criteria welke zich lenen voor een vergelijking van het nieuwe curriculum met bestaande curricula. Beleidsgerichte evaluatie zal ons inziens sterker moeten voldoen aan empirisch-wetenschappelijke criteria van gedragswetenschappelijk onderzoek dan bepaalde routinevormen van formatieve evaluatie. (Zie De Groot, 1981 voor het begrip "routi-

1. Met name voor de formatieve evaluatie geldt dat het validatie-onderzoek soms beperkt moet zijn vanwege randvoorwaarden als tijdig beschikbaar komen van de informatie en dat de kwaliteit van diverse instrumenten niet voorafgaande aan het onderzoek kan worden vastgesteld.

ne evaluatie"). In de volgende paragrafen gaan we nader op deze zaken in.

2.3 FORMATIEF EN SUMMATIEF EVALUATIE-ONDERZOEK

In dit proefschrift gaat het om onderzoek aan het PLON-curriculum en naar de leefwereld- en participatiegerichtheid van dit curriculum dat voornamelijk summatieve functies heeft. Toch is er hiervoor ook veel ontwikkelingsgericht (formatief) onderzoek gedaan rondom de genoemde curriculumentiteiten. Geprobeerd is in een onderzoeksprogramma van meerdere deelonderzoeken aan zowel formatieve als summatieve evaluatiefuncties recht te doen. Vaak zijn in een concreet onderzoek ook beide functies aanwijsbaar, al domineert één functie meestal over de andere. In de beginfase van het project, toen er alleen nog maar aan het curriculum voor de 2^e en 3^e klas gewerkt werd, was er nog weinig sprake van summatief gericht onderzoek. Het ging toen om ontwikkelingsonderzoek gericht op revisie van lesmateriaal². In de latere fasen van het project wordt er voor de onderbouw HAVO/VWO en voor MAVO vooral summatief onderzoek gedaan, terwijl op dat moment het onderzoek voor de bovenbouw HAVO/VWO gezien de latere start van het ontwikkelwerk nog formatief is.

2.4 PRIORITERING VAN EVALUATIEVRAGEN

In de planning en uitvoering van een concreet evaluatie-onderzoek proberen we met betrekking tot de onderzoeksvraag(en) zoveel mogelijk te specificeren om welke entiteit(en) en criteria het gaat. De criteria worden hier zoveel mogelijk gespecificeerd in termen van effecten die een entiteit bij leraren en/of leerlingen kan hebben.

Voor de *inhoudelijke* invulling van de onderzoeksvragen zijn er vier desiderata, die naar de mate waarin er aan voldaan is de prioriteit, die ze in het onderzoek krijgen, bepalen:

- 1) Ze hebben betrekking op *centrale* curriculumentiteiten, die geacht worden in belangrijke mate met de doelen van het curriculum samen te hangen.
- 2) Ze hebben betrekking op *vernieuwende* curriculum-entiteiten, dat wil zeggen entiteiten die vernieuwend zijn in vergelijking met meer traditionele curricula voor dit vak en schooltype; het gaat tevens om karakteristieken van het curriculum waarvan de waardetoekenning en de verwachtingen nogal verschillen bij de diverse betrokkenen (zie ook punt 3).

2. In de totale PLON-evaluatie komt ongeveer twee-derde op rekening van formatieve evaluatie.

- 3) Ze refereren aan *twijfels, gesuggereerde alternatieven, verschillen van mening*, die er zijn bij de leden van de curriculumontwikkelingsgroep of bij de relevante betrokkenen (leraren, beleidsinstanties e.d.). De twijfels en verschillen van mening betreffen de verwachte effecten van de curriculum-entiteit; de alternatieven betreffen de vormgeving van de curriculum-entiteit. Bij het uitspreken van deze twijfels is ook een belangrijke taak voor de evaluatoren weggelegd.
- 4) De onderzoeksvragen zijn gegeven de beschikbare tijd, gelden, mankracht en deskundigheid *bevredigend te beantwoorden* en verwacht wordt dat de onderzoeksresultaten een duidelijke nieuwsaarde hebben ten opzichte van eerdere gegevens.

Deze vier desiderata hebben er toe geleid dat besloten is ook in de summatieve evaluatiefase onderzoek te doen naar de leefwereld- en participatiegerichtheid van het curriculum. Het gaat hier namelijk om curriculumentiteiten die centraal zijn, vernieuwend in het natuurkundeonderwijs en controversieel, terwijl de faciliteiten aanwezig waren om het onderzoek uit te voeren.

2.5 METHODOLOGISCHE KANTTEKENINGEN BIJ EVALUATIE-ONDERZOEK IN HET PLON

In deze paragraaf gaan we nader in op de vraag in hoeverre evaluatie-onderzoek in het PLON causaalgericht en theoriegericht is en staan we stil bij het begrip onderzoeksprogramma.

Causaalgericht onderzoek

In de literatuur wordt van tijd tot tijd gedebatteerd over de vraag in hoeverre evaluatie-onderzoek causaalgericht moet zijn (zie bijv. Cronbach, 1982; De Groot, 1986; Hofstee, 1987; Hoebe, 1987). De discussie is soms verwarrend, omdat er enigszins verschillende dingen onder "causaal" verstaan kunnen worden. Dit geldt ook voor andere dan curriculaire fenomenen. Ook alledaagse fenomenen, zoals de beweging van een biljartbal kunnen aanleiding zijn voor (filosofische) discussies over causaliteit en zijn dat door de geschiedenis heen ook geweest. De oorzaak van de beweging van een biljartbal kan men verschillend benoemen; bijvoorbeeld de stoot die de speler met de keu gaf, de kracht die hij op de bal uitoefende, de kracht in combinatie met de relatief geringe massa van de bal en de wrijving van het laken, enzovoort (zie ook Cook en Campbell, 1979, p. 9 e.v.). Ook bij het begrip "causaalgerichte" evaluatie kan men diverse niveau's van causaliteit onderscheiden. Als er in de literatuur gepleit wordt voor causaalgerichte evaluatie lijkt vaak niet veel anders bedoeld dan dat zo nauwkeurig mogelijk moet worden vastgesteld (dat wil zeggen met uitschakeling van alternatieve verklaringen) in hoeverre het curriculum tot bepaalde beoogde effecten leidt. Het gaat hier dus om het curriculum als globale causale factor, een "molair" niveau van causaliteit dat

vergelijkbaar is met de biljartkeu als causale factor in het voorbeeld hierboven. Daarnaast zou men ook aan meer "*moleculaire*" aspecten kunnen denken, dat wil zeggen deelaspecten van het curriculum en deelprocessen (zoals bijvoorbeeld de door leerlingen ervaren leefwereld- en participatiegerichtheid van het PLON-curriculum). Opname van deze variabelen in een correlatie- of quasi-experimenteel design kan ons inziens bijdragen aan de (interne) validiteit van het design om een curriculumeffect vast te stellen. Om een voorbeeld te noemen: als onderzoeksinstrumenten indiceren dat PLON-leerlingen de lessen als meer betekenisvol ervaren dan een groep controleleerlingen, wint deze bevinding aan overtuigingskracht als zou blijken dat zij de lessen ook als meer leefwereld- en/of participatiegericht ervaren; leefwereld- en participatiegerichtheid van natuurkundelessen zijn immers de middelen waarmee PLON-ontwikkelaars getracht hebben de natuurkundelessen meer betekenisvol te maken voor de leerlingen.

Theorie- en praktijkgerichtheid

Vanwege de ontwikkelings- en de veld- en beleidsgerichte functies wordt evaluatie-onderzoek in methodologische beschouwingen vaak getypeerd als (primaire) *praktijkgericht* onderzoek; men stelt dit dan tegenover (primaire) *theoriegericht* onderzoek (zie bijv. Hoeben, 1981; Creemers en Hoeben, 1984; Swanborn, 1982). Theoriegericht onderzoek kan omschreven worden als onderzoek dat primair gericht is op wetenschappelijke theorievorming, met name op het begrijpen en verklaren van verschijnselen. Wat het onderwijsonderzoek betreft gaat het hier bijvoorbeeld om theoretische kenniswinst ten aanzien van effecten van een bepaalde onderwijsleerstrategie, waarbij de betreffende theorieën een groter generalisatiebereik hebben dan één specifiek curriculum (i.c. het PLON-curriculum).

Het onderscheid "theoriegericht" versus "praktijkgericht" moet men ons inziens qua doelstellingen, opbrengst en onderzoeksmethoden niet als een dichotomie zien; het gaat om accentverschillen. Divers evaluatie-onderzoek kan zo opgezet worden dat het ook *theoretische* opbrengsten oplevert. Hoeben (1981) en Creemers en Hoeben (1984) duiden dit aan als meeropbrengsten van evaluatie-onderzoek. Ook het onderzoek naar leefwereld- en participatiegerichtheid van het PLON-curriculum kan zo opgezet worden dat het tevens conclusies met betrekking tot deze onderwijskenmerken oplevert, die ook voor andere curricula geldingskracht kunnen hebben.

De kans op theoretische opbrengsten wordt groter naarmate er uitgegaan is van een theoretisch model. Zo zullen we in het onderzoek naar effecten van leefwereldgericht natuurkunde-onderwijs aansluiting zoeken bij motivatietheorieën en cognitieve leertheorieën (onder andere Mayer, 1975; Mayer en Greeno, 1972 en theorieën over systeemscheiding) voor de nadere uitwerking van het onderzoeksdesign en de specificatie van de effecten. Onder meer De Groot (1981) en Stokking (1984) pleiten er voor om in evaluatie-onderzoek van theoretische modellen uit te gaan. Beiden doen deze aanbeveling overigens óók om juist de *praktijkfunctie* van het onderzoek tot zijn recht te laten komen. Stokking benadrukt dat theorie en met name het benutten van bestaande theorie naast een goede methodologie houvast kan geven bij de interpretatieproblemen die in evaluatie-

onderzoek vaak verscherpt aan de dag treden (Stokking, 1984). De Groot opteert in evaluatie-onderzoek voor een zo duidelijk mogelijke specificatie vooraf van zowel de theoretische herkomst van het idee als van de uitkomst van het onderzoek. Daarbij kunnen ook "zachte" theorieën worden ingeschakeld als er weinig algemeen aanvaarde theorie is. Het is dan aan de onderzoeker om de "harde denkdiscipline" op te brengen die nodig is voor de specificatie van "herkomst en uitkomst" (p. 31).

De theorie waar het hier om gaat ligt dus niet altijd aan de basis van de curriculumconstructie, maar moet vaak achteraf "gereconstrueerd" worden (Hoeben, 1981). Ons inziens is het in de meeste curriculumvernieuwingen-projecten (zo ook het PLON) niet mogelijk om vrij stringent te ontwikkelen vanuit (onderwijs-)leertheorieën. Hiervoor zijn allerlei oorzaken aan te geven. De beschikbare theorieën zijn bijvoorbeeld onvoldoende gevalideerd voor realistische leersituaties op school; een andere oorzaak is dat er op bepaalde gebieden, bijvoorbeeld op het gebied van leefwereldgericht onderwijs eenvoudig weinig theorievorming heeft plaatsgevonden. De theoretische reconstructie is vooral in latere fasen mogelijk (op grond van voorbereidende onderzoeken, case-studies en herhaalde reflecties); bovendien is het dan mogelijk de curricula in de richting van de theorie bij te stellen. In hoofdstuk 3 zullen we de theoretische reconstructie die aan de basis van ons onderzoek staat, nader beschrijven.

Evaluatie-onderzoek als een programma van deelonderzoeken

De Groot (1961) wijst er op dat een onderzoeker in de gedragswetenschappen niet alles in één keer mee kan nemen; de instrumenten zijn veelal nog niet ontwikkeld en uitgetest en moeten dus nog door de onderzoeker geconstrueerd worden, er zijn talloze verbijzonderingen en instrumentaliseringen te maken van de theoretische begrippen, enz³. Dit alles geldt ons inziens wel zeer in het bijzonder voor evaluatie-onderzoek in vernieuwingsprojecten. De probleemstelling in §1.7 laat zien dat vrijwel alle variabelen om nieuwe operationaliseringen vragen. Als er ergens een vorm van onderzoek is waar niet met eenmalig onderzoek volstaan kan worden dan is het wel evaluatie-onderzoek⁴. Vergeleken met het (pri-

3. De noodzaak van meerdere onderzoeken is er ook omdat de conceptualisering van de variabelen geen eenmalig gebeuren is. Conceptualiserings- en operationaliseringsactiviteiten wisselen elkaar cyclisch af. Zo wijst De Groot (1961) er op dat deelonderzoeken ook resultaten op kunnen leveren, die leiden tot een scherper inzicht in de theoretische variabelen.

4. Een programma van sequentiële deelonderzoeken is niet alleen nodig vanuit het gezichtspunt van constructvaliditeit, maar ook omdat de interne en externe validiteitsproblematiek (Campbell en Stanley, 1963; Cook en Campbell, 1979) om replicatieonderzoek vragen; een andere reden is dat er vaak binnen één onderzoek niet genoeg lesuren beschikbaar zijn om alle instrumenten af te nemen (terwijl matrixsampling grotere aantallen leerlingen eist dan vaak voor het nieuwe curriculum beschikbaar zijn).

mair)-theoriegerichte onderzoek staat het onderzoek en de data-analyse bovendien vaak onder hoge tijdsdruk en worden soms allerlei "extraatjes" in het onderzoek meegenomen via "brede band"-technieken; ontwikkelaars en leraren eisen in de setting van dit project direct bruikbare resultaten waar ze in de praktijk iets mee kunnen. De mate waarin hieraan voldaan wordt en de mate waarin de informatie "geloofwaardig" voor hen is (Van den Berg, 1983 spreekt over herkenbaarheid en praktische intersubjectiviteit) bepaalt in hoge mate hun bereidheid tot participatie in het onderzoek. De evaluatieonderzoeker zal dan ook vaak niet met een eenmalig onderzoek kunnen volstaan, maar dient een sequentie van onderzoeken op te zetten om een bepaalde evaluatievraagstelling te kunnen beantwoorden.

Kwantitatieve en kwalitatieve onderzoeksmethoden

In een onderzoeksprogramma kan een diversiteit aan onderzoeksmethoden worden ingezet, zowel kwantitatieve methoden als kwalitatieve methoden. In een vroege fase van een ontwikkelingsproject kan het gebruik van kwalitatieve methoden zeer zinvol zijn vanwege de geringe theorievorming in die fase, de relatieve onscherpte van de concepten en de weinige instrumentele kennis die er op dat moment is met betrekking tot variabelen als leefwereld- en participatiegerichtheid. Ook in de latere fasen zijn kwalitatieve methoden echter goed bruikbaar omdat ze meer spontane antwoorden van leerlingen opleveren die de resultaten van de kwantitatieve meetmethoden kunnen ondersteunen en verhelderen. In dit opzicht zijn we het eens met diverse bronnen (onder andere De Groot, 1961, 1981; de svo-beleidsnota over leerplan evaluatie 1980; Miles en Huberman, 1984) die stellen dat kwalitatieve methoden niet alleen in explorerende maar ook in confirmerende zin gebruikt kunnen worden, mits zoveel mogelijk maatregelen getroffen worden om de subjectiviteit van de gegevens zo klein mogelijk te maken. Voor het onderhavige onderzoek zullen met name bij het inwinnen van informatie over leefwereldgeoriënteerde leereffecten ook kwalitatieve methoden worden ingezet.

2.6 ENKELE CONSEQUENTIES VAN DE PLON-EVALUATIESTRATEGIE VOOR HET ONDERHAVIGE ONDERZOEK

Het onderzoek naar de in §1.7 geschetste globale probleemstelling is door ons uitgevoerd als evaluatie-onderzoek dat zich grotendeels afspeelde tijdens het PLON-project. Dit betekent dat dit onderzoek in de pas moest lopen met het ontwikkelingswerk en naast summatieve ook vaak formatieve functies had. Gezien deze taakstelling werden vaak allerlei extra vragen in het onderzoek meegenomen, wat niet het geval zou zijn bij een uitsluitend summatieve functie en moest de voorbereiding en uitvoering van het onderzoek vanwege de formatieve functie onder grote tijdsdruk worden uitgevoerd. De operationalisatie van de onderzoeksvraag en de onderzoeksvariabelen werd verder bemoeilijkt doordat het theoretisch kader (nomologisch netwerk) achter de onderzoeksvraagstelling niet voor-

afgaande aan het ontwikkelings- en onderzoekswerk beschikbaar was, maar gedurende deze activiteiten ge(re)construeerd moest worden. Bij deze reconstructie zullen ook procesvariabelen worden meegenomen, omdat die voor het vaststellen en causaal interpreteren van curriculumeffecten van belang kunnen zijn. In hoofdstuk 3 gaan we nader op het theoretisch kader in, waarna in hoofdstuk 4 uiteengezet wordt hoe dit in een onderzoeksplan is vorm gegeven.

3. THEORETISCH KADER EN UITWERKING VAN DE GLOBALE PROBLEEMSTELLING

3.1 INLEIDING

In §1.7 hebben we de globale probleemstelling van het onderzoek als volgt geïntroduceerd: "In hoeverre leidt het PLON-curriculum en met name de leefwereld- en participatiegerichtheid van dit curriculum tot onderwijs dat door leerlingen als betekenisvol ervaren wordt en in hoeverre heeft dit gevolgen voor de cognitieve opbrengsten (traditioneel-fysische en leefwereldgeoriënteerde opbrengsten)?"

Zoals in §2.5 betoogd is, willen we deze probleemstelling reconstrueren als een netwerk van theoretische uitspraken en vraagstellingen. Dit gebeurt door de probleemstelling te confronteren met naïeve hypothesen van ontwikkelaars en andere betrokkenen (zoals bijvoorbeeld verwoord op pag. 4 schema 1.1, eerste uitspraak) en met sociaalwetenschappelijke theorieën en onderzoeksresultaten. Het voorlopige eindresultaat van deze reconstructie wordt gegeven in §3.4. Daaraan voorafgaand wordt ons zoekproces en de wording van het theoretisch model geschetst voor zover het gaat om een theoretische plaatsbepaling van het begrip "ervaren betekenisvolheid"; in §3.2 beschrijven we hoe eerst naar aanknopingspunten voor dit begrip gezocht is in de traditie van het meten van affectieve opbrengsten van onderwijs; vervolgens gaan we in §3.3 na in hoeverre begripsverheldering gevonden kan worden bij leertheorieën die een centrale plaats toekennen aan motivationele variabelen bij het leren op school. De resultaten van de reconstructie van het totale netwerk aan variabelen is weergegeven in §3.4. Tenslotte wordt in §3.5 op basis van het theoretische model de algemene probleemstelling uiteengelegd in een aantal specifieke onderzoeksvragen.

3.2 AFFECTIEMETINGEN IN ONDERZOEK NAAR EFFECTEN VAN ONDERWIJS

In onderzoek naar effecten van onderwijs wordt traditioneel een centrale plaats ingenomen door variabelen die het accent leggen op kennis en intellectuele vaardigheden. Gedurende de laatste twintig jaar is er echter geleidelijk meer belangstelling gekomen voor variabelen die betrekking hebben op waarden, houdingen, interesses en gevoelens van leerlingen. De variabelen uit de eerste groep kunnen aangeduid worden als *cognitieve* variabelen en de variabelen uit de tweede groep als *affectieve* variabelen. Naar analogie van de formuleringen van Krathwohl et al. (1964) voor affectieve doelstellingen (beoogde affectieve opbrengsten) zou men het totale gebied van affectieve variabelen (dus ook daar waar het niet om beoogde opbrengsten gaat) kunnen omschrijven als variabelen die een gevoelston, een emotie of een bepaalde mate van aanvaarding en verwerping inhouden. Deze variabelen zijn wel te onderscheiden maar niet te

scheiden van cognitieve variabelen. Voor iedere affectieve variabele geldt immers dat de affectie zich altijd richt op "iets" en van dat "iets" heeft men een (cognitieve) voorstelling. (Op nog andere wat minder triviale relaties tussen affectie en cognitie zullen we verder ingaan in §3.4.1).

Niet alleen tussen affectieve en cognitieve variabelen kunnen we onderscheid maken maar ook binnen het gebied van de affectieve variabelen zijn nadere onderscheidingen mogelijk (en wenselijk). In principe is het mogelijk om zoals Kremers (1978) voor affectieve doelstellingen doet, affectieve variabelen in kaart te brengen volgens de dimensies "*inhouden*" en "*gedragingen*". Op de gedragsdimensie zouden onder andere concepten als attitude, interesse, waardering en motivatie geplaatst moeten worden en op de inhoudsdimensie de gebieden waar de attitude, interesse en dergelijke betrekking op heeft (zie bijvoorbeeld Kremers, 1978; 1981; Krathwohl et al., 1964; Klausmeier en Ripple, 1971). Helaas blijken de affectieve variabelen echter in onderwijsonderzoek vaak nogal in onscherpe en overlappende zin gebruikt te worden. Zo kan het gebeuren dat twee evaluatie-onderzoekers die beiden na afloop van een lessenserie aan leerlingen gevraagd hebben of ze de lessen leuk en niet te moeilijk vonden, een verschillende terminologie hanteren; onderzoeker A zegt dat hij de *motivatie* van leerlingen heeft onderzocht en onderzoeker B dat hij de *attitude* van leerlingen gemeten heeft. Het is zeker waar dat begrippen als motivatie, interesse en attitude met elkaar te maken hebben (reden waarom de verzamelterm *affectieve* variabele op zijn plaats is), maar dat betekent niet dat ze identiek zijn; in plaats van de termen als synoniemen te gebruiken lijkt het ons goed om samenhangen tussen deze en andere affectieve variabelen te expliciteren (zoals wij voor ons onderzoek zullen proberen in §3.4). Ook het onderzoek van het onderwijs in de natuurwetenschappen maakt zich schuldig aan vaag woordgebruik, zo viel te constateren op het symposium "Interests in Science and Technology Education" in 1984 te Kiel. Gardner constateerde daar in een "stand van zaken" voordracht dat het meeste onderzoek op dit gebied naar interesses en attitudes lijdt aan conceptuele zwakheden; het gaat hier om "conceptual issues, relating to clarification of the meaning of the concept of 'interests', its distinction from other overlapping concepts, e.g. attitudes, enjoyment, motivation, satisfaction etc.", (Gardner 1985, p. 23). Behalve op deze onduidelijkheden met de *gedrags*component wijst Gardner ook op vaagheden waar het de *inhouds*component betreft, bijvoorbeeld "interests in science" may encompass a number of quite distinct kinds of interests". Bij deze inhoudscomponent gaat het zoals gezegd steeds om de "wat"-vraag, datgene waar de motivatie, interesse, attitude en dergelijke betrekking op heeft. Deze inhoudscomponent wordt nauwelijks gespecificeerd, terwijl dit bijvoorbeeld van veel belang is als men relaties met cognitieve opbrengsten wil nagaan. Onduidelijkheden ten aanzien van de inhouds- en gedragscomponent doen zich ook in evaluatie-onderzoek voor. Dit is daar misschien ook meer te verwachten dan elders omdat juist dit type onderzoek helaas niet uitblinkt in het maken van theoretische onderschei-

dingen¹. Hierbij aansluitend merken we op dat het ons bijvoorbeeld niet correct lijkt om in het eerder gegeven curriculumevaluatie-voorbeeld waarbij leerlingen terug moesten kijken op een lessenserie, over *attitudemeting* te spreken. Het gaat in dat voorbeeld veel meer om onderzoek naar *taakbeleving* en *taakwaardering* van leerlingen.

In overeenstemming met het gangbare woordgebruik in de (sociale) psychologie reserveren wij de term "attitude" in dit proefschrift liever voor meer gegeneraliseerde belevingen die boven de beleving van bepaalde lessen uitstijgen (maar wel het cumulatieve effect van al die belevingen kunnen zijn) en consequenties kunnen hebben voor toekomstig gedrag. Het gaat dan bijvoorbeeld om zaken die verwoord zijn in PLON doelstellingen-paper 1: (d.d. november 1974). We lezen daar over attitudes (houdingen) die met het PLON-curriculum moeten worden nagestreefd: "de natuurkundelessen moeten zo ingericht zijn dat de leerlingen enige waardering opdoen voor de technische vaardigheden van de natuurkunde en dat bij de leerlingen een zekere bereidheid ontstaat om ook buiten de klas zelfstandig kennis te verwerven en toe te passen". Wat hier genoemd wordt, zijn houdingen ten opzichte van *natuurkunde* en *natuurkundige kennis*. Er wordt een min of meer afgebakend inhoudsgebied genoemd waar de attitude betrekking op heeft.²

Het belang van attitudes, bijvoorbeeld een positieve attitude t.o.v. natuurkunde, is dat deze in het gedrag tot uiting kunnen komen. Zo noemen de sociaalpsychologen Fishbein en Ajzen (1975) een attitude "een aangeleerde predispositie om op consistent gunstige of ongunstige wijze te reageren op een bepaald object" (p. 6). Dit object kan van alles zijn, waaronder ook een vorm van gedrag. Men kan dus een attitude hebben tegenover de democratie, de NATO of de kerk, maar ook tegenover alcohol gebruiken, energiebesparen of tennissen. Aanvankelijk was het een probleem dat ondanks de veronderstelde relatie van attitude en gedrag vaak lage correlaties tussen deze twee klassen van variabelen werden gevonden. Dit leidde in de sociale psychologie tot een herbezinning op methodologische en theoretisch-inhoudelijke factoren die hiervoor verantwoordelijk zijn: een methodologisch argument is dat de attitude vaak heel algemeen werd gemeten en het gedrag heel specifiek, bijvoorbeeld of iemand tegen kernenergie is, voorspelt nog niet of hij zal meelopen in een demonstratie tegen Dodewaard of zal stemmen op een politieke partij die tegen kernenergie ageert. Een theoretisch-inhoudelijk argument is dat attitudes het gedrag kunnen beïnvloeden, maar dat ook andere (externe)

1. De strikte scheiding tussen theoriegericht en praktijkgericht onderzoek die wij in §2.5 verwierpen, wordt door evaluatie-onderzoekers veelal wel aangehangen.

2. Daarnaast zijn er wat de inhoudsdimensie betreft nog vele andere attitudes waard om op school na te streven en om onderzocht te worden. Dit geldt ook met betrekking tot het PLON-curriculum. Zo hebben Eijkelhof en Wierstra (1986) in het kader van het PLON-thema "Ioniserende Straling" attitudes van leerlingen ten opzichte van kernenergiecentrales onderzocht.

factoren een rol spelen, bijvoorbeeld sociale normen uit de omgeving en de praktische (on)mogelijkheid om het gedrag ten uitvoer te brengen. Fishbein en Ajzen (1975) hebben hiermee rekening gehouden en een attitudemodel ontwikkeld waarin de relatie van attitude tot gedrag in kanstermen wordt beschreven. Op grond van dit model kan bijvoorbeeld beschreven worden waarom het verbeteren van de attitude van meisjes t.o.v. natuurkunde-onderwijs niet automatisch tot gevolg hoeft te hebben dat meer meisjes natuurkunde in het eindexamenpakket gaan kiezen.

Samenvattend, merken we op dat termen als affectie en attitude in tal van onderwijsonderzoek op nogal onduidelijke wijze gebruikt worden en er weinig gezegd wordt over relaties met cognitieve variabelen. Het begrip "attitude" zullen we niet als synoniem beschouwen met affectie, maar in navolging van Fishbein en Ajzen zien als een bepaalde affectieve opbrengst met potentiële consequenties voor toekomstig gedrag.

Voor ons onderzoek naar betekenisvolheid lijkt het ons goed om een procesmodel te ontwerpen waarin behalve attitudes meerdere affectieve tussenprodukten tijdens het onderwijsleerproces worden onderscheiden en waarin relaties met cognitieve processen verondersteld worden. Laten we dan nu kijken wat bepaalde leertheorieën aan de constructie van zo'n model kunnen bijdragen.

3.3 DE PLAATS VAN HET BEGRIP "BETEKENISVOLHEID" IN LEERTHEORIEËN

Bij het zoeken naar een leertheoretische verantwoording van het begrip "betekenisvolheid" en de andere begrippen uit de algemene probleemstelling verdient het aanbeveling zoveel mogelijk naar een algemeen overkoepelend leertheoretisch kader te zoeken: criteria als spaarzaamheid en consistentie zetten hiertoe aan. Daarbij vallen al direct een aantal modellen af doordat centrale PLON-opvattingen daarin geen plaats hebben (en soms expliciet uitgesloten worden); zo lijkt bijvoorbeeld een *behavioristische* leertheorie weinig geschikt om het leren van PLON-leerlingen te beschrijven, door de grote nadruk die de ontwikkelaars van het PLON-curriculum leggen op een zekere mate van zelfsturing van leerlingen in het onderwijsleerproces. Een cognitivistische theorie lijkt voor ons doel geschikter. In eerste instantie zochten we aansluiting bij de theorie van Ausubel, mede vanwege diens theorie over *meaningful learning*, dat hij stelt tegenover *rote learning*.

Ausubel stelt dat betekenisvol leren plaats vindt als het leermateriaal door de lerende op inhoudelijke gronden en op niet-arbitraire wijze gerelateerd wordt aan de bij de lerende reeds beschikbare cognitieve structuur (o.a. Ausubel, 1968; Ausubel en Robinson, 1969). Al het andere is *rote learning*. Of bij een persoon betekenisvol leren van een bepaald leerdomein, bijvoorbeeld de relativiteitstheorie, plaats vindt hangt in deze theorie slechts af van de cognitieve structuur van die persoon (of er genoeg aanknopingspunten met de nieuwe leerinhouden zijn) én van een

algemene leerinstelling van deze persoon, namelijk een bereidheid om de aanwezige aanknopingspunten te benutten (dat wil zeggen een algemene bereidheid tot *meaningful learning* in plaats van *rote learning*). De theorie van Ausubel negeert hiermee meer specifieke interesses of tegenzin van leerlingen om over *bepaalde* inhoudelijke zaken informatie te verwerven. Deze kritiek wordt goed verwoord door Van Oers (1987): "Een subject kan in de theorie van Ausubel zijn cognitieve structuur niet in volstrekte willekeur (of op basis van eigen wil) ontwikkelen. De ontwikkelingsmogelijkheden worden niet door de wil of interesse bepaald, maar door de aard en opbouw van de cognitieve structuur zelf, met name door de aard van de beschikbare ankerpunten". (p. 164).

Ons affectieve begrip "(persoonlijk) betekenisvol" dat op specifieke inhoudelijke leerervaringen gericht is, is in de theorie van Ausubel niet vertegenwoordigd. We dienen in plaats daarvan op zoek te gaan naar een theorie waarin actieve persoonlijke keuzes en persoonlijke doelen wel een centrale rol spelen in het menselijk gedrag. De handelingstheorie is één van de theorieën die zich op dit standpunt stelt³. In de theorie van Leont'ev komt in aanvulling op het concept "*objectieve* betekenis", het concept "*betekenis voor een subject*" voor dat gebaseerd is op evaluatie van het handelen of van de handelingsdoelen in het licht van de motieven die het subject tot handelen aanzetten (o.c., p. 330). Hierop aansluitend is Van Oers in zijn studie geïnteresseerd in de vraag hoe ervoor gezorgd kan worden dat "het leren van wetenschappelijke begrippen niet leidt tot vervreemding bij de leerling, maar tot handelen dat past in de eigen motieven en dat door het subject zelf wordt beoordeeld als waardevol" (o.c., p. 201). In een reflectie op de toenemende aandacht voor leefwereldcontexten in het wis- en natuurkundeonderwijs stelt hij: "Vanuit het handelingspsychologisch perspectief is het belang van contexten onmiskenbaar. Elke handeling is gesitueerd en de contexten vormen - per definitie - *betekenisvolle handelingssituaties*". Hoewel de beschouwing van Van Oers voor ons veel herkenbaars bevat en hij in het verdere verloop van zijn betoog behartenswaardige opmerkingen maakt over de noodzaak van praktische activiteit van leerlingen in het onderwijs en van de geleidelijke introductie van wetenschappelijke kennis, geeft hij nauwelijks aanwijzingen voor een verdere conceptualisering en operationalisering van het begrip "betekenisvol voor de lerende". Wellicht komt dit ook doordat

3. Zie Van Parreren (o.a. 1981a,b; 1988). Bij de handelingen die de leerling in de leersituatie uitvoert, gaat het om actief, doel- en situatiegericht handelen, dat naast cognitieve momenten ook allerlei niet-cognitieve irrationele en affectief-emotionele momenten omvat. Handelen in deze zin moet men niet zonder meer koppelen aan uitwendig gedrag; ook de mentale handelingen die een leerling bijvoorbeeld verricht als hij bij het lezen van een tekst de gedachtengang "naconstrueert" vallen eronder.

leefwereldcontexten bij hem, zoals hij zelf zegt (o.c., p. 330), *per definitie* betekenisvol voor de leerling zijn.⁴

In het PLON-curriculum is geprobeerd de contextgebieden en de contexten daarbinnen zodanig te kiezen dat ze betekenisvol zullen zijn voor leerlingen⁵. Of ze dat ook werkelijk zijn is alleen langs *empirische* weg uit te maken (een van de vraagstellingen van deze studie) en is niet a priori (per definitie) het geval. Doordat de door Van Oers beschreven handelingstheorie contexten en de effecten daarvan conceptueel niet onderscheidt, brengt zij ons niet verder. Een betere invalshoek vinden we bij de interactionele en intrinsieke motivatietheorieën (o.a. Deci, 1975; 1985; Heckhausen, 1980, en wat de toepassing op onderwijs aangaat o.a. Boekaerts, 1982a,b, 1985; Lens, 1987); in deze modellen speelt de perceptie en evaluatie door het individu van de (onderwijsleer-)situatie, waarin gehandeld moet worden en later de evaluatie van het resultaat van zijn handelen een grote rol. Deze motivatiemodellen worden daarom ook wel cognitieve evaluatiemodellen genoemd. Uiteindelijk zijn het deze modellen waarmee we bij de reconstructie van de affectieve variabelen verder gegaan zijn. Hieronder wordt dit nader uitgewerkt.

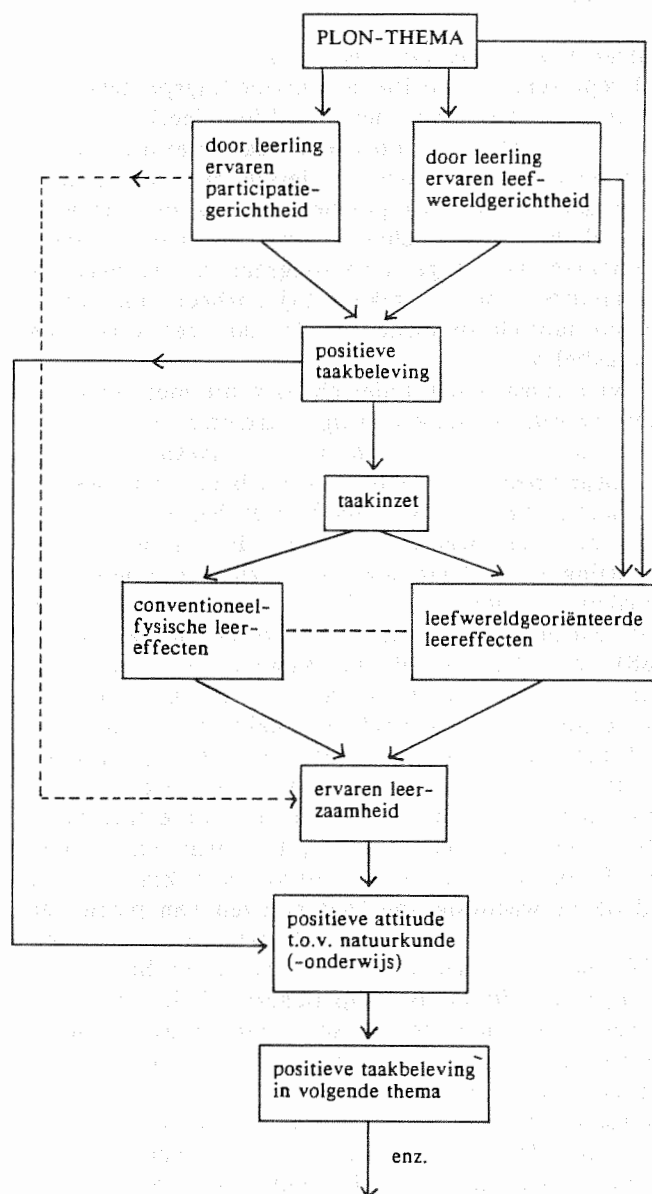
3.4 DE THEORETISCHE RECONSTRUCTIE VAN DE PROBLEEMSTELLING

3.4.1 Een procesmodel van de centrale onderzoeksvariabelen

Het theoretische model dat het voorlopig eindpunt van de reconstructie is, wordt schematisch weergegeven in schema 3.1, voor zover het om de verwachte *positieve* effecten van het PLON-curriculum gaat. Over de mogelijkheid dat er ook *ongewenste* effecten gaan optreden komen we te spreken als onderdeel van §3.4.2. Het model heeft de status van wat Miles en Huberman (1984) een *conceptual framework* noemen: "A conceptual framework explains either graphically or in narrative form, the main dimensions to be studied - the key factors, or variables - and the presumed relations among them" (p. 28). In navolging van hun advies hebben we het model zoveel mogelijk *grafisch* samengevat.

4. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat Van Oers zeker niet kritiekloos aankijkt tegen de wijze waarop met deze contexten in diverse onderwijsvernieuwingprojecten wordt omgegaan. Zo waarschuwt hij voor thematisch onderwijs dat niet veel meer is dan een lappendeken van thema's (Van Oers, 1987, p. 331).

5. Zo is een van de redenen om in het thema "Verkeer" de werkelijkheidsgebieden (leefwereld domeinen) veilig en zuinig rijden als contextgebieden voor de mechanica te kiezen, dat men dacht dat deze koppeling door de leerlingen als betekenisvol zou worden ervaren. Een andere reden naast deze subjectieve betekenisvolheid is o.a. de objectieve (maatschappelijke) betekenis van een reflectie op veilig en zuinig rijden. (Zie ook Hooymayers et al., 1989, p. 55-56).



Schema 3.1 Een procesmodel van de centrale onderzoeksvariabelen.

Het model heeft in eerste instantie vooral gefunctioneerd als denkmodel dat steun geeft bij het verscherpen van de algemene probleemstelling, het genereren van deelonderzoeken, operationaliseren van variabelen en het interpreteren van de resultaten. We lichten nu eerst in deze paragraaf het

model toe, waarna in §3.5 de onderzoeksvragen gepresenteerd worden die op basis van dit model geformuleerd zijn.

Toelichting bij de variabelen en verbanden in het model

De pijlen in schema 3.1 representeren positieve beïnvloedingsprocessen. Zo betekent de pijl boven in het schema van het blok "door leerling ervaren participatiegerichtheid" naar het blok "positieve taakbeleving" dat we verwachten dat naarmate een leerling tijdens de lessen meer mogelijkheden tot eigen inbreng ervaart hij de taak positiever zal beleven (hieronder wordt dat nader toegelicht). In het schema zijn alleen kernvariabelen uit het onderzoek opgenomen. Het is geen paddiagram; dat er maar één pijl naar het blokje "taakinzet" loopt betekent bijvoorbeeld niet dat er geen andere directe en substantiële invloeden op de taakinzet werken dan de mate van positieve taakbeleving.

In het model worden vier constructen onderscheiden die met betekenisvolheid verband houden: (*positieve*) *taakbeleving*; *taakinzet*; *ervaren leersaamheid* en (*positieve*) *attitude ten opzichte van (natuurkunde-)onderwijs*. Een van de sleutelbegrippen in het model is het begrip taakbeleving (zie onder andere Boekaerts, 1982b; 1983; 1985). Met betrekking tot de relatie van taakbeleving met taakinzet lezen we bij Boekaerts dat deze taakbeleving van de leerling (door haar ook wel leertaaksituatiebeleving genoemd) integraal bepalend is voor wat hij doet of niet doet. "Ze is van invloed op de keuze, de aanzet, de intensiteit en persistentie van gedrag" (Boekaerts, 1983, p. 88). Deze leertaakbeleving kunnen we in navolging van deze auteur omschrijven als "het al dan niet bewust uitvoeren van een reeks afwegingsprocessen, die de aantrekkelijkheid en het subjectief belang van een taak of activiteit bepalen" (Boekaerts, 1983, p. 89). Belangrijk bij deze afweging is de beoordeling van kans op succes of mislukking, maar dit is niet het enige (anders dan in de oudere (prestatie-)motivatie modellen die alleen dit type afweging benadrukken). Andere factoren waar volgens Boekaerts een sterk motiverende kracht vanuit gaat, zijn bijvoorbeeld de verwachting van "het beleven van plezier aan eigen functioneren en de mogelijkheid zelf te bepalen wat men doet" (Boekaerts, 1985, p. 126). Bovenaan het schema is onze verwachting weergegeven dat leefwereldgerichtheid en participatiegerichtheid (in niet te moeilijke en te open leertaken) leiden tot dit soort subjectieve verwachtingen en ervaringen van competentie en intrinsieke voldoening. Deze positieve taakbeleving heeft zoals gezegd een versterkend effect op de inzet. Taakinzet kan omschreven worden als de actieve toewending naar (involvering in) de leertaak. Het gaat hier om motivatie, voor zover de term refereert aan gedrag (zowel materiële als mentale handelingen), dat een zekere mate van geactiveerdheid, richting en persistentie heeft. Het begrip heeft betrekking op de bereidheid van de leerling tot "time on task", een kernvariabele in diverse instructietheorieën (bijv. Carroll, 1963; Bloom, 1976; Harnischfeger en Wiley, 1978). Carroll spreekt over perseverantie, Keller (1979) noemt het "effort". Jörg et al (1989) laten zien dat er een sterk verband is tussen positieve beleving van natuurkundetaken door een leerling en de door deze leerling gerapporteerde inzet. Men mag

verwachten dat deze inzet op haar beurt de intensiteit van de informatieverwerking bepaalt (Fass en Schumacher, 1978). Derhalve hebben wij in het schema ook pijlen getekend van taakinzet naar de twee door ons onderscheiden categorieën van leereffecten. Daarnaast veronderstellen we een rechtstreekse cognitieve invloed van leefwereldgerichtheid op leefwereldgeoriënteerde leereffecten die niet via (een verhoogde) taakinzet loopt (de twee meest rechtse pijlen in de bovenste helft van het schema). De meest rechtse pijl geeft aan dat we het mogelijk achten dat een PLON-thema tot meer leefwereldgeoriënteerde leereffecten bij leerlingen leidt dan een traditioneel curriculumonderdeel dat dezelfde fysische leerstof behandelt, zonder dat deze verhoogde opbrengst toegeschreven kan worden aan het feit dat de leerling zich deze relaties sterker bewust is tijdens de lessen⁶. Het blok "ervaren leerzaamheid" in het schema geeft aan dat de leereffecten door de leerling geëvalueerd worden op wat hij vindt dat hij er aan gehad heeft. Het resultaat van die evaluatie noemen wij de "ervaren leerzaamheid". Meer naar onder in het schema treffen we het blok "attitude t.o.v. natuurkunde(-onderwijs)" aan. Deze attitude moet worden opgevat als een cumulatief effect van het geheel aan thema's. De twee pijlen die naar het attitudeblok lopen, geven aan dat we aannemen dat het hier vooral gaat om cumulatie van taakbelevings- en leerzaamheidservaringen. De attitude ten opzichte van natuurkunde is van belang omdat ze in hoge mate de "bereidheid" van de leerling bepaalt om in toekomstige situaties op natuurkundige kennis terug te grijpen, natuurkundig bezig te zijn en dergelijke. Een positieve attitude ten opzichte van natuurkunde heeft ook een positief effect op het reproduceren van natuurkundige kennis (hetgeen immers ook "gedrag" is, namelijk het verrichten van retrieval-handelingen, zie Wierstra, 1985, p. 160).

Aan het eind van het schema is de invloed weergegeven van de attitude op de beleving van het volgende thema. Dergelijke invloeden worden door diverse auteurs genoemd. Zo stelt Bloom (1976, p. 73 e.v.) dat de affectieve processen bij de leerling in een nieuwe leertaak (waarmee processen als taakbeleving en taakinzet bedoeld zijn) in belangrijke mate bepaald worden door voorgaande ervaringen met leertaken die de leerling als verwant beschouwt. Het gaat hier om de perceptie van de leerlingen, in het midden gelaten of deze perceptie objectief gezien juist is. De leerling vormt een oordeel - vaak impliciet, niet op een rationeel niveau - over twee dingen:

1. in hoeverre de taak gelijkijkt op een eerdere taak en
2. of hij het dus ook nu wederom wel of niet zal kunnen, of er iets aan zal hebben net als in die eerdere taak.

Dit model van Bloom is consistent met moderne en meer fijnmazige motivatietheorieën. Zo kan ook op grond van het procesmodel van Heckhausen (1980) verwacht worden dat affectieve betrokkenheid bij het onderwijs in een schoolvak (of het ontbreken daarvan) de neiging heeft zichzelf te

6. Deze twee pijlen en de gestippelde pijl van ervaren participatiegerichtheid naar ervaren leerzaamheid lichten we verder toe in de volgende paragraaf.

bevestigen. Dergelijke modellen worden bevestigd door onderzoeksresultaten die door Fraser et al. (1987) zijn samengevat.

3.4.2 Theoretische verwachtingen ten aanzien van de cognitieve opbrengsten van het PLON-curriculum

Argumenten voor positieve effecten vergeleken bij traditioneel onderwijs

In een leefwereldgerichte onderwijsleersituatie wordt aan leerlingen naast kennis van fysische basisstructuren ook kennis over relaties tussen natuurkunde en leefwereld onderwezen. Daarom mag men veronderstellen dat dit laatste in de leereffecten tot uiting komt. Zo mag men bij de behandeling van de statica aan de hand van bruggen (zoals in het PLON 3^e klas thema "Bruggen" gebeurt) verwachten dat bepaalde foutieve denkbeelden met betrekking tot bruggen gecorrigeerd worden (bijvoorbeeld het denkbeeld dat de bovenbouw van een brug alleen voor versiering dient of het idee "hoe sterker het materiaal, hoe sterker de brug"). Ook kunnen verschijnselen uit de leefwereld voor de leerling na een thema inzichtelijker zijn vanuit een fysisch gezichtspunt: bijvoorbeeld na het thema "Verkeer en Veiligheid" hoe een valhelm of veiligheidsgordel je leven kan redden.

Zal zo'n koppeling van leefwereldkennis en natuurkundekennis zich ook voordoen bij een vakstructuurgerichte (weinig of niet leefwereldgerichte) behandeling van krachten en bewegingen? Er is alle reden om daar niet te veel van te verwachten. Er is een veelheid aan natuurkunde-didactisch onderzoek naar denkbeelden van leerlingen gedaan dat aantoonde dat traditioneel ("vakstructureel") opgeleide leerlingen weliswaar kennis van de mechanica opdoen, maar dat ze deze niet in verband brengen met de buitenschoolse realiteit (zie bijvoorbeeld Viennot, 1979; Driver, 1985; Lijnse, 1985). Er blijkt een sterke scheiding van schoolkennis en leefwereldkennis op te treden. Solomon (1983) komt bij traditioneel opgeleide leerlingen tot de bevinding - in overeenstemming met de theorie van Schultz en Luckman (1973) - dat het voor leerlingen gemakkelijker is om binnen het fysica-domein of binnen het leefwerelddomein te blijven dan relaties tussen deze domeinen te leggen. Er zijn aanwijzingen dat de integratie van natuurkunde en leefwereld vergemakkelijkt wordt wanneer in het natuurkunde-onderwijs expliciet leefwereldsituaties aan de orde gesteld worden. Dit is niet alleen te verwachten vanuit algemene cognitivistische theorieën (zoals de systeemtheorie van Van Parreren, 1970 en het SAM-model van Raaymakers en Shiffrin, 1984), maar ook vanuit meer specifieke op β -onderwijs gerichte onderzoeksresultaten (bijv. Mayer 1975, Mayer en Greeno 1972; Gunstone, 1981). Deze laatste onderzoekers komen op grond van hun onderzoeksresultaten tot de conclusie dat verschillen in onderwijsaanpak niet altijd tot beter of slechter leren hoeven te leiden, maar ook structurele verschillen in leeropbrengsten kunnen opleveren. Zo is het mogelijk dat leefwereldgericht natuurkunde-onderwijs tot anders-

soortige cognitieve structuren⁷ leidt dan onderwijs dat voornamelijk gericht is op het hanteren van fysische regels en formules in schoolcontexten.

Mayer (1975), Mayer en Greeno (1972) en Gunstone (1981) toonden voor een aantal β -wetenschappen aan dat leefwereldgericht onderwijs kan leiden tot cognitieve structuren waarvan verbanden tussen disciplinaire begrippen en leefwereldcontexten een essentieel bestanddeel vormen. Zij stellen dat in de cognitieve structuur van een leerling een vakinhoudelijk principe (bijvoorbeeld een wiskundige of natuurkundige regel) niet alleen "interne" relaties kan hebben met andere principes uit het vak, maar in meerdere of mindere mate ook "externe" relaties met leefwereldbegrippen en "common sense" begrippen en dat het van de onderwijsvorm afhangt in hoeverre naast de interne ook de externe relaties aan bod komen. Schaeffer (1979) vond ook voor biologie-onderwijs aanwijzingen voor deze stelling.

Bij leefwereldgericht onderwijs wordt sterk de aandacht gericht op die externe relaties. Een fysische regel als $F = m \cdot a$ zal daardoor in een thema Verkeer en Veiligheid ook verbonden worden met vertragingen (a) en krachten (F) die bij autobotsingen optreden in veiligheidsgordels en tot een kwaliteitsverhoging van het denken over veiligheidsgordels kunnen leiden (bijvoorbeeld waarom de mogelijkheid tot rek in een veiligheidsgordel belangrijk is). Het valt daarentegen te verwachten dat in een meer traditioneel curriculum waar deze regel primair binnen over het algemeen "kale" schoolcontexten wordt aangeleerd, deze ook anders in het geheugen wordt opgeslagen: formele interne relaties tussen F, m en a domineren dan waarschijnlijk.

Het onderscheid dat de genoemde auteurs aanbrengen tussen interne en externe relaties correspondeert met het onderscheid in schema 3.1 tussen conventioneel-fysische en leefwereldgeoriënteerde leereffecten. Uiteraard staan de twee typen leereffecten niet helemaal los van elkaar, reden waarom ze in schema 3.1 door een stippellijn verbonden zijn.

Overwegingen met betrekking tot mogelijke negatieve effecten van het PLON-curriculum

In de beschrijving tot dusver is de invloed van het PLON-curriculum op de kennisverwerving vergeleken bij meer traditionele curricula als positief beschreven. Zo geeft schema 3.1 aan dat we door de leefwereld- en participatiegerichtheid van dit curriculum een grotere taakinzet van leerlingen verwachten en daarvan weer een gunstig effect op het bereiken van traditionele leereffecten. Zoals we in de aanhef van §3.4.1 al zeiden,

7. Het is moeilijk om van dit begrip 'cognitieve structuur' een eenduidige definitie te geven. Vrij bekend is de omschrijving van Ausubel: "...the quantity, clarity and organization of the learner's present knowledge in a particular field" (Ausubel en Robinson, 1969). Dit organisatie-aspect wordt ook door anderen benadrukt, zo stelt Shavelson (1974): "Cognitive structure is a hypothetical concept, referring to the organization (relationships) of concepts in memory (p. 22).

willen we niet suggereren dat alle causale verbanden in het schema zijn weergegeven. In het schema wordt dus ook niet gesteld dat het PLON-curriculum sterkere leereffecten op zal leveren op het gebied van traditioneel-fysische kennis (conventioneel-fysische leereffecten). Theoretisch is het zelfs mogelijk dat door leefwereld- en participatiegerichtheid van het curriculum de formele en systematische behandeling van de natuurkunde zodanig te kort komt dat het nadelige effecten heeft op de verwerving van fysische kennis. Empirisch onderzoek wijst soms uit dat participatiegericht onderwijs negatieve effecten heeft op de verwerving van traditionele kennis⁸ (zie ondermeer de meta-analyse van Kulik en Kulik, 1989). Hieronder zullen we enkele kritische geluiden die soms te beluisteren vallen met betrekking tot leefwereldgerichtheid (met name in de thematische vorm, zoals in het PLON) kort memoreren en van kanttekeningen voorzien.

Vaak kan men beluisteren dat de afstand tussen natuurkunde en leefwereld (te) groot is (zie onder meer Redeker, 1986 en Lijnse, 1986). In de leefwereld speelt intuïtief, situatiegebonden en pragmatisch denken een rol en in de natuurkunde systematisch, situatie-overstijgend en theoretisch denken. Redeker stelt dat natuurkunde en de wereld zoals wij die ervaren, twee verschillende dingen zijn. Lijnse (1986) citeert Von Weizsäcker (1971): "Gallilei tat seinem grossen Schritt, indem er wagte die Welt so zu beschreiben, wie wir sie nicht erfahren". Dijksterhuis (1950) stelt dat de klassieke 'mechanica met haar traagheidswet en haar evenredigheid van kracht en versnelling beweringen uitspreekt die niet alleen door de alledaagse ervaring nooit bevestigd worden, maar waarvan ook de directe experimentele verificatie in beginsel uitgesloten is (p. 32). Het denken in de natuurkunde en het denken in de leefwereld heeft onderscheiden karakteristieken en betreft zonder dat de leerling daar vaak erg in heeft onderscheiden aspecten van de werkelijkheid. Als die twee domeinen aan elkaar gekoppeld worden in de natuurkundeles is het gevaar groot dat de fysisch gezien foutieve associaties die bijvoorbeeld het begrip "kracht" in de leefwereld heeft, worden opgeroepen⁹ en gaan interfereren met het fysisch denken. Met het verschil tussen natuurkunde en leefwereld hangt ook samen dat men leefwereldsituaties voor leerlingen vaak te complex acht om bijvoorbeeld mechanicaregels aan te leren. Natuurkundige concep-

8. Wel zijn er onderzoeken die positieve effecten melden als het gaat om leerresultaten als "geleerd hebben zelfstandig te kunnen werken", "een onderzoekje kunnen opzetten" en dergelijke. Naar analogie van het begrip "leefwereldgeoriënteerde" leereffecten zou men hier van "participatiegeëoriënteerde" leereffecten kunnen spreken (zie ook hoofdstuk 1, voetnoot 8 voor andere "participatiegeoriënteerde leereffecten"). Wij hebben dit type leereffecten niet in schema 3.1 opgenomen omdat ze moeilijk te operationaliseren zijn en vermoedelijk een niet al te sterke invloed hebben op de door leerlingen ervaren leerzaamheid. De eventuele invloed van participatiegerichtheid op ervaren leerzaamheid die niet via conventioneel-fysische effecten loopt, hebben we door een gestippelde lijn weergegeven.

ten laten zich gemakkelijker identificeren in gecontroleerde en gereduceerde laboratoriumsituaties.⁹

Andere argumenten die pleiten tegen een sterke gerichtheid op leefwereldcontexten bij het onderwijzen van natuurkunde richten zich niet zozeer op de verschillende aard van het leefwerelddenken en het fysische denken, maar op de beperking in inhoudelijke contexten die een thematische opbouw met zich mee zou brengen. Thematische mechanica, zoals in het PLON thema Verkeer, zo luidt de redenering, houdt een beperking van het aantal mechanica-contexten in en zal dan ook minder inzichtelijke en wendbare kennis opleveren. Inzicht, zo redeneert men, bestaat erin dat de lerende een aantal begrippen en regels in uiteenlopende situaties ziet functioneren en wendbaarheid van het geleerde (transfer) betekent dat men de geleerde regels op allerlei verschillende situaties kan toepassen.

Een tussentijdse evaluatie van de kritiek op het PLON-curriculum

In de hierboven gegeven uitspraken zitten zeker belangrijke waarschuwingen vervat, die we serieus moeten nemen en waarmee bij de toekomstige vormgeving van leefwereldgericht onderwijs en bij de keuze van contexten rekening gehouden zal moeten worden. Het feit dat leefwereldsituaties naïeve concepten met hun fysisch gezien foutieve betekenis kunnen oproepen, kan echter volgens sommigen ook positief aangewend worden. Van Genderen (1985b) stelt dat in onderwijsvormen waarin vooral schoolcontexten aan de orde zijn de invloed van naïeve ideeën grotendeels verborgen blijft, terwijl dit bij leefwereldcontexten juist aan de dag kan treden, waarna de leraar de fysische begrippen bewust kan confronteren met deze naïeve ideeën¹⁰.

9. Van Genderen (1989) zegt het zo: "leefwereldcontexten zijn niet alleen context van fysische regels, maar ook context van preconcepties". Er is een overvloedige literatuur (zie bijvoorbeeld Viennot, 1979; Driver, 1985; Lijnse, 1985), waaruit blijkt dat leerlingen na formeel natuurkunde-onderwijs nog voorschoolse beelden er op nahouden (in de literatuur aangeduid als preconcepties, alternative frameworks, naïeve theorieën, common sense denkbeelden, straatbeelden etc.). Een voorbeeld is het idee dat ook op een auto die met constante snelheid rijdt, een netto kracht werkt en dat deze altijd in de richting van de beweging werkt, ook als de auto een bocht maakt. In de natuurkunde is het begrip kracht evenwel niet geassocieerd met snelheid maar met versnelling. Ook hoeft de nettokracht niet in de richting van de beweging te werken.

10. Vanwege dit idee van confrontatie hebben we bij de omschrijving van het begrip "leefwereldgericht natuurkundeonderwijs" bewust geen gebruik gemaakt van de slogan "aansluiten bij de leef- of ervaringswereld van leerlingen". De term "aansluiten" roept bij velen - zo is ons gebleken - de associatie op dat vooral parallellen tussen fysische begrippen en ervaringsbegrippen in het onderwijs benadrukt worden en niet dat het onderwijs zich ook weer van die ervaringsbegrippen kan verwijderen. Van Parreren (1982) maakt hierover een aantal terechte opmerkingen. Hij stelt dat relatering van natuurkundeonderwijs aan de leefwereld van de leerlingen gewenst is, zowel motivationeel als met het oog op het praktische functioneren van het natuurkundige denken in

Bij de kritiek over de geringere transfer willen we ook een aantal kanttekeningen plaatsen. Allereerst moeten we ons afvragen of het optreden van transfer in meer vakstructuurgericht natuurkunde-onderwijs niet schromelijk wordt overschat (Hooymayers et al., 1989, p. 48; Van Genderen, 1989, p. 155-156). Van Genderen concludeert op grond van praktijkervaring en onderzoeksresultaten dat "de wendbaarheid in het toepassen van de theorie bij de meeste leerlingen beperkt blijft tot kleine variaties op de behandelde voorbeelden en vraagstukken" (p. 156). Niettemin neemt hij wel aan dat thematische mechanica, zoals in "Verkeer" minder wendbaarheid betekent, maar geen belemmering van begrip en inzicht¹¹. Ons inziens moet men van de transfer in het gangbare vakstructuurgerichte onderwijs niet te veel verwachten. In die vorm van onderwijs worden contexten vooral gevarieerd in opgaven waarmee intraineren van standaardberekeningen met formules wordt beoogd en die derhalve geen transfer naar een veelheid van contexten garandeert. Perkins en Simmons (1987) laten zien dat leerlingen deze opgaven vrijwel gedachteloos maken in een proces van "rote equation cranking", en dat leerlingen zonder blikken of blozen met negatieve massa's als oplossing aankomen. Dit gedrag van leerlingen staat wel ver af van wat Perkins en Salomon (1987; 1989) "high road" transfer noemen, transfer die berust op "deliberate *mindful* abstraction of a principle" (p. 23, cursivering van ons). Om de transfervaardigheid van leerlingen te verhogen valt ons inziens meer te verwachten van wat Van Parreren (1988) noemt het aanleren van "strategische" handelingen aan leerlingen, in dit geval van heuristieken die transfer bevorderen. Voor wiskunde-onderwijs zijn dit soort heuristieken met succes ontwikkeld (Schoenfeld, 1985, 1987). Zij blijken transfer te bevorderen en "rote equation cranking" tegen te gaan.

Afgezien van de vraag of er de facto wel zoveel variatie aan inhoudelijke contexten in het gangbare vakstructuurgerichte onderwijs plaats vindt, is er de vraag hoe essentieel dit voor het realiseren van transfer is. Van Parreren (1981c, p. 111) en Freudenthal (1974) stellen in een verwijzing naar onderzoeken van Davydov in het aanvankelijk wiskunde-onderwijs dat bij het leren van begrippen veelal met *een enkel voor-*

de praktijk, maar dat daarnaast niet vergeten moet worden, dat het er in het natuurkunde-onderwijs om gaat dat de leerlingen een theoretisch instrumentarium verwerven, dat per definitie afwijkt van de gewone, natuurlijke leefwereld" (p. 12). (Onderstreping van ons). Zie ook noot 9.

11. Van Genderen (1989) is over de eventuele geringere wendbaarheid niet zo rouwig: "De kennis kan later eventueel gegeneraliseerd worden naar anderssoortige situaties, maar is ook zonder die generalisatie zinvol in haar toepasbaarheid op het werkelijkheidsgebied "verkeer" (p. 156). Bij transfer in leerpsychologische zin hoeft men inderdaad niet uitsluitend te denken aan datgene wat de leerling na het onderwijs direct al zelfstandig kan. Ook het gemakkelijker leren van nieuwe kennis als gevolg van eerdere kennis valt er onder (zie bijvoorbeeld Gagné, 1975) of met hints in staat zijn oude kennis in een nieuwe situatie toe te passen (Meyer et al., 1986).

beeld kan worden volstaan. Freudenthal stelt dat Davydov heeft aangetoond dat het algemene niet per sé hoeft te ontstaan uit generalisatie van vele voorbeelden, maar dat het algemene ook in het unieke voorbeeld gevonden wordt (zie ook Terwel, 1984, p. 223). Een dergelijke gedachten-gang treffen we ook aan bij Perkins en Salomon (1987, 1989).

Samenvattend stellen we met betrekking tot de waarschuwingen voor negatieve effecten van leefwereld- en participatiegerichtheid op cognitieve opbrengsten dat deze niet eenduidig vooraf te elimineren of te bevestigen zijn op grond van de beschikbare theorieën en derhalve een potentieel object van onderzoek zijn. Omdat het hier om waardegeladen en contro-versiële standpunten gaat die met de leefwereldgerichtheid van het curriculum samenhangen zullen we deze standpunten (in het licht van de in §2.4 genoemde prioriteringscriteria) laten meespelen bij de specificatie van de onderzoeksvragen.

3.5 DE SPECIFIEKE ONDERZOEKSVRAGEN

Op basis van het procesmodel en de reflectie in §3.4 hebben we de globale probleemstelling uit §1.7 in vier onderzoeksvragen gespecificeerd:

- A. In hoeverre ervaren leerlingen die onderwijs gehad hebben met het PLON-curriculum de natuurkundelessen als leefwereld- en participatie-gericht?
- B. In hoeverre ervaren zij de natuurkundelessen als betekenisvol (in termen van positieve taakbeleving, leerzaamheid en een positieve attitude ten opzichte van natuurkunde) en in hoeverre heeft dat te maken met de leefwereld- en participatiegerichtheid van de natuurkundelessen?
- C. In hoeverre worden met het PLON-curriculum conventioneel-fysische leereffecten bereikt die niet achterblijven bij de effecten van reguliere curricula?
- D. In hoeverre worden er met het PLON-curriculum "leefwereldgeoriën-teerde" leereffecten bereikt?

De onderzoeksvragen lopen niet precies parallel aan de pijlen in schema 3.1. Het procesmodel en de daarop volgende reflectie in §3.4 noemen wel een aantal relaties tussen de onderzoeksvariabelen die aan de onderzoeksvragen ten grondslag liggen. Het procesmodel geeft echter zelf geen rechtstreekse afbeelding van de onderzoeksvragen; wel heeft het in samenhang met de reflectie over mogelijk negatieve effecten van leefwereld- en participatiegericht onderwijs uit de voorafgaande paragraaf richting gegeven aan de formulering van onderzoeksvragen; ook zullen we het model gebruiken bij de onderzoeksopzet en interpretatie van de onderzoeksresultaten.

Bij de meting van conventioneel-fysische leereffecten ten behoeve van onderzoeksvraag C zal ook aan transfer aandacht besteed worden. Bij de meting van de ervaren betekenisvolheid zullen we de vier door ons in het

procesmodel onderscheiden affectieve constructen onderscheiden en de relaties tussen deze constructen onderzoeken. Op de vraag hoe deze variabelen geoperationaliseerd kunnen worden en op andere aspecten van het onderzoeksplan zullen we ingaan in het volgende hoofdstuk.

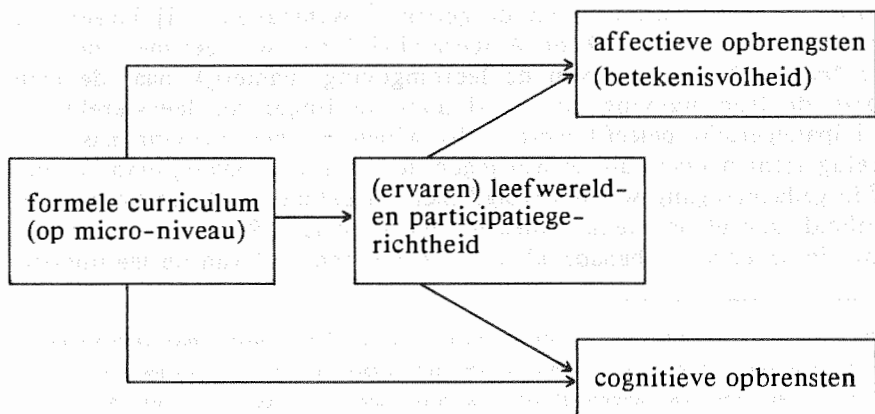
4. HET ONDERZOEKSPLAN

4.1 INLEIDING

Zoals in hoofdstuk 2 uiteengezet is, zullen we de vier onderzoeksvragen onderzoeken via een programma van deelonderzoeken. De gedetailleerde opzet van ieder van de deelonderzoeken zal in de hoofdstukken 5, 6 en 7 ter sprake komen. In het onderhavige hoofdstuk beperken we ons tot de beschrijving van een aantal algemene ontwerpbeslissingen die bij ieder van de deelonderzoeken een rol spelen. Daaronder valt bijvoorbeeld de beslissing om controlegroepen in te schakelen en om de leefwereld- en participatiegerichtheid van het onderwijs en de door leerlingen ervaren betekenisvolheid te operationaliseren via vragenlijsten. Deze onderwerpen komen aan de orde in de paragrafen 4.2 t/m 4.4. In de paragrafen 4.5 en 4.6 komen statistisch-technische overwegingen aan de orde met betrekking tot het analyse-niveau (keuze van leerling of klas als analyse-eenheid) en het vaststellen van effecten van het PLON-curriculum (significantieniveau, effectgrootte en dergelijke). In §4.7 volgt tenslotte een globaal overzicht van de deelonderzoeken.

4.2 HET GEBRUIK VAN CONTROLEGROEPEN

In alle deelonderzoeken die in dit proefschrift beschreven worden hebben we gewerkt met controlegroepen van leerlingen die geen onderwijs met het PLON-curriculum gekregen hebben, maar met een ander curriculum. Het geheel aan onderzoeksvragen A t/m D kan nu schematisch gevisualiseerd worden door middel van schema 4.1.



Schema 4.1 Een diagram van de kernvariabelen en de te onderzoeken relaties naar aanleiding van de vier onderzoeksvragen

Het begrip "formele curriculum" dat we al geïntroduceerd hebben aan het eind van §2.1 heeft dus betrekking op het onderscheid wel of niet gebruiken van het PLON-materiaal in de klas. De onderzoeksopzetten zijn te typeren als quasi-experimenteel (Campbell en Stanley, 1963; Cook en Campbell, 1979), omdat er voor de leraren en leerlingen die aan het onderzoek meedoen niet aselekt bepaald is met welk curriculum zij in de klas werken: de school of leraar had voorafgaande aan het onderzoek al voor een bepaald curriculum gekozen.

Naast het formele curriculum ontmoeten we in schema 4.1 een andere verschijningsvorm van het curriculum, die door Goodlad et al. (1979) het "ervaren curriculum" genoemd wordt: het gaat hier om het middelste blokje, de door leerlingen ervaren leefwereld- en participatiegerichtheid van het (operationele) curriculum. Onder het operationele curriculum verstaan we in navolging van deze auteurs het curriculum zoals er in de klas mee wordt omgegaan. De leefwereld- en participatiegerichtheid van het operationele curriculum wordt in ons onderzoek indirect gemeten via de gemiddelde perceptie van de leerlingen uit een zelfde klas¹. In de volgende paragraaf gaan we daar op in.

4.3 OPERATIONALISATIE VAN DE LEEFWERELD- EN PARTICIPATIEGERICHTHEID VAN HET ONDERWIJS

Bij de constructen "leefwereld- en participatiegerichtheid van het onderwijs" gaat het ons niet zozeer om de relatief "*moleculaire*" componenten van de onderwijssituatie waar veel onderzoek naar instructievariabelen zich op concentreert (Walberg en Haertel, 1980); in deze moleculaire traditie gaat het om fragmentarisch uitwendig observeerbaar gedrag, bijvoorbeeld hoe vaak de leraar een discussievraag stelt, hoe dikwijls de leerling metingen uitvoert en dergelijke.² Aansluitend bij ideeën van onder andere Eisner (1979) en Walberg (1976) zijn we veel meer op zoek naar "*molaire*" aspecten van de leeromgeving, namelijk naar de mate waarin de leeromgeving als totaal door leerlingen als leefwereld- en participatiegericht beleefd wordt. Wij willen de leeromgeving pas leefwereldgericht noemen als de leerlingen deze ook als zodanig ervaren. Een zelfde gedachtengang wordt gevolgd met betrekking tot de participatiegerichtheid. Zowel de mediatietheorie van Walberg (1976) als ons procesmodel in schema 3.1 benadrukken de mediërende rol van de leerlingper-

-
1. Het operationele curriculum en de rol van de leraar daarin wordt niet rechtstreeks in het onderzoek in dit proefschrift onderzocht. Systematische observaties hiervan zijn wel in het kader van andere PLON-evaluatie-onderzoeken gedaan, zoals: Wierstra en Zwarts (1978), Kuhlemeier (1980) en Wierstra et al. (1980).
 2. Dit type onderzoek is ook wel gedaan in het PLON, bijvoorbeeld door Kuhlemeier (1980) met een bewerking van de Science Teaching Observation Schedule (STOS).

ceptie in het effectueren van affectieve en cognitieve opbrengsten. (Vergelijk ook Helmke et al., 1986).

Deze omgevingsvariabelen hebben we in het hier te rapporteren onderzoek gemeten via vragenlijsten. In schema 4.2 geven we een voorbeeld van een item uit een vragenlijst om de leefwereldgerichtheid van de leeromgeving te meten en in schema 4.3 van een item om de participatiegerichtheid te meten.

De opdrachten of vraagstukken die leerlingen in de natuurkundeles moeten maken, gaan over dingen die je ook in het dagelijks leven kunt tegen komen.

	bijna nooit	zelden	soms	vaak	zeer vaak
In onze lessen komt dit	1	2	3	4	5 voor

Schema 4.2 Voorbeeld van een item om de leefwereldgerichtheid van natuurkundelessen te meten.

Uit internationaal onderzoek gedurende de laatste 20 jaar is duidelijk geworden dat het goed mogelijk is om op deze wijze leeromgevingsaspecten via percepties van leerlingen te meten (zie onder andere Fraser, 1981; 1986; 1987). Het loont dan ook de moeite op deze lijn door te gaan. Behalve het hierboven genoemde voordeel dat het om het oordeel van de leerlingen zelf gaat, worden er vaak nog andere pluspunten van deze benadering genoemd (zie onder andere Fraser en Walberg, 1981, Helmke et al. 1986), zoals: het is economischer dan observaties en er wordt over grotere tijdseenheden informatie verzameld dan bij observaties meestal het geval is. De gegevens van leerlingen zijn gebaseerd op ervaringen opgedaan in vele lessen van de betreffende docent, gegevens van externe observatoren blijven meestal beperkt tot een gering aantal lessen.

De leerlingen doen een onderzoek of proef om een vraag van de leraar te beantwoorden.

	bijna nooit	zelden	soms	vaak	zeer vaak
In onze lessen komt dit	1	2	3	4	5 voor

Schema 4.3 Voorbeeld van een item om de participatiegerichtheid van het natuurkundelessen te meten

We veronderstellen dat de individuele score van een leerling een indicatie geeft hoe deze leerling de leeromgeving in zijn klas subjectief ervaren heeft en dat de gemiddelde score van leerlingen uit een zelfde klas een indicatie geeft van de feitelijke leeromgeving voor zover die voor alle leerlingen uit die klas gemeenschappelijk is (klasomgeving). Dit onderscheid klasomgeving versus individueel ervaren leeromgeving correspon-

deert met het in de motivatie- en perceptieliteratuur bekende onderscheid tussen alpha-press en beta-press (zie onder andere Murray, 1938; Stern, 1970). Een aantal veronderstellingen die aan dit onderscheid verbonden zijn, zullen we voor de diverse leeromgevingsvragenlijsten toetsen. Een belangrijke veronderstelling is bijvoorbeeld dat er tussen leerlingen in een zelfde klas verschillen kunnen voorkomen op de scores van de leeromgevingsvragenlijst maar dat deze verschillen veel kleiner zijn dan tussen leerlingen die niet in dezelfde klas zitten.

Deze eis is zo te vertalen dat naast de voor itemverzamelingen gebruikelijke coëfficiënt α (deze wordt bijvoorbeeld ook bij attitudelijsten berekend; zie §4.4 hierna), ook andere betrouwbaarheidscoëfficiënten berekend moeten worden, welke op klassen betrekking hebben. We zullen hiertoe de intraklasse-correlaties ρ_n en ρ_1 berekenen.

De coëfficiënt ρ_n kan beschouwd worden als de betrouwbaarheid van het klasgemiddelde en is te berekenen via

$$\rho_n = 1 - \frac{MS_{\text{within class}}}{MS_{\text{between class}}}$$

(zie bijvoorbeeld ShROUT en Fleiss, 1979 of Winer, 1971, p. 287).

De MS-grootheden staan hier voor de mean squares (variantieschattingen) in een variantieanalyse-model waarbij de vragenlijstscore van een leerling de afhankelijke variabele is en de klas de onafhankelijke variabele (als random factor). Uit onderzoek blijkt dat de klasgemiddelden voor dit type vragenlijsten over het algemeen betrouwbaarder zijn naarmate dit klasgemiddelde op meer leerlingoordelen berust. (Feldman, 1977; Marsh, 1982, 1984). Dit is vergelijkbaar met het verschijnsel dat een test over het algemeen betrouwbaarder is naarmate de test langer is. Met de Spearman-Brown formule (zie bijvoorbeeld Drenth, 1975) is dan ook uit ρ_n de grootte ρ_1 te berekenen, de betrouwbaarheid als niet (gemiddeld) n leerlingen maar één leerling per klas de vragenlijst invult en als representant van de klas gezien wordt. Deze grootte is ook rechtstreeks uit de variantiebronnen te berekenen als

$$\rho_1 = \frac{MS_{\text{between class}} - MS_{\text{within class}}}{MS_{\text{between class}} + (n-1) MS_{\text{within class}}}, \text{ waarbij } n \text{ het gemiddeld aantal}$$

leerlingen per klas is (Hays, 1976, p. 534, 535).

4.4 OPERATIONALISATIE VAN DE ERVAREN BETEKENISVOLHEID

Aansluiting bij vroegere affectiemetingen in het PLON

Voor de operationalisatie van ervaren betekenisvolheid grijpen we terug op affectiemetingen die sinds 1978 in het project zijn uitgevoerd. Een van de eerste meetinstrumenten om affectieve belevingen van leerlingen in het PLON te meten is de Natuurkunde Attitude Lijst NAL-1 (zie Wierstra et al. 1978). Deze lijst is ontwikkeld in samenwerking met het vernieuwingsproject "Differentiatie binnen Klasse-verband Natuurkunde" (DBK-na). Doel van het samenwerkingsproject was om een instrument te maken en uit te testen waarmee het mogelijk zou zijn om binnen één lesuur attitudes van

PLON- en DBK-leerlingen ten opzichte van natuurkunde en diverse andere affectieve belevingen (zoals ervaren moeilijkheid) te meten. Deze vragenlijst moest in het kader van curriculumevaluatie-onderzoek op verschillende momenten in de cursus kunnen worden afgenomen. Er werd een vragenlijst gemaakt van 52 Likert items (5 puntsschaal) die in januari 1978 uitgetoetst werd bij 394 PLON-leerlingen 2e klas HAVO of VWO, 180 PLON-leerlingen 3e klas HAVO/VWO en 333 DBK-leerlingen 2e klas HAVO/VWO. Nagegaan werd welke meetbare aspecten er in de affectieve beleving van PLON- en DBK-leerlingen konden worden onderscheiden en hoe die samenhangen.

Als leidraad bij de itemconstructie werden 9 belevingsaspecten onderscheiden, die ten dele voor ieder type natuurkunde-onderwijs belangrijk zijn (bijvoorbeeld leswaardering en ervaren moeilijkheid) en ten dele speciaal relevant zijn voor de vernieuwingskarakteristieken die aan de PLON- en DBK-curricula worden toegeschreven. Zo leggen zowel het PLON- als het DBK-curriculum erg de nadruk op participatiegericht natuurkunde-onderwijs. In verband hiermee werd het door de beide projectteams belangrijk gevonden om een instrument te hebben waarmee ook de attitude van de leerling ten opzichte van leerlingparticipatie gemeten kon worden.

De belangrijkste analyses en bewerkingen die indertijd door het onderzoeksteam zijn uitgevoerd waren de volgende:

1. Er werden factoranalyses op de items uitgevoerd via het SPSS programma PA2 (iteratieve schatting van communaliteiten en varimax rotatie over verschillende aantallen factoren). In alle leerlinggroepen werd de meest duidelijke factormatrix (zowel qua eenvoud van structuur als qua interpreteerbaarheid) gevonden bij rotatie over 10 factoren; 8 van de 10 factoren bleken goed interpreteerbaar.
2. Op grond van de factormatrices werden voor deze 8 factoren (sub-)schalen gevormd. Criteria voor opname van een item in een schaal waren facevalidity, hoge lading op de betreffende factor, lage ladingen op de andere factoren. De subschaalscores werden gegenereerd door per leerling de betreffende itemscores op te tellen (uiteraard na "omkering" van de item-schaal als zowel de inhoud van het item als het teken van de factorlading daar aanleiding toe gaf).
3. Vervolgens werd van iedere schaal de interne consistentie (coëfficiënt α) bepaald en werden correlaties tussen de schalen berekend.

Op deze wijze konden 8 schalen geïdentificeerd worden waarvan kenmerken voor de totale groep tweede klas leerlingen in tabel 4.1 zijn vermeld. De items zijn weergegeven in bijlage 4.1.

Tabel 4.1 De subschalen in de Natuurkunde Attitude Lijst NAL-1

	aantal items	coëfficiënt α
1. leswaardering	7	.87
2. leerzaamheid	5	.63
3. Natuurkunde georiën- teerde interesse	6	.75
4. Moeilijkheid	7	.77
5. Attitude ten opzichte van leerlingparticipatie	4	.59
6. Structuur	5	.72
7. Taakrelaties met mede- leerlingen	6	.77
8. Tevredenheid met tempo	4	.71

De α -coëfficiënten zijn acceptabel (schalen 2 en 5) tot goed voor (curriculum-) onderzoeksdoeleinden (Nunnally, 1967, p. 226)³. De items uit de acht schalen en de resterende items die niet in deze schalen zijn opgenomen zijn weergegeven in bijlage 4.1. In deze bijlage is ook de factormatrix weergegeven, althans de factorladingen $\geq .30$ of $\leq -.30$. De grootste factor is de factor "leswaardering" welke circa 25% van de gemeenschappelijke itemvariantie verklaarde. In alle drie leerlinggroepen werden middelmatig sterke correlaties tussen de schalen 1, 2 en 3 gevonden; de correlaties waarbij de overige schalen betrokken zijn, waren veel zwakker (Wierstra et al. 1978). In tabel 4.2 hebben we de correlaties tussen de eerste drie schalen voor de totale groep 2e klas leerlingen (PLON/DBK) weergegeven. De correlatiematrices van de afzonderlijke curriculumgroepen en voor de PLON-leerlingen 3^e klas zijn hieraan analoog.

Tabel 4.2 Pearson correlaties tussen 3 NAL-schalen in de totale groep 2e klas leerlingen

	ervaren leerzaamheid	natuurkunde georiën- teerde interesse
leswaardering	.44	.57
ervaren leerzaamheid		.42

3. Het hangt van het doel van de meting af hoe hoog coëfficiënt α precies moet zijn. Voor veel voorkomende doelen van testgebruik zijn langzamerhand bepaalde vuistregels voor de grootte van coëfficiënt α geformuleerd. Zo is er voor het gebruik van studietoetsen voor individuele beoordeling van leerlingen (dus niet voor researchdoeleinden) sinds lange tijd de vuistregel dat coëfficiënt α (welke in het geval van dichtome items identiek is aan de KR-20) boven .80 moet liggen (Nunnally, 1967; Van der Linden, 1985). Voor researchdoeleinden stelt Nunnally (1967) dat een betrouwbaarheid van .50 à 60 voldoende is (p. 226).

Zowel de structuur van de factormatrix als de inhoud van de items (in bijlage 4.1) maken duidelijk dat de drie schalen verschillende belevingsaspecten meten. De samenhang tussen de drie schalen in de diverse groepen moet dan ook als een empirisch onderzoeksresultaat worden opgevat en niet als een instrumenteel artefact. Soortgelijke resultaten werden gevonden voor themabelevingsvragenlijsten⁴ (zie onder andere Wierstra 1984a; 1987). Dit hoeft ons niet te verbazen omdat veel motivatietheorieën en ook het procesmodel (schema 3.1) veronderstellen dat beleving van het onderwijs in een bepaald vak berust op een cumulatie en generalisatie van belevingen van de achtereenvolgende lessenseries. De schalen 1 t/m 3 vormen met elkaar een mogelijke operationalisatie van de mate waarin de leerling de natuurkunde(-lessen) als betekenisvol ervaart. Op thema-niveau lijken de schalen leswaardering en natuurkunde georiënteerde interesse goede representanten van wat in het procesmodel (schema 3.1) positieve taakbeleving heet. Leerzaamheid verwijst naar de gelijknamige variabele in het procesmodel. De hoge correlatie die de schaal leswaardering heeft met zowel ervaren leerzaamheid als natuurkundegeoriënteerde interesse wijst er op dat leswaardering hogelijk met de *natuurkundige inhoud van de lessen* te maken heeft en niet alleen met sociaal klimaat, gezellige sfeer en dergelijke. Als zelfstandig meetinstrument is de schaal "natuurkundegeoriënteerde interesse" wat problematisch. Het valt te betwijfelen of deze schaal wel een affectieve variabele meet die een effect van het natuurkunde-onderwijs is, dat wil zeggen dat het de vraag is of de schaal niet veel meer een leerlingkenmerk meet dan een onderwijskenmerk. Om die reden en omdat er een tamelijk hoge correlatie is met de schaal leswaardering, hebben we deze schaal in het onderhavige onderzoek slechts incidenteel gebruikt en de nadruk gelegd op leswaardering en leerzaamheid. Incidenteel hebben we ook de belevingsaspecten *moeilijkheid* en *attitude* ten opzichte van participatie gemeten, omdat het curriculum (of bepaalde curriculumkenmerken, bijvoorbeeld de participatiegerichtheid van het curriculum) waarschijnlijk grote invloed op deze belevingen hebben en deze belevingen als intermediaire variabelen effect kunnen hebben op de *leswaardering* en de *ervaren leerzaamheid*⁵. In §2.5 spraken we in een beschouwing over causaalgericht onderzoek al onze voorkeur uit voor het meten van intermediaire variabelen.

De conceptualisering van de hier genoemde belevingsaspecten heeft in de loop van het PLON-evaluatie-onderzoek (na 1978) geen ingrijpende

4. Dit zijn vragenlijsten die in het PLON aan het eind van een thema worden afgenomen om de affectieve beleving van het thema te peilen. Ze bevatten voor het grootste deel items die analoog zijn aan de NAL-1; alleen gaat het nu niet over natuurkunde(-onderwijs) in het algemeen, maar over een thema. Bijvoorbeeld in plaats van het item "Natuurkunde vind ik interessant" is er een item "het thema Mensen en Metalen was interessant".

5. De schalen 6, 7 en 8 uit tabel 4.1. hebben we verder niet in het onderhavige onderzoek gebruikt; ze zijn vooral op verzoek van het DBK-project in de NAL-1 opgenomen en lijken ons voor de huidige vraagstelling minder relevant.

wijzigingen meer ondergaan; wel heeft er in de diverse formatieve en summatieve evaluatie-onderzoeken gaandeweg nog enige bijstelling van de items plaatsgevonden.⁶ Het blijkt dan dat ondanks de variatie in meetmomenten en meetinstrumenten de verbanden tussen de diverse beleevingsaspecten (met name van de aspecten 1 t/m 3) steeds hetzelfde beeld tonen als bij de NAL-1 (Wierstra, 1984a; 1987).

Conclusies voor operationalisatie van betekenisvolheid van het PLON-curriculum

Bovenstaande analyses vervullen voor de vraagstelling van het onderhavige onderzoek een voorbereidende rol. Dit soort voortbereidende analyses worden door De Groot (1961) getypeerd als instrumenteel-nomologisch onderzoek. Evaluatie van de resultaten van het instrumenteel-nomologische onderzoek brengt ons tot de conclusie dat in het eigenlijke onderzoek (dat beschreven zal worden in de volgende hoofdstukken) in ieder geval schalen voor *leswaardering* en *leerzaamheid* moeten worden opgenomen. We vermeldten hierboven dat het om twee onderscheidbare en meetbare aspecten van de affectieve beleving gaat, maar waartussen wel geregeld hoge samenhangen gevonden worden (zowel in de themabelevingsvragenlijsten als in de natuurkunde-attitudelijsten). De identificatie van deze constructen en de gevonden samenhang daartussen is in overeenstemming met het door ons gehypothetiseerde procesmodel. Uit schema 3.1 is direct te zien dat dit geldt op het niveau van een leerstofonderdeel (thema). Aannemend dat er generalisatie- en sommatieprocessen gaan optreden (zoals beschreven in §3.4.1), voorspelt het procesmodel dat deze samenhang zich ook zal voordoen met betrekking tot de beleving van het natuurkunde-onderwijs als totaal, hetgeen dan ook gevonden werd (onder andere in tabel 4.2). In de cursusonderzoeken zullen we naast de variabelen *leswaardering* en *leerzaamheid* ook nog enige aandacht besteden aan het meten van andere affectieve variabelen die in het voorgaande genoemd zijn, namelijk *attitude t.o.v. leerlingparticipatie*, *moeilijkheid*, en in één onderzoek ook *natuurkundegeoriënteerde interesse*. Deze drie variabelen hebben voornamelijk de functie van controlevariabelen.

6. Meestal ging het er om de themabelevingsvragenlijsten voor de diverse thema's en de Natuurkunde Attitude lijst onderling vergelijkbaar te maken. Ook is getracht sommige items van de Natuurkunde Attitude Lijst zodanig te herformuleren dat er meer garanties aanwezig lijken dat ze voor controlegroepen van leerlingen die meer traditionele curricula gebruiken een zelfde betekenis hebben als voor PLON-leerlingen. De items werden bijgesteld op grond van interviews met leerlingen en op basis van psychometrische analyses van de vragenlijsten.

4.5 DE ANALYSEMETHODE BIJ HET ONDERZOEKEN VAN VERBANDEN TUSSEN LEEROMGEVINGSPERCEPTIES VAN LEERLINGEN EN AFFECTIEVE OPBRENGSTEN

In het kader van onderzoeksvraag B (zie §3.5) zullen in de totale groep, de PLON-groep en de controlegroep correlatie- en regressie-analyses uitgevoerd worden waarbij de affectieve variabelen de criteriumvariabelen zijn en de leeromgevingsvariabelen de predictorvariabelen. Er lijkt zich hier nu een keuzeprobleem voor te doen wat betreft de analyse-eenheid. Als de intra-klassecorrelaties, genoemd in §4.3 hoog zijn, hebben de leeromgevingsvariabelen betrekking op klaskenmerken, terwijl de affectieve variabelen betrekking hebben op individuele leerlingen⁷. Nog niet zo lang geleden werden dergelijke problemen geformuleerd in termen van het dilemma: "Moeten de correlatie- en regressie-analyses uitgevoerd worden op scores van individuele leerlingen of op geaggregeerde scores van leerlingen uit een zelfde klas (meestal het klasgemiddelde)?" Predictor- en criteriumscores worden in deze vraag over één kam geschoren, wat betreft de analyse-eenheid. Tegenwoordig wordt het probleem wat genuanceerder gesteld en wordt het bijvoorbeeld ook zinvol geacht om, afhankelijk van de onderzoeksvraagstelling, de predictorscore als klasgemiddelde te berekenen en de criteriumvariabele als individuele score. Tegen een analyse uitsluitend op klasniveau (waarbij voor beide variabelen bijvoorbeeld het klasgemiddelde genomen wordt) worden steeds meer bezwaren gemaakt (zie bijvoorbeeld Hauser, 1974; Hopkins, 1982; Kreft, 1987; Kreft en De Leeuw, 1987; Brekelmans, 1989, p. 99). Ook wordt tegenwoordig gesteld dat het probleem niet zozeer is om het juiste analyseniveau te kiezen dan wel het juiste analysemodel (Goldstein, 1987; Kreft en De Leeuw, 1987; Kreft, 1987). De taak van de onderzoeker is om een model te kiezen dat bij de onderzoeksvraagstelling past en spaarzaam is, dat wil zeggen niet complexer dan nodig is. Zo gaan we voor onze vraagstelling er van uit (zoals de meeste leeromgevingsmodellen, zie o.a. Von Saldern, 1986) dat de regressielijn binnen iedere klas, die de voorspelling van de affectiescore Y uit de leeromgevingscore X weergeeft, voor de verschillende klassen een zelfde helling (regressiecoëfficiënt) b heeft. In dat geval kan in de totale groep leerlingen (dus over alle klassen tezamen) de "gepoolde" coëfficiënt (b_T) berekend worden die een gewogen som is van de *binnen*-klassen -regressiecoëfficiënt b_W en de *tussen*-klassen-regressiecoëfficiënt b_B (b_B is vergelijkbaar met de regressiecoëfficiënt bij een analyse op klasniveau, zie bijvoorbeeld Pedhazur, 1982, p. 532 e.v.). We nemen nu aan dat b_B en b_W het zelfde teken hebben, hetgeen ons ook bij

7. Het probleem van de analyse-eenheid is overigens niet gebonden aan onderzoeksvraag B. Verder op zal de vraag nog aan de orde komen in het kader van de andere onderzoeksvragen (bijvoorbeeld in §5.4.4)

verschillende analyses gebleken is⁸. We kunnen dan volstaan met de berekening van b_T of de correlatiecoëfficiënt $r_T = b_T \cdot s_x / s_y$, als we - zoals in ons geval - niet geïnteresseerd zijn in afzonderlijke schattingen van het verband tussen klassen en binnen klassen⁹.

Een gedeeltelijk ander probleem betreft de mogelijkheid dat de gemiddelde leeromgevingsscore in een klas soms een supra-individuele variabele betreft die *conceptueel* verschillen kan van de individuele meting bij iedere leerling afzonderlijk (zie onder andere Lazarsfeld en Menzel, 1961; Swanborn, 1973). Daarom zullen we in een aantal analyses naast de correlatiecoëfficiënt r_T exemplarisch ook de correlatie tussen de affectie-score Y_{ij} en de geaggregeerde leeromgevingsscore $\bar{X}_j$ (klasgemiddelde) berekenen. We zullen de laatstgenoemde correlatie in de tekst aanduiden als de "twee-niveau"-correlatie, ter onderscheiding van de gewone "één-niveau"-correlatie r_T .

4.6 STATISTISCHE STRATEGIE VOOR HET VASTSTELLEN VAN EFFECTEN VAN HET PLON-CURRICULUM

Eventuele verschillen die we in de diverse onderzoeken vinden tussen PLON-leerlingen en leerlingen uit de controlegroep willen we generaliseren van deze toevallige steekproeven naar de populaties. De statistische significantietoetsing zullen we, de suggestie van Cohen opvolgend (zie onder meer Cohen, 1988, p. 3 en p. 5,6 en Cohen, 1965), tweezijdig uitvoeren. Voor het significantieniveau kiezen we $\alpha = .05$, behalve wanneer het om onderzoeksvraag C gaat. Omdat we bij deze onderzoeksvraag hopen de nulhypothese te handhaven, stellen we ons kwetsbaarder op door $\alpha = .10$ te stellen. De kans op een type I-fout (verwerping van de nulhypothese, terwijl deze hypothese juist is) wordt daarmee verdubbeld, maar de power (onderscheidingsvermogen van de toetsingsprocedure) wordt ook verhoogd, dit is de kans om H_0 te verwerpen als deze onjuist is. De power neemt toe bij een toenemend significantieniveau, een toenemende steekproefomvang en een toenemende effectgrootte.

We willen ons van de statistische power en de effectgrootte rekenschap geven door als volgt te werk te gaan. In ieder onderzoek vragen we

8. Analyses die we verricht hebben, uitgaande van het "fixed effect contextuele" model (Kreft, 1987, p. 134 en 135) en van het "Cronbach-model" (Cronbach, 1975) wezen uit dat de twee b-coëfficiënten steeds een positief teken hebben (zie Wierstra, Jörg en Wubbels, 1987).

9. We toetsen nu b_T of r_T op significantie. Bij de klassieke significantietoetsing kan zich het probleem voordoen dat de standaardfouten van deze coëfficiënten onderschat worden, doordat geen rekening gehouden wordt met het feit dat de residuele termen van leerlingen in dezelfde klas gecorreleerd zijn. We zullen daarom voor een aantal coëfficiënten die bij de gebruikelijke toetsing significant blijken de standaardfout berekenen met een formule van Goldstein (1987, p. 19).

zoveel mogelijk leraren die in het betreffende schooltype en leerjaar met het PLON-curriculum werken aan het onderzoek mee te doen (en één klas per leraar)¹⁰. Vervolgens wordt een aselechte steekproef getrokken van tussen de 2 à 4 maal zoveel niet-PLON leraren (rekening houdend met verwachte uitval en niet te grote verschillen in omvang van de twee steekproeven). Als de toetsingsgrootte significant blijkt, schatten we vervolgens de grootte van het effect in de populatie (volgens de door Cohen, 1988 voorgestelde maten)¹¹.

4.7 OVERZICHT VAN DE DEELONDERZOEKEN

De opzet en resultaten van de afzonderlijke deelonderzoeken worden beschreven in de hoofdstukken 5, 6 en 7. In alle gevallen gaat het om quasi-experimenteel onderzoek waarbij controle-curricula in de onderzoeksopzet zijn opgenomen.

In hoofdstuk 5 en 6 gaat het om onderzoek aan het curriculum voor de eerste fase van het voortgezet onderwijs (MAVO en HAVO/VWO-onderbouw) naar de onderzoeksvragen A t/m C en in hoofdstuk 7 wordt een onderzoek beschreven naar het mechanica deelcurriculum voor de 4^e klas HAVO naar alle onderzoeksvragen A t/m D.

De belangrijkste reden om ons bij de fasering van het onderzoek niet tot één curriculumtype te beperken (bijvoorbeeld MAVO of HAVO) ligt in

10. De vaak aanbevolen strategie (onder andere Cohen, 1988; Mellenbergh, 1977) om eerst de verlangde effectgrootte, power en α te bepalen en op basis daarvan de steekproefomvang vast te stellen is in ons onderzoek minder adequaat, omdat er op het moment van het onderzoek nog niet zoveel scholen bij het PLON-experiment betrokken waren. De steekproefomvang hebben we niet in de hand. Er was namelijk slechts een beperkte groep scholen die van overheidswege een eigen experimenteel PLON-examen gekregen hebben en daardoor zonder hun leerlingen aan te veel risico's bloot te stellen aan het PLON-experiment konden deelnemen.

11. De effectgrootte betreft het effect in de populatie(s) bij deze onderzoeksopzet, (on)betrouwbaarheid van metingen enzovoort. Zo is de effectgrootte d voor het verschil

van twee gemiddelden, door Cohen (1988) gedefinieerd als
$$\frac{\mu_1 - \mu_2}{\sigma_w}$$
, waarbij de symbolen

staan voor populatiegroottheden; d kan echter geschat worden door voor μ en σ_w de steekproefschatters te nemen. Daarbij is ook een betrouwbaarheidsinterval van d te berekenen, (Hedges, 1986; zie ook Kulik en Kulik, 1989, p. 244, 245). Cohen geeft als voorbeelden van een klein, middelmatig en groot effect $d = .20; .50; .80$, maar stelt dat het van het betreffende onderzoeksgebied en de onderzoeksopzet afhangt wat als kleine, middelmatige en grote effecten beschouwd moeten worden (Cohen, 1988, o.m. pag. 13, 25). Voor het onderhavige onderzoeksgebied concluderen Scheerens en Creemers (1989) en Fraser (1989) dat instructie-effecten die over het algemeen als "klein" beschouwd worden voor het onderwijsleerproces zeer belangrijk kunnen zijn.

in een opgave over een sprongredder die niets met verkeer van doen heeft. Om dit te peilen, is er in samenwerking met het CITO voor de MAVO-4-leerlingen een exploratief onderzoek opgezet waarin meerkeuze-toetsen bestaande uit standaard- en transferitems aan de leerlingen zijn voorgelegd.

"Onderzoek naar mechanica in de 4^e klas HAVO"

Dit onderzoek wordt beschreven in hoofdstuk 7.

Zoals aan het begin van deze paragraaf uiteengezet is, bestond er behoefte om de algemene probleemstelling van het onderzoek niet alleen aan grote cursusgehelen te onderzoeken - zoals bij het in hoofdstuk 5 gerapporteerde onderzoek - maar ook aan kleinere instructie-eenheden, zoals de behandeling van een bepaald leerstofdomein. Wij besloten de vier vragen te onderzoeken aan het leerstofdomein mechanica in 4-HAVO (dynamica) omdat dit een belangrijk onderdeel van de schoolnatuurkunde is, dat leerlingen niet goed ligt, fysisch gezien vrij abstract is, maar anderzijds zich goed leent voor meerdere vormen van leefwereldgericht onderwijs en omdat voor dit onderdeel de overlap tussen de diverse leerboeken (curricula) in behandelde fysische begrippen relatief groot is (Van Genderen, 1989). Dit laatste is van belang omdat er evenals in de voorgaande onderzoeken meerdere curricula in het onderzoek betrokken worden. In dit onderzoek worden voor het eerst ook leefwereldgeoriënteerde leereffecten geoperationaliseerd.

In dit onderzoek zal ook nagegaan worden in hoeverre de ervaren leerszaamheid en waardering van de mechanicalessen samenhangen met de affectieve beleving voorafgaande aan de lessen en met de taakinzet van de leerlingen (deze samenhangen worden verondersteld in het procesmodel, schema 3.1).

5. LEEROMGEVING, AFFECTIEVE OPBRENGST EN NATUURKUNDEKENNIS VAN MAVO- EN HAVO/VWO-ONDERBOUW LEERLINGEN

5.1 INLEIDING

Dit hoofdstuk bevat een rapportage over een quasi-experimenteel onderzoeksprogramma aan de PLON *eerste-fase-cursus* (MAVO en HAVO/VWO-onderbouw)¹, dat zich richt op de onderzoeksvragen A t/m C. Het gaat hier om de volgende vragen:

- A. In hoeverre ervaren leerlingen die onderwijs gehad hebben met het PLON-curriculum de natuurkundelessen als leefwereld- en participatiegericht?
- B. In hoeverre ervaren zij de natuurkundelessen als betekenisvol en in hoeverre heeft dat te maken met de leefwereld- en participatierichtheid van de natuurkundelessen?
- C. In hoeverre worden met het PLON-curriculum conventioneel-fysische leereffecten bereikt die niet achter blijven bij effecten van reguliere curricula?

Dit onderzoeksprogramma is opgebouwd uit vier deelonderzoeken. Met het eerste deelonderzoek is begonnen in maart 1982. Het eerste-fasecurriculum was toen naar ons idee rijp voor vergelijkend (quasi-experimenteel) onderzoek naar deze vragen. Er mocht aangenomen worden dat dit curriculum toen zijn definitieve vorm begon te benaderen; het had diverse revisies ondergaan, waardoor het zowel aan elementaire eisen van deugdelijkheid als aan de vernieuwingscriteria van het projectteam voldeed; ook waren de leraren redelijk op het materiaal ingespeeld en waren de visies van projectteam en leraren voldoende uitgekristalliseerd.

Dit hoofdstuk begint in §5.2 met een beknopte beschrijving van een verkennend vooronderzoek bij ontwikkelaars en PLON-leraren. We hebben hen door middel van semi-gestructureerde interviews ondervraagd over het door hen *waargenomen curriculum* (Goodlad et al., 1979): gevraagd is wat hun visie is op het PLON-curriculum en welke effecten zij van het onderwijs met dit curriculum zien bij hun leerlingen. Het resterende deel van het hoofdstuk (§5.3 en volgende) bevat een beschrijving van de opzet en resultaten van de vier quasi-experimentele deelonderzoeken die op basis van de onderzoeksvragen zijn opgezet en die voortbouwen op de resultaten van het verkennend onderzoek. In alle vier deelonderzoeken worden

1. Er wordt in het PLON-curriculum voor de 2^e en 3^e klas geen verschil gemaakt tussen het aanbod aan leerlingmateriaal voor MAVO, HAVO en VWO. Wel wordt aangenomen dat de keuze die leraren en leerlingen uit de differentiële gedeelten maken voor de schooltypen verschillen en er worden in de lerarenhandleidingen handreikingen voor die keuzes gegeven.

1. Er wordt natuurkunde gegeven die herkenbaarder is voor leerlingen, het sluit veel en goed aan bij hun ervaringen. Leerlingen doen ervaringen op met dingen uit het normale leven. Uitgangspunt is niet de theorie waarbij vanuit enkele begrippen naar de praktijk geredeneerd wordt (bijvoorbeeld van lichtstraal naar beeld), maar er wordt begonnen met de praktijk.
2. Er is variatie van werkvormen: er is veel ruimte voor leren op grond van eigen ervaringen die leerlingen in de lessen opdoen en voor zelfstandig iets uitzoeken door leerlingen. Er wordt daarbij gedifferentieerd gewerkt: de ene leerling is vaak met andere dingen bezig dan de andere leerling.
3. PLON-lessen worden gekenmerkt door een meer open klasseklimaat, er is meer invloed van de leerling op het lesgebeuren en leraren en leerlingen gaan persoonlijker met elkaar om.

Schema 5.1 Uitspraken van PLON-leraren over veranderingen die zij zien in de leeromgeving

Zoals uit de hier weergegeven uitspraken blijkt, zien de leraren wat wij leefwereld- en participatiegerichtheid genoemd hebben als duidelijke veranderingen in hun classesituatie vergeleken met vroeger. Voor leefwereldgerichtheid wordt dat min of meer als vanzelfsprekend gezien als gevolg van de accenten in het PLON-lesmateriaal voor de leerling. Men ziet leefwereldgerichtheid als tamelijk "ingebakken" in het materiaal. Dit is zo sterk dat er wordt opgemerkt dat je als leraar niet met PLON-materiaal kan werken en daar niet voor zal kiezen als je geen leefwereldgericht onderwijs wilt geven. Het zelfstandig werken van leerlingen is daarentegen veel meer iets dat door de leraar zelf vorm gegeven moet worden, zo wordt gesuggereerd. Met betrekking tot de participatiegerichtheid kunnen we dan ook grote verschillen tussen de leraren constateren in de mate waarin ze dit (zeggen te) realiseren, al vindt men algemeen dat dit veel meer is dan men vroeger deed. De voorzichtigheid van sommige leraren met betrekking tot de zelfwerkzaamheid van leerlingen heeft veel te maken met hun ervaring dat er leerlingen zijn die daar moeite mee hebben. De leraren vinden het moeilijk een en ander bij de leerlingen goed te begeleiden; het is een van de aspecten van de PLON-vernieuwing die tijd kostte om er een goede vorm voor te vinden.

Van het werken met PLON-materiaal ziet men een aantal effecten bij leerlingen die we hebben weergegeven in schema 5.2.

Uit de interviews trokken de onderzoekers de conclusie dat de veranderingen in schema 5.2 veel te maken hebben met de veranderingen in leeromgeving die in schema 5.1 genoemd zijn (hetgeen evident is voor de uitspraken 6 en 7). Veel van de geïnterviewden legden ook spontaan relaties tussen de veranderingen die in de uitspraken 4 en 5 genoemd worden enerzijds en de veranderingen verwoord in de uitspraken 1, 2 en 3 anderzijds.

4. De leerlingen zijn meer betrokken bij de natuurkundelessen; ze zijn enthousiast, al wordt de natuurkunde zeker niet makkelijker voor hen gemaakt.
5. De leerlingen vinden natuurkunde leerzamer en relevanter; ze hebben het gevoel dat ze er iets aan hebben, het nut van natuurkunde wordt hen meer duidelijk.
6. Door de praktijkgerichte natuurkunde leren ze vaardigheden waar ze iets aan hebben; veel van de kennis kunnen ze buiten de klas gebruiken. Ze leren misschien ook beter door een fysieke bril naar hun omgeving te kijken en verschijnselen om hen heen beter te herkennen en te begrijpen.
7. Ze hebben een positievere houding ten opzichte van zelfstandig iets uitzoeken dan vroeger in de natuurkundelessen het geval was.

Schema 5.2 Uitspraken van PLON-leraren over veranderingen in affectieve en cognitieve opbrengsten

Zoals gezegd, is een uitvoeriger weergave van de resultaten van dit vooronderzoek gegeven door Hellingman et al. (1982). In het bovenstaande hebben we vooral de opinies van leraren weergegeven, die in relatie staan tot de onderzoeksvragen A en B en die ons hebben geïnspireerd bij de opzet van het quasi-experimentele onderzoek. Met betrekking tot deze onderzoeksvragen kunnen we samenvattend concluderen dat de leraren in PLON-lessen elementen herkennen die essentieel zijn voor leefwereld- en participatiegerichtheid en dat zij hiervan een positieve invloed zien op de motivatie van de leerlingen. Hierbij moet worden opgemerkt dat de leraren op dat moment al geruime tijd met het PLON werkten en aan een veelheid van nascholingsbijeenkomsten over "werken met PLON-materiaal" hebben kunnen deelnemen. Leraren die korter met PLON-materiaal werken zullen zich vanwege de aanvangsmoeilijkheden - die ook in dit onderzoek door de leraren genoemd werden - mogelijk minder positief uitlaten.

5.3 DE OPZET VAN HET ONDERZOEK AANGAANDE DE EERSTE FASECURSUS

Zoals we al vermeldten in §4.7 zijn er wat het eerste-fase-curriculum betreft, meerdere quasi-experimentele onderzoeken rondom de drie onderzoeksvragen opgezet, die op elkaar aansluiten. Een belangrijke overweging bij de opbouw van dit onderzoeksprogramma was onder andere dat niet alle relevante vragenlijsten en toetsen in één onderzoeksofzet konden worden meegenomen. De argumenten hiervoor zijn dat diverse instrumenten nog ontwikkeld en uitgetest moesten worden en voorts dat de beperkte afnametijd ons noodzaakte om instrumenten die wel gereed waren over verschillende onderzoeksofzetten te verdelen. In het eerste deelonderzoek ligt de nadruk op het meten van affectieve en cognitieve opbrengsten, in het tweede onderzoek op de leeromgevingsaspecten en in het derde en vierde onderzoek komen alle drie typen variabelen aan bod (een overzicht van alle variabelen en deelonderzoeken wordt gegeven in schema 5.8 op p. 98).

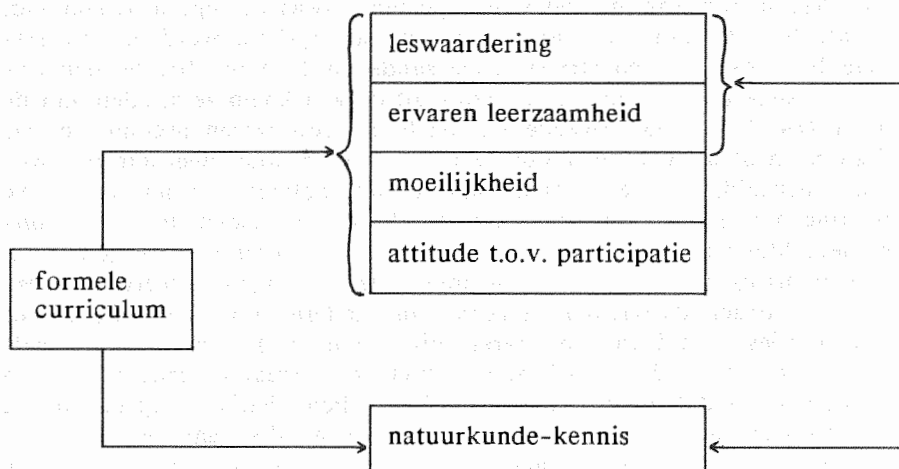
Bij de opzet van het onderzoeksprogramma zijn uitspraken van leraren (zoals onder andere verwoord in de conclusies 1 t/m 7) gebruikt om tot een preciezere afbakening te komen van leeromgevingsaspecten en de affectieve variabelen die in het kader van de onderzoeksvragen A en B gemeten moeten worden en om controlevariabelen in te bouwen. Zo is in deelonderzoek I naast de ervaren betekenisvolheid ook de ervaren "moeilijkheid" gemeten, om te kijken in hoeverre een eventueel hogere leswaardering van PLON-leerlingen los staat van de moeilijkheidservaring (zie schema 5.2, uitspraak 4 van de leraren). De schaal *leerlingattitude t.o.v. participatie* is opgenomen, omdat de leraren de aandacht op deze attitude vestigden (uitspraak 7) en omdat het hier om een attitude gaat ten opzicht van een leeromgevingsaspect dat in het totale onderzoek centraal staat.

5.4 DEELONDERZOEK I: AFFECTIEVE OPBRENGSTEN EN NATUURKUNDE KENNIS

5.4.1 Algemene opzet

Dit deelonderzoek is in 1982 uitgevoerd in samenwerking met het CITO en richt zich op de onderzoeksvragen B (eerste deel over betekenisvolheid) en C.

PLON-leerlingen uit 4-MAVO en een steekproef van leerlingen uit controleklassen uit het CITO-bestand kregen eind april een vragenlijst en vervolgens een toets voorgelegd (afnameduur 2 lesuren). De toets is bedoeld om reguliere natuurkundekennis te meten die in principe examineerbaar moet zijn, ongeacht het curriculum dat de leerlingen doorlopen hadden. De vragenlijst is bedoeld om de *leswaardering*, de (ervaren) *leerzaamheid*, de (ervaren) *moeilijkheid* en de *leerlingattitude ten opzichte van participatie* te meten. De opzet van dit deelonderzoek wordt gevisualiseerd in schema 5.3.



Schema 5.3 Algemene opzet van deelonderzoek I

De betekenis van de vier affectieve-opbrengstschalen hebben we in hoofdstuk 4 reeds uiteengezet. De opname van de schalen "moeilijkheid" en "attitude ten opzichte van participatie" werd - zoals gezegd - mede gesuggereerd door de resultaten van het vooronderzoek naar vernieuwingskenmerken van het PLON.

Steekproef

De algemene strategie voor steekproeftrekking is uiteengezet in §4.6. Alle beschikbare PLON-leraren in MAVO-4 werden aangeschreven. Door het CITO is uit het bij hen aanwezige scholenbestand een steekproef van controlescholen getrokken. De respons die uiteindelijk verkregen werd (ook na telefonisch contact) was wat teleurstellend. Vanwege de voorbereiding op het examen en de vele andere met PLON samenhangende onderzoeksactiviteiten waaraan de leraren meededen (waaronder deelonderzoek II, dat gedeeltelijk dit onderzoek overlapt), waren slechts 68 leerlingen van 6 PLON-scholen in staat aan het onderzoek mee te doen tegen 280 leerlingen van 18 controlescholen. Vanwege de kleine PLON steekproef moet dit deelonderzoek als exploratief beschouwd worden. Bij de groep controleleerlingen kon een uitsplitsing gemaakt worden tussen klassen die het op dat moment meest gangbare boek, namelijk "Natuurkunde op moderne basis" van De Rover gebruikten (160 leerlingen) en een restgroep die ander materiaal gebruikte (120 leerlingen). Op de controlescholen werd wegens tijdgebrek in enkele klassen de vragenlijst niet afgenomen (maar wel de toets), zodat uiteindelijk 229 leerlingen van de controlescholen zowel de vragenlijst als de toets hebben ingevuld en 51 leerlingen alleen de toets.

5.4.2 De onderzoeksinstrumenten

De attitude-lijst NAL-2

Voor het meten van de belevingsaspecten leswaardering, leerzaamheid, attitude ten opzichte van participatie en moeilijkheid werd een Likert-vragenlijst (NAL-2) geconstrueerd, bestaande uit 23 items. Bij de itemconstructie baseerden we ons op de items uit de gelijknamige schalen van de NAL-1 (§4.4), die aan tweede en derde klassen waren afgenomen. De wijzigingen of aanvullingen van de items werden door meerdere overwegingen bepaald, die we reeds in §4.4 vermeld hebben. Verder wilden we rekening houden met de uitspraken die de leraren deden in het vooronderzoek. Met name hebben de uitspraken van de leraren ertoe geleid dat in de items over leerzaamheid ook meer "leefwereldgeoriënteerde" leerervaringen worden afgevraagd (hetgeen onder andere geïnspireerd werd door de conclusies 5 en 6 van de leraren, uit schema 5.2). Een en ander heeft tot gevolg dat in de NAL-2 niet 5 maar 8 leerzaamheidsitems werden opgenomen en dat er in plaats van één expliciet leefwereldgeoriënteerd item nu vier items in de schaal zijn opgenomen die naar leefwereldgeoriënteerde leerervaringen vragen (zie tabel 5.1, de items 6, 11, 13, 20). Niettemin bleek op grond van factoranalyses (Wierstra, 1983) dat er

slechts één tamelijk homogene schaal "leerzaamheid" te vormen was van zowel leefwereldgeoriënteerde als andere leerzaamheidsitems (zie ook tabel 5.1)². De verhoging van de coëfficiënt α die dit opleverde van .63 (NAL-1) naar .74 is in overeenstemming met hetgeen de Spearman-Brown formule voorspelt bij testverlenging van 5 naar 8 items.

Tabel 5.1 De schaal "leerzaamheid" in de NAL-2 (coëfficiënt $\alpha = .74$)

	item-rest correlatie
4. Bij natuurkunde heb ik geleerd hoe je een onderzoekje op kan zetten.	.49
6. Wat je in de natuurkundelessen geleerd hebt, kan je van pas komen bij je hobby.	.37
10. In de natuurkundeles steek je dingen op waar je ook in andere vakken wat aan hebt.	.32
11. Natuurkunde helpt je dingen uit je omgeving beter te begrijpen.	.39
13. Door de natuurkundeles begrijp je meer van de energiediscussie.	.50
17. In de natuurkundelessen leer je zelfstandig een probleem oplossen	.44
20. Doordat je natuurkunde gehad hebt, kun je gemakkelijker bepaalde dingen uit kranten of T.V. begrijpen	.53
36. In de natuurkundeles leer je argumenteren	.47

De factoranalyses op de attitude-items zijn uitgevoerd via het computer programma EFAP (Jöreskog Maximum Likelihood methode met varimax en promax rotaties over verschillende aantallen factoren). Evenals bij de NAL-1 werden de analyses behalve in de totale groep, ook in de PLON-groep en de controlegroep apart gedaan, omdat de factorstructuur in de totale groep in hoge mate beïnvloed kan worden door de verschillen tussen de twee groepen (zie bijvoorbeeld Bethlehem, 1977). Wierstra (1983) identificeert op grond van de factoranalyseresultaten vier factoren die in hoge mate overeen kwamen met de vier belevingsaspecten leswaardering,

2. Er is dus sprake van een construct "algemeen gevoel van leerzaamheid". Dit leerzaamheidsgevoel kan echter, zoals het procesmodel (schema 3.1) aangeeft, veroorzaakt zijn door traditioneel-fysische leereffecten en leefwereldgeoriënteerde leereffecten.

leerzaamheid, moeilijkheid en attitude ten opzichte van participatie uit de NAL-1; de 23 items konden op analoge wijze als bij de NAL-1 bij één van deze aspecten worden ingedeeld. In tabel 5.2 hebben we het aantal items en de α -coëfficiënten van de 4 subschalen weergegeven.

Tabel 5.2 Coëfficiënt α -betrouwbaarheid van de subschalen in de NAL-2 bij 4e klas leerlingen MAVO

	coefficient α			
	aantal items	totale groep	PLON groep	controle groep
• leswaardering	7	.77	.76	.75
• leerzaamheid	8	.74	.77	.70
• moeilijkheid	4	.82	.83	.81
• attitude t.o.v. participatie	4	.55	.70	.47

Uit deze tabel blijkt dat de NAL-2 - afgezien van de schaal attitude ten opzichte van participatie - schalen bevat met redelijke betrouwbaarheidscoëfficiënten ($\geq .70$), zowel voor de PLON-groep als voor de controlegroep. Wellicht dat leerlingparticipatie minder voorkomt in de controlegroep, waardoor deze leerlingen minder eenduidig en meer toevalsmatig reageren op de attitude-items die daar betrekking op hebben. Overigens is het aannemelijk dat de schaal attitude ten opzichte van participatie naast onderwijseffecten ook leerlingkenmerken meet.

Evenals bij de NAL-1 (zie §4.4) hebben we hoge correlaties gevonden tussen de schaal leswaardering en de schaal leerzaamheid: in de PLON-groep bedraagt deze correlatie .69 en in de controlegroep .54. Op de overige correlaties tussen de subschalen komen we terug in tabel 5.4.

De toets voor meting van natuurkundekennis

De bedoeling was om door middel van meerkeuze-vragen tamelijk conventionele eindtermen te meten die op examenniveau bij alle mavo-4 leerlingen - ongeacht het curriculum en de daarbinnen gevolgde leerweg - van belang zijn om te toetsen. Het gaat om kennis, vaardigheden en inzicht die zowel in het reguliere examenprogramma als in het experimentele PLON-eindexamenprogramma tot de eindtermen behoren.

De toets moet uiteraard zodanig zijn samengesteld dat deze niet a priori meer op PLON-leerlingen of op controleleerlingen is toegesneden. Teneinde de kans op deze zogenaamde itembias (in het Nederlands ook wel itempartijdigheid genoemd, zie Mellenbergh, 1985) zoveel mogelijk te minimaliseren, werd besloten om de constructie van de items te inspireren op opgaven van de reguliere Rijksleerplanexamens enerzijds en van experimentele PLON-examens anderzijds (uit de periode 1979 t/m 1981). Door het CITO zijn in eerste instantie 48 vragen uit de reguliere examens en 45 uit de PLON-examens geselecteerd en "omgezet" in meerkeuze- vragen

die voor beide groepen acceptabel leken (zie Jörg, 1983). Bij de selectie van items werd gelet op voldoende overdekking van zowel de leerstof als van vaardigheidscategorieën (kennis, toepassing en inzicht).

Vervolgens werden de items beoordeeld op geschiktheid voor zowel PLON-als controleleerlingen door zes deskundigen, te weten drie mavo-leraren, zijnde leden van de adviescommissie voor het reguliere mavo-eindexamen, de twee CITO-medewerkers die aan het onderzoek meewerkten en één PLON-medewerker (één van de ontwikkelaars van het mavo-curriculum).

Na de beoordeling door de deskundigen werden er door het CITO-team 36 items geselecteerd waarover grote overeenstemming bestond tussen de deskundigen: 18 geïnspireerd op PLON-examens (subtoets a) en 18 geïnspireerd op Rijksleerplan examens (subtoets b).

Details met betrekking tot de constructieprocedure en de instrumentele analyses zijn te vinden bij Jörg (1983). Er zijn onder meer traditionele toets- en itemanalyses gedaan op de totaaltoets en op beide subtoetsen, zowel in de PLON-groep als in de controlegroep. De homogeniteit (KR-20) van de totaaltoets van 36 items bleek voor beide groepen van dezelfde orde, doch aan de lage kant: in de PLON-groep .46 en in de controlegroep .49.

De gegevens voor de subtoetsen zijn weergegeven in tabel 5.3. In de laatste twee kolommen staat de verwachte KR-20 (op grond van de Spearman-Brown formule) bij verlenging van de toets tot 36 items, d.w.z. als de subtoetsen evenveel items zouden hebben als nu in de totaaltoets staan en wat door het CITO vaak als streefgetal voor een goede toetslengte genoemd wordt (35 à 40 items).³

Tabel 5.3 De homogeniteit (KR-20) van de subtoetsen

	KR-20 bij 18 items		geschatte KR-20 na verlenging tot 36 items	
	PLON-groep (N=68)	controlegroep (N=280)	PLON-groep (N=68)	controlegroep (N=280)
subtoets a	.48	.39	.65	.56
subtoets b	.26	.33	.41	.50

Uit tabel 5.3 blijkt dat subtoets b in ieder geval in de PLON-groep minder homogeen is dan subtoets a⁴. Hoewel de toets door professionele toetsontwikkelaars gemaakt is, valt de KR-20 buitengewoon laag uit. Op zichzelf hoeft een heterogene toets voor researchdoeleinden echter geen

3. Als de gemiddelde correlatie tussen twee items .10 bedraagt, heeft men ongeveer 40 items nodig om een coëfficiënt $\alpha = .80$ te bereiken, zo leert de Spearman-Brown formule.

4. In deelonderzoek III zal blijken dat dit ook in de controlegroep het geval is.

nadeel te zijn. In feite streefden we zoals gezegd bij de constructie zelfs naar een toets die een diversiteit van leerstof en vaardigheden toetst en die dus niet bij voorbaat erg homogeen hoeft te zijn. Diverse auteurs onder andere Nuttall en Wilmott (1972) wijzen hier op een zekere spanning tussen homogeniteit en validiteit. De lage KR-20 indices hoeven dan ook niet te betekenen dat de items niet valide zijn. Wel is een gevolg van de lage KR-20 dat we nu niet beschikken over een schatting van de (test-hertest)betrouwbaarheid van de toets; bij een eenmalige afname aan leerlingen is het bij een heterogene test niet goed mogelijk deze betrouwbaarheid te schatten⁵.

5.4.3 Verbanden tussen affectieve en cognitieve variabelen

Alvorens op de beantwoording van de onderzoeksvragen in te gaan geven we enkele gegevens weer die interessant zijn in het licht van het procesmodel.

De correlaties die we vonden tussen de affectieve variabelen onderling en met de toetsscores zijn weergegeven in tabel 5.4 (bovendriehoek voor de controlegroep en onderdriehoek voor de PLON-groep). Zoals we in §4.6 uiteengezet hebben, zijn de significantietoetsen tweezijdig uitgevoerd.

Uit tabel 5.4 valt onder andere het volgende op:

In beide groepen zijn er sterke verbanden tussen leswaardering en ervaren leerzaamheid en middelmatige verbanden tussen leswaardering en totaaltoetsscore. Al deze verbanden werden verwacht op grond van het procesmodel (zie de veronderstelde relaties tussen taakbeleving, taakinzet, conventioneel-fysische leereffecten en ervaren leerzaamheid in schema 3.1). Opvallend is dat leerzaamheid alleen in de PLON-groep (enigszins) met de toetsprestatie correleert. Verder zijn er nog enkele opvallende verschillen tussen de PLON-groep en de controlegroep. Zo vinden we in de PLON-groep nauwelijks een samenhang tussen de ervaren moeilijkheid en de leerzaamheid, respectievelijk leswaardering, (hoewel bij een correlatie van .40 in de populatie de kans op een significante correlatie in deze steekproef 93% bedraagt) in contrast met de negatieve samenhangen die we vinden in de controlegroep.

In de PLON-groep vinden we voorts, zoals we ook met de NAL-1 gevonden hebben, een tamelijk hoge correlatie tussen attitude t.o.v. participatie en leswaardering, terwijl in de controlegroep deze correlatie .02 bedraagt. Dit maakt het naar ons idee zeer waarschijnlijk dat er een

5. Als de test wel homogeen is, in de zin dat de items op een constante na dezelfde ware score hebben (essentieel tau-equivalent zijn), geeft de KR-20 een ondergrens van de betrouwbaarheid (zie bijvoorbeeld Lord en Novick, 1974). Voor een toets die uit meerdere homogene componenten bestaat, zijn er wel procedures om de betrouwbaarheid te schatten (zie onder andere Nuttall en Wilmott, 1972); we hebben van deze procedures afgezien, onder andere omdat eenduidige criteria voor een indeling in homogene subtoetsen in ons onderzoek ontbreken.

weinig participatiegerichte leeromgeving is in de controle-groep (zoals we al in §5.4.2. suggereerden).

Tabel 5.4 Correlaties*) tussen affectieve en cognitieve variabelen in de PLON-groep (onderdriehoek) en in de controlegroep (boven-driehoek)

	les- waar- dering	leer- zaam- heid	moei- lijk- heid	attitude t.o.v. partici- patie	subtoets a	subtoets b	totaal toets- score
leswaardering		<u>.54</u>	<u>-.52</u>	.02	<u>.20**</u>	<u>.17**</u>	<u>.23</u>
leerzaamheid	<u>.69</u>		<u>-.22</u>	.16	.08	.05	.08
moeilijkheid	-.16	-.04		-.10	<u>-.34</u>	<u>-.24</u>	<u>-.37</u>
attitude t.o.v. participatie	<u>.47</u>	<u>.38</u>	-.10		.07	.04	.07
subtoets a	<u>.38</u>	<u>.25*</u>	-.20	<u>.25*</u>		<u>.28</u>	<u>.83</u>
subtoets b	<u>.24*</u>	.16	-.19	-.06	.23		<u>.77</u>
totaaltoets score	<u>.38</u>	<u>.26*</u>	<u>-.25*</u>	.15	<u>.84</u>	<u>.73</u>	

*) Alle correlatiecoëfficiënten in dit proefschrift zijn Pearson product moment correlaties (tenzij anders vermeld). Correlatiecoëfficiënten die een tweezijdige overschrijdingskans hebben $\leq .001$ hebben we onderstreept, en een overschrijdingskans $\leq .01$ van twee asteriksen voorzien en $\leq .05$ van één asteriks. De naam van de schaal indiceert de scoringsrichting, bijv.: voor de schaal moeilijkheid geldt lage score = makkelijk, hoge score = moeilijk.

5.4.4 Resultaten met betrekking tot de onderzoeksvragen

Verschillen tussen PLON- en controlegroep op de affectieve variabelen

Binnen de controlegroep werden geen significante verschillen op de affectieve variabelen gevonden tussen de De Rover-groep en de restgroep. Het is dus niet zinvol om deze twee groepen binnen de controlegroep te onderscheiden, waar het de analyses betreft.

In tabel 5.5 zijn de gemiddelden (m) en standaarddeviaties (s) van de scores voor de affectieve variabelen voor de PLON- en controlegroep weergegeven; ook is aangegeven de proportie variantie die in de steekproef door de factor "curriculumgroep" verklaard wordt (laatste kolom).

Tabel 5.5 Gemiddelden, standaarddeviaties en proportie door curriculum-groep verklaarde variantie (η^2_{curr}) van de affectieve variabelen

schaal	aantal 5-punts items	PLON (N=68)		Controlegroep (N=229)		η^2_{curr}
		m	s	m	s	
● leswaardering	7	27.0	3.8	23.5	4.5	.11
● leerzaamheid	8	29.5	4.2	25.1	4.5	.15
● attitude t.o.v. participatie	4	14.2	3.1	12.5	2.6	.06
● moeilijkheid	4	11.9	3.6	12.6	3.8	.01

Om de verschillen tussen de twee groepen op de vier schalen te toetsen op significantie, besloten we allereerst een multivariate toetsing (MANOVA) uit te voeren (omdat de vier schalen verwant zijn en nogal samen blijken te hangen, zoals we in tabel 5.4 gezien hebben). Dit betekent dat we eerst nagaan in hoeverre de vector van vier schaalgemiddelden in de PLON-groep verschilt van de vector in de controlegroep en pas daarna voor ieder schaalgemiddelde apart nagaan in hoeverre er significante verschillen zijn tussen de twee groepen.

De multivariate analyse (toetsing van Wilks' Lambda) toonde aan dat de verschillen tussen de twee curriculumgroepen significant waren; Wilks' Lambda (Λ) = .82 (p = .001). De grootte $1-\Lambda$ is op te vatten als een MANOVA η^2 (Cooley en Lohness, 1971), dat wil zeggen dat deze grootte aangeeft welk deel van de totale variantie op de vier variabelen op rekening komt van de variabele "wel of niet het PLON-curriculum gebruikt".

De MANOVA is uitgevoerd in de vorm van een stapsgewijze discriminantanalyse. Dit wil zeggen dat stapsgewijs gezocht wordt naar een combinatie van affectieve variabelen die maximaal discrimineert tussen de groepen (waarbij het mogelijk is dat een eenmaal opgenomen variabele later weer verwijderd wordt wanneer blijkt dat de discriminatie minder wordt in combinatie met een nieuw geselecteerde variabele).

In stap 1 werd uiteraard de variabele leerzaamheid geselecteerd (omdat deze van de vier variabelen het best discrimineert tussen PLON- en controlegroep, zie de η^2 -waarden in tabel 5.5). In stap 2 werd attitude ten opzichte van participatie toegevoegd en in stap 3 tenslotte de variabele leswaardering. De variabele "moeilijkheid" werd niet in de discriminantfunctie opgenomen. De relatief grote overlap tussen leerzaamheid en leswaardering (zie tabel 5.4) maakt dat laatstgenoemde variabele pas als derde in de analyse wordt opgenomen. Er werden geen variabelen uit de analyse verwijderd. De resultaten van de discriminantanalyse zijn samengevat in tabel 5.6.

Tabel 5.6 Samenvatting stapsgewijze discriminantanalyse

stap	toegevoegde variabele	Wilk's Lambda (A)	overschrijdings- kans	gestandaardiseerde coëfficiënt in de laatste disci- minant functie (met drie variabelen)
1	leerzaamheid	.85	.000	.61
2	attitude t.o.v. participatie	.83	.000	.39
3	leswaardering	.82	.000	.34

Tweezijdige t-toetsen voor de afzonderlijke variabelen resulteerden in significante verschillen tussen de twee groepen op deze variabelen ($p = .000$), behalve voor de ervaren moeilijkheid ($p = .15$).⁶ Uit tabel 5.5 (laatste kolom) blijkt dat de verschillen tussen de PLON- groep en de controle-groep zich vooral bij leerzaamheid en leswaardering manifesteren en dat het hier om tamelijk sterke effecten gaat⁷.

Controle voor de jongens/meisjes verhouding

Er bleken significante verschillen tussen jongens en meisjes in de controlegroep op leswaardering ($p = .002$) en moeilijkheid ($p = .001$). Meisjes bleken natuurkunde minder te waarderen en moeilijker te vinden. De PLON *steekproef* - waarin zich 8 meisjes bevonden - was te klein om ook

6. Alle analyses zijn gedaan met de leerling als analyse-eenheid. Om rekening te houden met klaseffecten is het zinvol om ook "geneste" analyses uit te voeren, uitgaande van een hiërarchisch model, waarin de "leerling binnen curriculum" kwadratenom wordt opgesplitst in een "klas binnen curriculum" kwadratenom en een "leerling binnen klas binnen curriculum" kwadratenom (Hopkins, 1982, Wierstra en Wubbels, 1989, p. 29-30). Omdat we in onze onderzoeken geen verschil vonden tussen de resultaten van de geneste en de ongeneste analyses zullen we in dit proefschrift de meer overzichtelijke tabellen en indices voor de ongeneste analyses weergeven.

7. Cohen (1988) geeft de formule (p.284): de effectgrootte $f = \sqrt{\frac{\eta^2}{1-\eta^2}}$, waarbij η^2 in de populatie geschat kan worden uit de steekproefwaarde (laatste kolom van tabel 5.5.). Voor twee groepen wordt in plaats van f meestal de grootheid d gebruikt (zie §4.6, voetnoot 11). Omdat we in ons onderzoek incidenteel ook verschillen tussen meer dan twee groepen (bijvoorbeeld klassen) onderzoeken, waarvoor de grootheid f gebruikt moet worden, is het vanwege de uniformiteit (en de vergelijkingsmogelijkheid die dit biedt) handig steeds de grootheid f te gebruiken, ongeacht het aantal groepen dat vergeleken wordt. Cohen geeft als voorbeelden van een klein, middelmatig en groot effect: $f = .10; .25; .40$. De effectgrootte f dient men overigens niet te verwarren met de toetsingsgrootheid F in een variantieanalyse.

daar verschillen tussen jongens en meisjes te toetsen. Het is echter goed mogelijk dat dit soort verschillen ook bestaan in de PLON-populatie, omdat in de literatuur veelvuldig geconstateerd wordt dat meisjes natuurkundelessen minder waarderen dan jongens en dit relatief onafhankelijk is van het curriculum dat gebruikt is (zie o.a. Jörg et al, 1989). De voorgaande toetsing van verschillen tussen de PLON-steekproef en de controle-steekproef zou dan niet helemaal zuiver zijn, omdat er verhoudingsgewijs te weinig meisjes in de PLON-steekproef zitten. Daarom hebben we ook het verschil tussen de PLON-jongens en de jongens uit de controlescholen getoetst. Eerst werd weer een multivariate toetsing uitgevoerd over de vier schalen tezamen. Dit leverde een significant verschil op tussen de groepen ($p = .000$). De resultaten van de univariate toetsingen (tweezijdige t- toets) zijn weergegeven in tabel 5.7.

Tabel 5.7 Resultaten op de affectieve variabelen van jongens uit beide groepen

	jongens PLON (n=60)		jongens controlegroep (n=141)		overschrijdings- kans (p-waarde)
	m	s	m	s	
● leswaardering	27.5	3.5	24.2	4.0	.001
● leerzaamheid	30.1	3.8	25.9	4.3	.001
● attitude t.o.v. participatie	14.5	2.9	12.5	2.8	.001
● moeilijkheid	11.3	3.6	12.0	3.6	.398

Op de eerste drie schalen blijken er dus significante verschillen tussen PLON-jongens en jongens uit de controlegroep. Deze resultaten wijken niet af van de eerder verrichte analyses van de verschillen tussen PLON- en controlegroep waar niet tussen jongens en meisjes onderscheiden werd. Samenvattend kunnen we stellen dat er significante verschillen zijn tussen PLON- en controlegroep op leerzaamheid, leswaardering en attitude ten opzichte van participatie, ten gunste van de PLON-groep. Het verschil bleek het grootst op de variabele "ervaren leerzaamheid, 15% van de variantie op deze variabele kan aan de factor "curriculumgroep" worden toegeschreven.

Verschillen tussen PLON- en controlegroep op de scores van de cognitieve toetsen

Evenals bij de affectieve variabelen bleek er binnen de controlegroep geen significant verschil tussen de De Rover-groep en de restgroep. We differentiëren binnen de controlegroep dan ook verder niet tussen deze groepen.

Uit tabel 5.8 kunnen we aflezen dat de PLON-leerlingen gemiddeld wat hoger scoren op de gehele toets dan de leerlingen uit de controlegroep. (Dit geldt ook voor de deelttoetsen a en b, zie Jörg, 1983).

Tabel 5.8. Overzicht van de resultaten op de gehele toets voor PLON-leerlingen en controleleerlingen met een uitsplitsing naar sexe voor beide groepen

	aantal leerlingen	aantal items	m	s
PLON-leerlingen	68		21.7	3.54
PLON-jongens	60	36	21.9	3.35
PLON-meisjes	(8)		(20.2)	(2.71)
controleleerlingen	280		19.9	3.84
controlejongens	196*	36	20.4	3.81
controlemeisjes	64*		18.2	3.49

* De som van het aantal jongens en meisjes in de controlegroep is 260 (niet 280) omdat 20 leerlingen de vraag of ze een jongen of meisje zijn, niet beantwoord hebben.

Bij tweezijdige toetsing (met significantieniveau $\alpha = .10$, zie §4.6) vinden we een significant verschil ($p=.01$) tussen de PLON-leerlingen en de leerlingen uit de controlegroep. Er is een zeer klein effect ten gunste van de PLON-groep; we willen hier niet al te veel betekenis aan toekennen, mede omdat de nulhypothese niet verworpen wordt als we de verschillen toetsen tussen de jongens in de PLON-groep en de jongens in de controlegroep.

Op grond van bovenstaande resultaten kan gezegd worden dat de PLON-leerlingen die aan dit onderzoek meededen, het minstens even goed doen als een controlegroep op een toets die uit vragen bestaat die geïnspireerd zijn op eindexamenopgaven.

5.4.5 Samenvatting belangrijkste conclusies uit deelonderzoek I

In dit deelonderzoek werden de PLON-groep en de controlegroep vergeleken op affectieve en cognitieve opbrengsten, in het kader van de volgende onderzoeksvragen:

- B. In hoeverre ervaren zij de natuurkundelessen als betekenisvol en in hoeverre heeft dat te maken met de leefwereld- en participatiegerichtheid van de natuurkundelessen?
- C. In hoeverre worden met het PLON-curriculum conventioneel-fysische eereffecten bereikt die niet achter blijven bij effecten van reguliere curricula?

Wat **onderzoeksvraag B** betreft lag de nadruk op het eerste deel van deze vraag. Het bleek mogelijk om redelijk betrouwbare subschalen te construeren voor het meten van een viertal affectieve variabelen, te weten: de leswaardering, de leerzaamheid, de moeilijkheid en - in mindere mate - de attitude t.o.v. participatie. In zowel de PLON-groep als de controlegroep bleek dat leswaardering sterk samenhangt met de ervaren leerzaamheid en in wat mindere mate met de gemeten natuurkundekennis. Het bleek dat PLON-leerlingen in dit onderzoek de natuurkunde-lessen meer waardeerden

en als leerzamer beoordeelden dan de controlegroep. De leerzaamheidsbeleving discrimineert het meest tussen PLON-leerlingen en leerlingen uit de controlegroepen. Ook blijkt dat PLON-leerlingen een wat positievere houding aannemen ten opzichte van participatie in de lessen en dat deze houding in de PLON-groep met de leswaardering en de ervaren leerzaamheid samenhangt. Dit maakt het waarschijnlijk dat er in deze groep een causale koppeling is tussen participatiegerichtheid en leswaardering (in deelonderzoek III zal dit op meer directe wijze worden nagegaan). In de moeilijkheidsbeleving en in de toetsresultaten was er geen verschil tussen de twee groepen. Voor het PLON-curriculum betekenen deze resultaten dat er kennelijk meer bereikt is dan alleen het leuker maken van de lessen. De lessen winnen voor de leerlingen aan betekenisvolheid, zonder dat alles eenvoudiger wordt en zonder dat aan traditioneel-natuurkundige kennis wordt ingeboet.

Bovenstaande resultaten bevestigen de conclusies 4,5 en 7 van de leraren, zoals die geformuleerd werden in het onderzoek "PLON vernieuwingskenmerken op het spoor" (zie schema 5.2).

Ondanks de hogere affectieve opbrengst bij PLON-leerlingen en de positieve correlaties tussen de affectieve opbrengst en toetsprestaties, kon niet geconcludeerd worden dat PLON-leerlingen betere toetsprestaties behalen dan de controlegroep (**onderzoeksvraag C**). Overigens moeten de gevonden verschillen tussen PLON- en controlegroep, mede gezien het geringe aantal PLON-leerlingen als exploratief beschouwd worden.

5.5 DEELONDERZOEK II: PARTICIPATIEGERICHTHEID VAN DE LEEROMGEVING

In dit deelonderzoek wordt een eerste aanzet gemaakt om een vragenlijst te construeren waarmee nagegaan kan worden of leerlingen hun leeromgeving als participatiegericht ervaren (in het kader van onderzoeksvraag A).

We zullen op de opzet en de resultaten van dit deelonderzoek slechts kort ingaan, omdat het al uitvoerig beschreven is door Kuhlemeier (1983). Deze onderzoeker maakte als stageaire bij de vakgroep Natuurkunde-Didactiek gedurende een half jaar deel uit van de PLON-onderzoeksgroep en was onder onze supervisie verantwoordelijk voor de uitvoering van deelonderzoek II. In dit deelonderzoek wordt participatiegerichtheid van de leeromgeving in verband gebracht met het uit de curriculumtheorie bekende begrip "open curriculum".

Bij zijn streven om een vragenlijst te ontwikkelen voor meting van participatiegerichtheid van natuurkundeonderwijs kwam Kuhlemeier op het spoor van de Individualized Classroom Environment Questionnaire (ICEQ), van Rentoul en Fraser (Rentoul en Fraser, 1979). Deze vragenlijst was door de auteurs enige jaren eerder ontwikkeld om de openheid van het onderwijs in de natuurwetenschappen in een bepaalde klas te meten. Zij hebben nagegaan wat er in de literatuur zoal verstaan werd onder open onderwijs en kwamen aldus tot een aantal karakteristieken, waarvoor zij

items construeerden⁸. Deze items werden vervolgens gegroepeerd in vijf schalen die de auteurs intuïtief plausibel achtten en die volgens hen overeenkwamen met dimensies uit een theoretisch kader dat door Moos (1973, 1974) ontwikkeld is om menselijke omgevingen te karakteriseren. Uit diverse onderzoeken die Fraser en medewerkers hebben uitgevoerd, bleek dat de vijf schalen betrouwbaar zijn wat betreft coëfficiënt α . Op basis van facevalidity kan gesteld worden dat veel items uit de diverse schalen op participatiegerichtheid zoals door ons gedefinieerd betrekking hadden. Dit leek ons te gelden voor items uit vier van de vijf door Rentoul en Fraser onderscheiden subschalen⁹. In het kader van ons onderzoeksprogramma besloten we om deze vier schalen te beschouwen als een eerste voorlopige operationalisatie van een participatiegerichte leeromgeving. Kuhlemeier construeerde een Nederlandse versie van deze schalen, bestaande uit 9 à 10 items per schaal¹⁰.

In de vragenlijst werden itemparen van het type als in schema 5.4 gebruikt.

De leerlingen doen een onderzoek of proef om een vraag van de leraar te beantwoorden.

	bijna nooit	zelden	soms	vaak	zeer vaak	
a. In onze lessen komt dit	1	2	3	4	5	voor
b. Ik wil graag dat dit	1	2	3	4	5	voorkomt

Schema 5.4 Voorbeeld van een item voor de ervaren en de gewenste leeromgeving.

Het antwoord dat een leerling geeft op een a-item wordt geacht de door hem *ervaren* leeromgeving te meten (zie ook §4.3); bij de b-items gaat het om de leeromgeving die de leerling *wenst*. Het verschil in beantwoording van de twee typen items vatten Fraser en medewerkers op als een operationalisatie van de tevredenheid van leerlingen met de afgevraagde leeromgevingsaspecten. Interviews die Kuhlemeier in een proeffase afnam aan

8. Rentoul en Fraser (1979) stellen dat het bij deze openheid gaat om karakteristieken als "student independence, autonomy and responsibility". "Students are constantly encouraged to participate rather than to be passive, and the development of skills and processes of enquiry are facilitated by involving students in meaningful investigations and creative activities" (p. 237).

9. Dit zijn de schalen Investigation, Differentiation, (Verbal) Participation, en Independence (Rentoul en Fraser, 1979). Voor de schaal "Personalisation" (die betrekking heeft op de emotionele leraar-leerling relatie) ging dit minder op.

10. In de vragenlijst werd overigens voor validatiedoeleinden ook een vertaling opgenomen van de vijfde schaal "Personalisation".

leerlingen die dit soort items kregen voorgelegd, toonden aan dat de twee typen items door de leerlingen goed uit elkaar gehouden werden.

Na bijstelling van enkele items die voor de leerlingen niet zo duidelijk bleken, werd de vragenlijst afgenomen aan een steekproef van 15 PLON-klassen 3-MAVO (257 leerlingen) en aan 15 controleklassen (307 leerlingen). De bedoeling was om na te gaan in hoeverre de PLON-leerlingen de leeromgeving als meer open en participatiegericht ervaren dan leerlingen uit controleklassen en hoe tevreden ze daarmee waren.

Evenals in de onderzoeken van Rentoul en Fraser bleken de schalen redelijk betrouwbaar in termen van coëfficiënt α . Voorts bleek de betrouwbaarheid van de klasmiddelen hoog (een eis die we in §4.3 stelden). De schalen bleken echter niet factorzuiver. Factoranalyse over alle items betreffende de ervaren leeromgeving leverde geen specifieke factoren op die met de vijf schalen correspondeerden. Alleen 9 van de 10 "Personalisatie" items bleken een duidelijk apart cluster te vormen. De overige items bleken een hoge "relevante validiteit" (Guilford, 1954)¹¹ te hebben en kunnen daarom, gelet op de inhoud van de items als een eerste operationalisatie van participatiegerichtheid beschouwd worden.

Verschillen tussen PLON- en controleklassen in participatiegerichtheid.

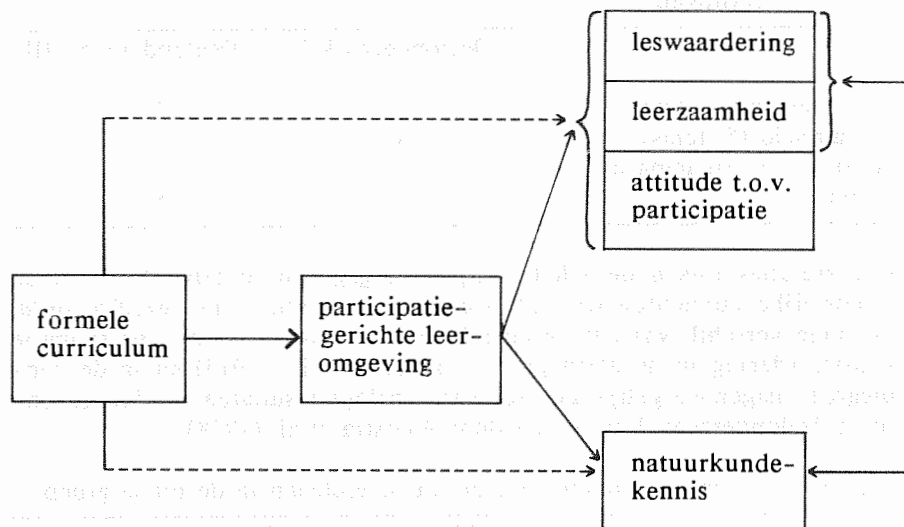
Wat onderzoeksvraag A betreft, kunnen we constateren dat er op de vier schalen voor de ervaren participatiegerichtheid aanzienlijke en significante verschillen tussen de PLON-groep en de controlegroep zijn in een richting die voorspeld werd door de conclusies 2 en 3 van de leraren in het vernieuwingskenmerken onderzoek (schema 5.1). Dit bleek zowel bij analyses op leerling- als op klasniveau. De multivariate toetsing (Wilks' Lambda) leverde een overschrijdingskans $p < .001$ op. Wat de univariate toetsingen betreft, bleken PLON-leerlingen op alle schalen behalve de personalisatie-schaal significant hoger te scoren dan leerlingen uit de controlegroep. Het bleek voorts dat er in PLON-klassen minder verschil was tussen de door leerlingen ervaren en de door hen gewenste participatiegerichtheid van de leeromgeving. In het theoretisch kader van Fraser betekent dit dat de onderzochte PLON-leerlingen tevredener waren met (dit aspect van) hun leeromgeving dan de controlegroep.

11. Zie ook Drenth (1975), p. 247. Guilford (1954) definieert de "relevante validiteit" van een variabele als de wortel uit de communaliteit van die variabele (de communaliteit h^2 is de proportie variantie van de variabele die door de gemeenschappelijke factoren verklaard wordt). De relevante validiteit indiceert in welke mate de variabele meet wat ook andere variabelen meten. Het begrip is verwant aan het begrip "convergente validiteit" (Campbell en Fiske, 1977). Drenth acht het bepalen van de relevante validiteit een zinvol onderdeel van een betekenisanalyse van een instrument.

5.6 DEELONDERZOEK III: PARTICIPATIEGERICHTHEID EN AFFECTIEVE OPBRENGSTEN

5.6.1 Algemene opzet

In dit deelonderzoek gaat het behalve om een replicatie van aspecten uit de voorgaande deelonderzoeken voor het eerst ook om directe analyses van de relaties tussen leeromgevingsaspecten en opbrengsten (onderzoeksvraag B). De opzet van dit onderzoek wordt gevisualiseerd in schema 5.5.



Schema 5.5 Algemene opzet van deelonderzoek III

Voor de participatiegerichtheid construeerden we items die voortbouwden op de leeromgevingsschalen uit deelonderzoek II. Om de cognitieve en affectieve opbrengsten te meten werden dezelfde instrumenten gebruikt als in deelonderzoek I, behalve de schaal voor moeilijkheid¹². Eerst werden de affectievragenlijsten afgenomen, dan de leeromgevingslijst en in het volgende lesuur de toets.

Door het CITO is een aselechte steekproef getrokken van MAVO-4 leraren die geen PLON-materiaal gebruiken; hun 4e klas nam evenals alle beschikbare PLON-klassen 4-MAVO aan het onderzoek deel. Het onderzoek vond plaats één maand voor de paasvakantie tijdens de cursus '82-'83. Er werden gegevens verzameld bij 9 PLON-klassen (189 jongens, 65 meisjes) en 6 controleklassen (108 jongens, 35 meisjes). De jongens/meisjes verhouding is dus in beide groepen ongeveer hetzelfde (3:1). Het gemiddelde cijfer voor natuurkunde bedraagt zowel in de PLON-groep als in de controlegroep 6.7.

12. Deze variabele speelt in de vraagstelling geen rol: hooguit functioneert zij als controlevariabele; in deelonderzoek I bleek echter al dat deze variabele geen verband heeft met de curriculumvariabele.

5.6.2 De onderzoeksinstrumenten

De attitude-lijst NAL-2

De α -waarden en de correlaties tussen de drie schalen blijken van dezelfde orde van grootte als in deelonderzoek I gevonden werd. Voor de totale groep leerlingen vonden we de volgende resultaten:

Tabel 5.9 De α -coëfficiënten van de attitudeschalen in de totale groep leerlingen

	Deelonderzoek I	Deelonderzoek III
leswaardering (7 items)	.77	.79
leerzaamheid (8 items)	.74	.72
attitude t.o.v. participatie (5 items) ¹³	.55	.53

De correlaties tussen de schalen zijn weergegeven in tabel 5.10. In de afzonderlijke curriculumgroepen waren de correlaties van dezelfde orde. Het enige verschil was dat de correlatie tussen attitude t.o.v. participatie en leswaardering in de PLON-groep .15 bedroeg ($p = .015$) en in de controlegroep nagenoeg gelijk aan nul was. Analoge resultaten werden gevonden in deelonderzoek I en eerder door Wierstra et al. (1978).

Tabel 5.10 Pearson correlaties tussen attitudeschalen in de totale groep

	leerzaamheid	attitude t.o.v. participatie
leswaardering	.62	.06
leerzaamheid		.23

De toetsen

We vermelden in tabel 5.11 de KR20-waarden voor de totaaltoets en de twee subtoetsen.

Opnieuw blijkt dat beide toetsen heterogeen zijn en subtoets b meer dan subtoets a. Subtoets a blijkt nu overigens homogener in de controlegroep dan in de PLON-groep. Er zijn in beide groepen matige correlaties tussen het laatste rapportcijfer en de toetsscores (tussen .22 en .36); dat deze samenhangen niet sterk zijn, viel te verwachten omdat het om rapportcijfers en in de toets gemeten kennis gaat van uiteenlopende klassen, met verschillen in normering en doelstelling van leraren.

13. Er werd een extra item toegevoegd aan de vier items die in het vorige deelonderzoek gebruikt zijn voor deze schaal. De schaal lijkt hiermee representatiever voor het construct, maar het leidt - zoals de tabel aangeeft - niet tot een verhoging van coëfficiënt α .

Tabel 5.11 KR-20-waarden voor de subtoetsen en totaaltoets

	Onderzoek I		Onderzoek III	
	PLON	controle-groep	PLON	controle-groep
subtoets a (18 items)	.48	.39	.49	.59
subtoets b (18 items)	.26	.33	.32	.25
totaaltoets (36 items)	.46	.49	.57	.59

De leeromgevingsvragenlijsten

Voortbouwend op de resultaten van deelonderzoek II hebben we geprobeerd vast te stellen in welke mate de leerlingen de leeromgeving als participatiegericht ervaren en in welke mate ze een participatiegerichte leeromgeving wensen. De schaal voor de gewenste leeromgeving wilden we vooral gebruiken in het kader van een betekenisanalyse van de schaal voor de ervaren (gepercipieerde) leeromgeving.

Omdat we meer instrumenten in dit onderzoek aan leerlingen voorlegden dan in deelonderzoek II moesten we ons - gezien de beperkte afnametijd - beperken tot 20 items, te weten 10 "ervarings"items en 10 corresponderende "wens"items. De selectie van de 10 itemparen verliep als volgt: We hebben eerst 18 paren uit het vorige onderzoek geselecteerd die op basis van face-validity het dichtst liggen bij wat wij onder participatiegerichtheid verstaan. Daaruit hebben we die 10 paren uitgekozen (en vaak enigszins geherformuleerd) die ons begrijpelijk leken voor zowel PLON- als controleleerlingen en die we in staat achtten ook te differentiëren tussen PLON-klassen onderling en tussen controleklassen onderling¹⁴ en die een hoge communaliteit hebben¹⁵. De schalen voor de gewenste en de ervaren participatiegerichtheid zijn weergegeven in bijlage 5.2 en de α -coëfficiënten in tabel 5.12.

Tabel 5.12 Coëfficiënt α voor de ervaren en de gewenste participatiegerichtheid

	aantal items	totale groep	PLON	controle groep
ervaren	10	.72	.70	.50
gewenst	10	.64	.66	.55

14. We willen namelijk ook in de afzonderlijke curriculumgroepen samenhangen berekenen tussen de ervaren participatiegerichtheid en de leswaardering, resp. leerzaamheid (zie eind §5.6.4 en tabel 5.17).

15. Deze hoge communaliteit van een item (h_i^2) garandeert enerzijds een redelijk hoge itembetrouwbaarheid (want $r_{ii} \geq h_i^2$, zie bijvoorbeeld Magnusson, 1967 of Fischer, 1974, p. 79), anderzijds een hoge "relevante validiteit" van het item (zie voor dit laatste voetnoot 11).

Opmerkelijk is dat de α -coëfficiënten voor de controlegroep zoveel lager zijn dan voor de PLON-groep. (Een mogelijke verklaring hiervoor zullen we in de sectie hieronder geven). Voor onderzoeksdoeleinden zijn de α -coëfficiënten acceptabel. Voor de ervaren participatiegerichtheid willen we ook een coëfficiënt berekenen die aangeeft in hoeverre de schaal voor participatiegerichtheid betrouwbaar kan differentiëren tussen klassen. Daarom berekenden we voor deze schaal in de totale groep ook de intraklasse-correlatiecoëfficiënt die uiteengezet is in §4.3. Dit levert voor de ervaren leeromgeving een ρ_n -coëfficiënt op van .92 en een ρ_1 -coëfficiënt van .40. De schaal is dus goed in staat om te differentiëren tussen klassen.

Enkele andere gegevens van de leeromgevingsvragenlijsten

Als aanvulling op de hierboven gepresenteerde betrouwbaarheidscoëfficiënten zullen we nu enige andere empirische gegevens weergeven die aannemelijk maken dat de schaal die bij de leerlingen de *ervaren* participatiegerichtheid afvraagt, een indicatie geeft van de daadwerkelijke participatiegerichtheid in de klas. Dit betekent dat naast een zeker ideosyncratisch element in de beantwoording van de ervaringsitems (betapress, Murray, 1938; Stern, 1973) er een grote mate van objectivering (alpha press) moet meespelen in de beantwoording van deze items. Dat dit laatste het geval is, wordt gesuggereerd door de hoge correlaties tussen klassenscore en individuele score (.70 in de totaalgroep, .61 in de PLON-groep en .42 in de controlegroep). Het kwadraat van deze correlatie is de η^2_{klas} , zijnde de proportie variantie in de individuele "ervaringsscores" die aan de factor "klas" is toe te schrijven. Deze η^2 -waarden zijn weergegeven in tabel 5.13 (eerste rij).

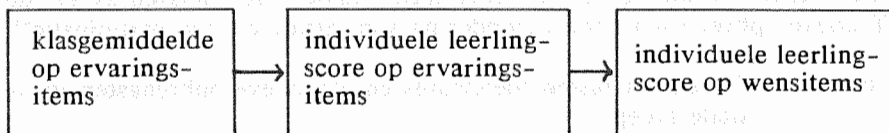
Tabel 5.13 Overschrijdingskansen en η^2 -waarden bij toetsing van verschillen tussen klassen op de schalen voor participatie

	leerlingen uit alle klassen		leerlingen uit 9 PLON-klassen		leerlingen uit 6-controleklassen	
	p	η^2_{klas}	p	η^2_{klas}	p	η^2_{klas}
ervaren	.0001	.49	.0001	.38	.0001	.17
gewenst	.0001	.21	.0001	.18	.01	.10

We vinden dus in de totale groep voor de ervaren participatiegerichtheid grote verschillen tussen klassen. (Dit klasse-effect is 2 à 3 x zo groot als bij de cognitieve en affectieve variabelen in dit onderzoek.) Ook vonden we - zoals onder meer op basis van het vernieuwingskenmerkonderzoek verwacht werd - binnen de PLON-groep grote verschillen tussen de diverse klassen wat betreft de ervaren participatiegerichtheid.

Uit tabel 5.13 blijkt dat de klassen onderling niet alleen verschillen in de ervaren, maar ook in de *gewenste* participatiegerichtheid. Dit hangt samen met de correlaties tussen de door de leerling ervaren en de door hem/haar gewenste leeromgeving (.46 in de PLON-groep, .38 in de controlegroep). Elders hebben wij voor de onderhavige data aangetoond

(Wierstra, Jörg en Wubbels, 1987) dat dit verband door de volgende gedachtengang verklaard kan worden: naarmate de (feitelijke) leeromgeving in een klas meer participatiegericht is, zal de individuele leerling dit meer als zodanig ervaren en naarmate deze ervaring sterker is zal de voorkeur hiervoor toenemen. Er werd evidentie gevonden voor het paddiagram dat in schema 5.6 is weergegeven.



Schema 5.6 Paddiagram van leeromgevingscores uit de studie van Wierstra, Jörg en Wubbels (1987)

Met behulp van dit schema kunnen we tevens de lagere α -coëfficiënten voor de controlegroep in tabel 5.13 verklaren: klassen in de controlegroep lopen minder uiteen in de mate van ervaren participatiegerichtheid en derhalve - op basis van schema 5.6 - ook in de wens naar participatiegerichtheid. Deze kleinere spreiding leidt dan tot lagere α -coëfficiënten en lagere intraklassecorrelatie coëfficiënten (ρ_n en ρ_1).

De vraag in hoeverre de items over de ervaren participatiegerichtheid iets meten dat onafhankelijk is van de voorkeur van de leerlingen voor deze onderwijsvorm hebben we onderzocht door naar de samenhangen te kijken die de ervarings- en "wens-items uit de leeromgevingsvragenlijst hebben met de schaal "attitude t.o.v. participatie". We verwachten dat de correlatie het laagst is voor de ervaringsitems. In tabel 5.14 zijn de correlaties weergegeven voor de twee curriculumgroepen.

Tabel 5.14 Correlaties van "attitude t.o.v. participatie" met de beide leeromgevingschalen.

	correlatie met "attitude t.o.v. participatie"	
	PLON	controlegroep
leerlingscore op ervaringsitems	.31 (.001)	.13 (.114)
leerlingscore op wensitems	.46 (.001)	.33 (.001)

We zien inderdaad dat de correlaties voor de ervaringsitems in beide groepen lager zijn dan voor de wensitems. In de controlegroep is de correlatie voor de ervaringsitems slechts .13. Samenvattend kunnen we concluderen dat de ervaren participatie (zoals gemeten door de betreffende items in de leeromgevingsvragenlijst) weinig beïnvloed wordt door de attitude t.a.v. participatie.

5.6.3 Verbanden tussen affectieve en cognitieve variabelen

De correlaties tussen de cognitieve en affectieve variabelen die we in de totale groep leerlingen vonden zijn weergegeven in tabel 5.15. Tussen haakjes staat de overschrijdingskans bij tweezijdige toetsing. De correlaties in de afzonderlijke groepen zijn van dezelfde orde van grootte.

In de totale groep (en in de afzonderlijke groepen) vinden we significante maar zwakke positieve correlaties tussen de toetsscores en de affectieve opbrengsten (met uitzondering van "attitude t.o.v. participatie").

Tabel 5.15 Correlaties tussen toetsscores en affectieve opbrengsten in de totale groep

	totaaltoets	toets a	toets b	cijfer op laatste rapport
leswaardering	.26 (.001)	.23 (.001)	.14 (.006)	.22 (.001)
leerzaamheid	.22 (.001)	.17 (.001)	.09 (.009)	.06 (.516)
attitude t.o.v. participatie	.12 (.018)	.06 (.248)	.01 (.910)	.02 (.743)

Evenals in onderzoek I vinden we ook nu weer zwakke tot middelmatige correlaties tussen leswaardering enerzijds en totaaltoetsscore, respectievelijk de score op deeltoets a anderzijds¹⁶. Ook vinden we opnieuw dat leswaardering een betere voorspeller van traditionele natuurkundekennis is dan ervaren leerzaamheid. Dit blijkt nog duidelijker als we de canonische correlatie berekenen tussen de drie subschalen aan de ene kant en de beide subtoetsen aan de andere kant. Deze bedraagt in de totaalgroep .25 ($p = .001$). De canonische gewichten zijn daarbij als volgt: leswaardering .91, leerzaamheid .10, attitude t.o.v. participatie .14, toets a .89 en toets b .31).

5.6.4 Resultaten met betrekking tot de onderzoeksvragen

In tabel 5.16 zijn de gegevens op de diverse instrumenten voor de twee groepen weergegeven, uitgesplitst voor jongens en meisjes.

Verschillen tussen PLON-groep en controlegroep in participatiegerichtheid (onderzoeksvraag A)

We vinden significante verschillen tussen de PLON-groep en de controlegroep op alle drie leeromgevingsvariabelen, die weergegeven zijn in tabel 5.16.

16. Evenals in deelonderzoek I blijkt dat leswaardering en subtoets a sterker samenhangen dan leswaardering en subtoets b. Dit geldt ook binnen de afzonderlijke curriculumgroepen.

Tabel 5.16 Gemiddelden en standaarddeviaties van de diverse instrumenten, uitgesplitst naar curriculumgroep en sexe

	PLON						controlegroep					
	totaal		jongens		meisjes		totaal		jongens		meisjes	
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
<i>Leeromgeving</i>												
• ervaren (10)	27.7	4.8	27.4	4.6	28.7	5.2	22.0	4.5	22.2	4.5	21.1	4.5
• gewenst (10)	31.9	4.7	31.6	4.7	32.7	4.6	29.2	4.8	29.2	4.7	29.0	5.2
• verschil (10)	-4.1	4.9	-4.2	4.9	-4.0	5.0	-7.2	5.2	-7.0	5.2	-7.8	5.4
<i>Affectieve opbrengst</i>												
• leswaardering (7)	24.4	3.8	24.8	3.8	23.4	3.7	23.6	5.6	23.7	5.4	23.3	6.3
• leerzaam (8)	26.6	4.0	26.8	4.1	26.0	4.0	25.4	5.3	25.7	5.2	24.5	5.4
• att. t.o.v. part. (5)	16.4	3.0	16.2	3.1	17.0	2.8	15.3	3.1	15.3	3.0	14.8	3.5
<i>Cognitieve opbrengst</i>												
• totaal toets (36)	20.4	3.9	20.6	3.9	18.5	3.6	20.2	4.2	20.5	4.1	19.3	4.4
• toets a (18)	11.0	2.8	11.0	2.8	10.3	2.6	10.3	3.2	10.4	3.1	9.7	3.4
• toets b (18)	9.4	2.2	9.4	2.2	8.4	2.4	10.5	2.1	10.1	2.1	10.1	2.2

Evenals in deelonderzoek II blijken PLON-leerlingen het onderwijs aanzienlijk meer participatiegericht te ervaren dan leerlingen uit controleklassen (tweezijdige t-toets, $p = .001$; $\eta^2_{\text{cur}} = .26$). Bovendien blijkt dat PLON-leerlingen meer participatiegerichte lessen wensen dan controleleerlingen ($p = .001$, $\eta^2_{\text{curr}} = .07$). We nemen aan dat dit laatste voor een deel veroorzaakt wordt door de feitelijke leeromgeving zelf, zoals aan de hand van schema 5.6 beargumenteerd is. Ook blijkt de discrepantie tussen de ervaren en de gewenste leeromgeving voor PLON-leerlingen significant minder te zijn dan voor controleleerlingen ($p = .001$, $\eta^2_{\text{curr}} = .08$). Alle hier genoemde resultaten zijn in overeenstemming met de resultaten van deelonderzoek II.

Verschillen tussen PLON-groep en controlegroep in affectieve opbrengsten en conventioneel-fysische leereffecten en de mate, waarin deze aan een participatiegerichte leeromgeving kunnen worden toegeschreven (onderzoeksvragen B en C)

Om de verschillen tussen PLON-groep en controlegroep op leswaardering en leerzaamheid te toetsen werden tweezijdige t-toetsen uitgevoerd, voorafgegaan door een MANOVA (Hotellings' T^2) op deze variabelen. Dit toonde significant hogere scores voor de PLON-groep aan op leerzaamheid ($p = .026$), maar niet voor leswaardering. Ook bleek er een significant verschil voor de attitude t.o.v. participatie ($p = .004$). Met betrekking tot de toetsresultaten vonden we geen duidelijke verschillen: PLON-leerlingen deden het enigszins beter op toets a ($p = .04$) en de controlegroep deed het enigszins beter op toets b ($p = .001$). Op de totaaltoets was er geen significant verschil ($p = .13$).

De bovengenoemde verschillen tussen PLON-groep en controlegroep vinden we terug als we een uitsplitsing maken voor jongens en meisjes, dat wil zeggen als we PLON-jongens en controlejongens, respectievelijk PLON-meisjes en controlemeisjes met elkaar vergelijken. Afgezien van het feit dat er geen significante verschillen tussen PLON- en controlegroep op leswaardering werden gevonden, zijn alle resultaten verder in overeenstemming met de resultaten van deelonderzoek I.

Op basis van multiële regressie-analyses bleek dat de hogere leerzaamheid en leswaardering in de PLON-groep goed verklaard kunnen worden door de sterkere participatiegerichtheid die deze leerlingen ervaren hebben. In termen van een padanalyse bleek bijvoorbeeld dat als in schema 5.5 de pijlen van curriculum naar leerzaamheid, respectievelijk leswaardering weggelaten worden (hetgeen betekent dat de betreffende padcoëfficiënten = 0 gesteld worden) de op basis hiervan gereproduceerde puntbise-riële correlatie tussen de dichotome curriculumvariabele en de leerzaamheid respectievelijk leswaardering slechts .03, respectievelijk .05 afwijkt van de oorspronkelijke correlatie. (Het bleek overigens geen verschil voor de conclusie te maken of in de correlatieberekening beide variabelen op individueel niveau berekend worden, danwel de affectieve variabele op individueel niveau en participatiegerichtheid op klasniveau).

We stellen ons ook de vraag of er binnen *iedere* curriculumgroep een correlatie is tussen de participatiegerichtheid en de affectieve variabelen (hetgeen betekent dat de verbanden relatief curriculumonafhankelijk zijn, waardoor het *causale* karakter van het verband zeer waarschijnlijk is). Daartoe zijn in tabel 5.17 de correlaties weergegeven van de diverse opbrengstvariabelen met de ervaren participatiegerichtheid (in de PLON-groep, de controlegroep en de totale groep). We hebben daarbij de participatiegerichtheid wederom zowel op leerling- als op klasse-niveau berekend. In termen van §4.5 betekent dit dat we (gewone) correlaties op leerlingniveau en "tweeniveau"-correlaties berekend hebben.

De tabel overziend, concluderen we dat in beide groepen een leeromgeving met meer nadruk op participatiegerichtheid samengaat met een meer positieve beleving van de natuurkunde(-lessen); bovendien zien we in de PLON-groep samenhangen met toetsprestaties. De verbanden zijn echter zwak.

5.6.5 Samenvatting belangrijkste conclusies deelonderzoek III

We vonden een bevestiging van diverse resultaten uit de twee voorgaande deelonderzoeken. Zo werd met betrekking tot **onderzoeksvraag A** gevonden dat de PLON-groep de leeromgeving als meer participatiegericht ervaart, en met betrekking tot **onderzoeksvraag B** dat de leerling tevreden is over deze participatiegerichtheid, de lessen als leerzamer beoordeelt en een positievere attitude heeft ten opzichte van participatie in de natuurkundelessen; er werd niet gevonden dat de PLON-groep de lessen meer waardeert. Als aanvulling op de resultaten van de twee voorgaande onderzoeken vonden we in beide groepen dat een leeromgeving met nadruk op participatiegericht leren samengaat met een positieve attitude van leerlingen ten

opzicht van natuurkundelessen. Leerlingen ervaren het natuurkunde-onderwijs als meer betekenisvol hetgeen zich manifesteert op de leerzaamheidsschaal. In de PLON-groep waren er bovendien zwakke significante positieve samenhangen tussen participatiegericht leren en de toetsprestaties (dit is verrassend mede gezien de negatieve verbanden die vaak in de literatuur gevonden worden, zie §3.4.2).

Tabel 5.17 Correlaties tussen ervaren leeromgeving (klasse-score, resp. individuele score) en cognitieve en affectieve opbrengsten. De tweezijdige overschrijdingskansen staan tussen haakjes.

opbrengst- variabelen groep en meetniveau	affectieve opbrengsten (individuele scores)			cognitieve opbrengsten (individuele scores)		
	les- waardering	leer- zaamheid	attitude t.o.v. participatie	totale toets	toets a	toets b
<i>PLON-groep</i> participatie- gerichtheid, gemeten als <u>individuele</u> score	.15 (.014)	.23 (.001)	.31 (.001)	.17 (.006)	.09 (.18)	.12 (.062)
<i>PLON-groep</i> <u>klasse-score</u> :	.13 (.032)	.18 (.001)	.24 (.001)	.33 (.001)	.22 (.001)	.29 (.001)
<i>Controle-groep</i> participatie- gerichtheid, gemeten als <u>individuele</u> score	.32 (.014)	.36 (.004)	.13 (.114)	-.02 (.882)	.01 (.906)	-.06 (.490)
<i>Controle-groep</i> <u>klasse score</u> :	.22 (.009)	.16 (.054)	.24 (.004)	.17 (.047)	.03 (.763)	-.13 (.136)
<i>totale groep</i> <u>individuele</u> score	.23 (.001)	.30 (.001)	.30 (.001)	.12 (.015)	.11 (.033)	-.01 (.819)
<i>totale groep</i> <u>klasse score</u>	.16 (.001)	.20 (.001)	.29 (.001)	.22 (.001)	.19 (.001)	.02 (.694)

De hogere affectieve opbrengsten die in de PLON-groep gevonden werden konden goed verklaard worden door de grotere mate van participatiegericht onderwijs.

Met betrekking tot de conventioneel-fysische opbrengst (onderzoeksvraag C) vonden we wederom geen verschil tussen de curriculumgroepen.

5.7 DEELONDERZOEK IV: ONDERWIJSOPVATTINGEN VAN LERAREN, LEEROMGEVING EN LEERLINGOPBRENGSTEN

5.7.1 Algemene opzet

Samenwerking met andere instituten

Dit onderzoek werd in 1984 uitgevoerd binnen de Nederlandse optie van de Second International Science Study (SISS). Het Nederlandse deel van het onderzoek richtte zich wat het natuurkunde-onderwijs in het AVO betreft op de derde klas MAVO, HAVO en VWO en werd uitgevoerd onder verantwoordelijkheid van de Afdeling Toegepaste Onderwijskunde van de Universiteit Twente. Zij bood diverse onderzoeksinstellingen de mogelijkheid een eigen optie in te brengen in het nationale deel van het onderzoek. De opzet en uitvoering van deelonderzoek IV vond plaats in het kader van een door de vakgroep Natuurkunde-Didactiek van de Rijksuniversiteit Utrecht ingediende optie waarin onderzoek naar het leraarsgedrag en het curriculum centraal staan.

Voor de opzet en uitvoering van deelonderzoek IV betekende dit concreet dat het PLON onderzoeksteam met betrekking tot de constructie van de in dit hoofdstuk genoemde onderzoeksinstrumenten samenwerkte met het project Onderwijsgedrag van Leraren (OGL), een gezamenlijk project van de vakgroep Natuurkunde-Didactiek en het Pedagogisch Didactisch Instituut voor de Lerarenopleiding aan de Rijksuniversiteit Utrecht. Beide projecten werkten ook met dezelfde steekproef.

Aan de vraagstellingen van het OGL-project zullen we in het nu volgende voorbijgaan. (Zie daarvoor Brekelmans, 1989). Voor het overige Nederlandse aandeel aan het SISS-project verwijzen we naar Pelgrum en Plomp (1986).

De onderzoeksvragen en de onderzoeksvariabelen

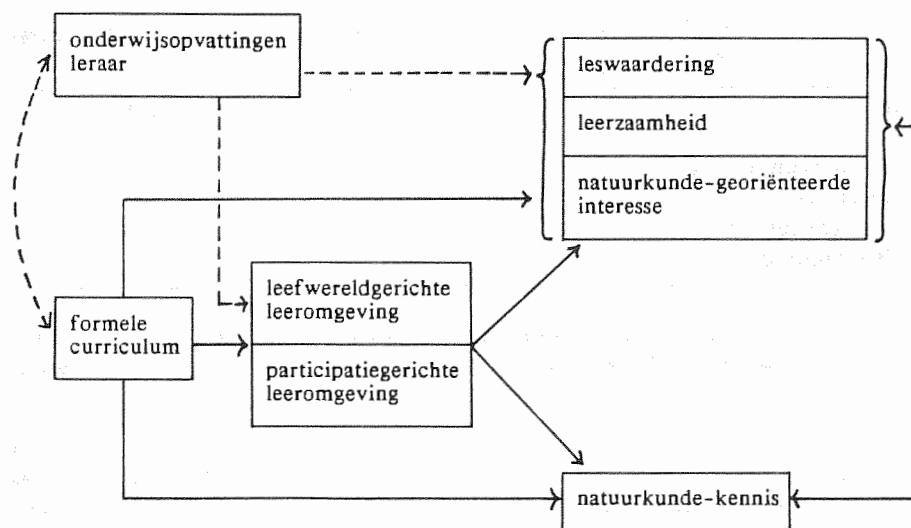
In dit deelonderzoek gaat het om onderzoek naar alle onderzoeksvragen A t/m C. Wat de leeromgevingsaspecten betreft hebben we als uitbreiding ten opzichte van de deelonderzoeken II en III getracht behalve over de participatiegerichtheid ook iets te weten te komen over de leefwereldgerichtheid van de natuurkundelessen. De gewenste leeromgeving werd niet onderzocht.

Nieuw in dit deelonderzoek is verder dat er ook getracht wordt onderwijsopvattingen van leraren te meten. Met betrekking tot de voorgaande deelonderzoeken kunnen we ons namelijk de vraag stellen in hoeverre de grotere participatiegerichtheid en de grotere leerzaamheid die we in de PLON-groep vonden toe te schrijven zijn aan kenmerken van het formele curriculum, dan wel (mede) aan *leraars*kenmerken. Met name gaat het bij deze leraarskenmerken om *onderwijsopvattingen* van leraren omdat uit de literatuur blijkt dat deze vaak zowel bepalen welk curriculum leraren gebruiken alsook *hoe* ze het curriculum gebruiken (zie o.a. Olson, 1984; Halkes en Deykers, 1984; Ben Peretz, 1982a, b, 1984; Smith en Anderson, 1983; Krammer, 1984). De hier genoemde onderwijsopvattingen worden in dit deelonderzoek gemeten met het oog op de interne validiteit van de

onderzoeksopzet. (Campbell en Stanley, 1963; Cook en Campbell, 1979). Deze interne validiteit kan bij quasi-experimenteel onderzoek een discussiepunt zijn. Twijfel aan deze validiteit moet echter wel enige plausibiliteit hebben, wil de onderzoeker zich moeite geven om allerlei elementen aan zijn onderzoeksopzet toe te voegen. Het is in quasi-experimenteel onderzoek namelijk theoretisch en praktisch onmogelijk om alle ingangs- of procesvariabelen uit te schakelen, waarop de experimentele groep (in dit geval de PLON-groep) en de controlegroep kunnen verschillen en die op de criteriumvariabelen invloed kunnen hebben.

Hofstee (1987) stelt in een beschouwing van quasi-experimentele evaluatie-designs ons inziens terecht dat de discussie over de interne validiteit in het empirische en niet in het logische vlak getrokken moet worden. Hij bedoelt daarmee dat de tegenspreker met een concrete artefact-hypothese moet komen, dat wil zeggen met een empirische propositie van het type: "Als voor Z wordt gecontroleerd, verdwijnt het verband tussen X en Y". (Hofstee, 1987, blz. 99). Wel dient de onderzoeker zich bij het opzetten van een onderzoeksprogramma en bij de analyses rekenschap te geven van plausibele artefacthypotheseën. Een plausibele tegenwerping bij de resultaten van voorgaande deelonderzoeken zou kunnen luiden dat leraren die voor het PLON-curriculum kiezen op kardinale punten verschillen van andere leraren. Zij zouden bijvoorbeeld (altijd al) een sterkere neiging kunnen hebben om participatiegericht te werken en daarom voor het PLON-curriculum gekozen hebben. Dit is de reden dat we in dit onderzoek nagaan in hoeverre eventuele verschillen tussen de PLON-groep en de controlegroep in leeromgeving en affectieve opbrengsten door verschillen in het formele curriculum verklaard kunnen worden en in hoeverre door verschillen in onderwijsopvattingen van leraren.

De belangrijkste onderzoeksvariabelen en de te onderzoeken relaties zijn voor dit deelonderzoek schematisch weergegeven in schema 5.7.



Schema 5.7 Algemene opzet van deelonderzoek IV

Steekproef en organisatie instrument-afname

In het kader van de Nederlandse optie van de Second International Science Study was een steekproef beschikbaar van 91 natuurkunde-leraren (MAVO, HAVO, VWO) en de bijbehorende leerlingen van één derde klas (29 PLON-leraren en 62 aselekt getrokken controleleraren). Zij werden benaderd door de Universiteit Twente om mee te doen aan een landelijk onderzoek (Pelgrum en Plomp, 1986). Uiteindelijk leverde dit gegevens op van 21 PLON-klassen (15 HAVO/VWO en 6 MAVO) en 45 controleklassen (22 HAVO/VWO en 23 MAVO). In totaal ging het om 1084 leerlingen. De jongens/meisjes verhouding bleek in PLON- en controlegroep ongeveer gelijk, namelijk 1.02:1, resp. 1.08:1.

Voor de afname van de instrumenten waren in totaal drie lessen nodig: één lesuur voor de natuurkundetoets en twee lessen voor alle overige instrumenten, inclusief die welke voor het OGL-onderzoek nodig waren. De volgorde van afname was eerst de attitudelijsten, dan de leeromgevingsschalen, vervolgens de toets.

5.7.2 De Natuurkunde AttitudeLijst NAL-3

In samenwerking met het OGL-project hebben we een enigszins aangepaste derde versie van de attitudelijst geconstrueerd¹⁷. Er werd geprobeerd drie belevingsaspecten in de vragenlijst te onderscheiden, te weten leswaardering, leerzaamheid en natuurkunde-georiënteerde interesse. We hebben laatstgenoemde schaal (die reeds in §4.4 geïntroduceerd is) toegevoegd, omdat we wilden nagaan of deze zich anders gedraagt dan de schalen leswaardering en leerzaamheid (wat betreft de invloed van de curriculum- en de leeromgevingsfactor). De aantallen items en de interne consistenties zijn weergegeven in tabel 5.18. De subschalen zijn weergegeven in bijlage 5.3.

Tabel 5.18 α -coëfficiënten van de NAL-3 subschalen in de totale groep (1084 leerlingen)

subschaal	aantal items	coëfficiënt α
- natuurkunde-georiënteerde interesse	8	.89
- leswaardering	5	.78
- leerzaamheid	6	.79

De correlaties tussen de schalen komen overeen met hetgeen in eerdere deelonderzoeken en in hoofdstuk 4 gevonden is; zo blijken de schalen

17. Redenen om ook in de NAL-3 sommige items uit de NAL-1 en NAL-2 aan te passen zijn eerder in dit hoofdstuk beschreven en in hoofdstuk 4 (§4.4). In dit deelonderzoek was een extra aanleiding de inbreng van het O.G.L. project dat met eigen doelstellingen en "face-validity" optiek keek naar de items.

natuurkunde-georiënteerde interesse, leswaardering en leerzaamheid weer sterk samen te hangen. (In de totale groep zijn de correlaties .57, .62 en .64).

5.7.3 De natuurkundetoets

Om informatie te verzamelen over de cognitieve opbrengst van het natuurkunde-onderwijs is als uitgangspunt genomen de meerkeuzetoets voor natuurkunde die in het kader van het internationale deel van het SISS-onderzoek is ontwikkeld. Uit de 32 items van de SISS-toets zijn door de vakgroep Natuurkunde-Didactiek van de Rijksuniversiteit Utrecht 23 items geselecteerd die in aanmerking komen om zowel aan de PLON-groep als de controlegroep te worden voorgelegd. Voor de inhoud van de toets en de psychometrische gegevens zij verwezen naar Brekelmans (1989). Zij vermeldt onder andere dat de KR-20 van de toets in de totale groep .61 bedraagt. In de PLON-groep bedraagt deze .55 en in de controlegroep .65. Er werden evenals in voorgaande deelonderzoeken significante correlaties gevonden tussen de toetsscore en de affectieve opbrengsten¹⁸. Met name vonden we relatief sterke correlaties tussen de toetsscore en natuurkunde georiënteerde interesse. Deze zijn weergegeven in tabel 5.19.

Tabel 5.19 Correlaties tussen affectieve en cognitieve opbrengsten

	toetsscore (M, H, en V)			toetsscore MAVO		toetsscore HAVO		toetsscore VWO	
	tot.	PLON	contr.	PLON	contr.	PLON	contr.	PLON	contr.
• nat. georiënteerde interesse	.33	.37	.31	.32	.47	.39	.33	.36	.36
• leswaardering	.17	.28	.10	.36	.09	.38	.29	.15	.13
• leerzaamheid	.20	.18	.22	.30	.17	.22	.37	.03	.24

5.7.4 De vragenlijst over onderwijsopvattingen van leraren

De schalen

Er werden in samenhang met het OGL-project 34 items geconstrueerd om opvattingen van leraren te meten over doelen, inhoud en inrichting van de natuurkundelessen die van belang zouden kunnen zijn voor het vorm geven van een leefwereld- en participatiegerichte leeromgeving. Gedeeltelijk werd daarbij teruggegrepen op bestaande vragenlijsten (zie Brekelmans, 1989). Na factoranalyses en betrouwbaarheidsberekeningen bleken 22 items in 3 schalen te kunnen worden ondergebracht.

18. Anders dan in de deelonderzoeken I en III vonden we nu geen hogere correlaties voor leswaardering dan voor leerzaamheid.

Tabel 5.20 toont het aantal items in iedere schaal en de coëfficiënt α -betrouwbaarheid in de totale groep leraren.

Tabel 5.20 Betrouwbaarheid van de onderwijsopvattingsschalen

Schaal	aantal items	coëfficiënt α in totale groep
Opvatting met betrekking tot		
● "Natuurkunde en samenlevings"onderwijs	7	.90
● Aansluiting natuurkunde-onderwijs bij leerling-interesses (leerlinggericht onderwijs)	7	.85
● Vak- en prestatiegericht natuurkunde-onderwijs.	8	.88

Deze schalen zijn weergegeven in bijlage 5.4. De correlaties tussen de drie schalen zijn weergegeven in tabel 5.21. Er blijkt een sterke samenhang tussen de opvatting over natuurkunde- en samenlevingsonderwijs en de opvatting over leerlinggerichtonderwijs te bestaan. Dit geldt ook voor de afzonderlijke curriculumgroepen.

Tabel 5.21 Correlaties tussen de onderwijsopvattingen in de totale groep leraren. De naam van de schaal heeft betrekking op de hoge scores.

	natuurkunde- en samenlevingsgericht	leerlinggericht
leerlinggericht	.65	
vak- en prestatiegericht	-.22	-.23

Verschillen tussen PLON-leraren en leraren uit de controlegroep in onderwijsopvattingen.

In verband met de geschetste interne validiteitsproblematiek gaan we na in hoeverre PLON-leraren en leraren uit de controlegroep verschillen in onderwijsopvattingen. We voerden een multivariate variantie-analyse uit, gevolgd door tweezijdige t-toetsen. Het blijkt dan dat PLON-leraren alleen significant verschillen van de controleleraren op leerlinggerichtheid. (zie tabel 5.22). Het gaat hier om een redelijk groot effect. Het is in dit onderzoeksdesign niet uit te maken in hoeverre deze verschillen (voor een deel) voorkomen uit het werken met het PLON-curriculum (dit is de reden dat we in schema 5.7 een tweerichtingspijl tussen "onderwijsopvattingen" en "formele curriculum" getekend hebben). De opvattingen kunnen dus aan de curriculumkeuze vooraf gaan (hetgeen voor ons reden was om de

interne validiteitsproblematiek ter sprake te brengen), ze kunnen ook een gevolg van het werken met het curriculum zijn¹⁹.

Bij de beantwoording van de onderzoeksvragen zullen we nagaan in hoeverre de verschillen tussen PLON- en controleleraren in leerlinggerichtheid een rol spelen.

Tabel 5.22 Scores van de twee groepen leraren op de onderwijsopvatting-schalen

	PLON-groep		controlegroep		η^2_{curr}
	m	s	m	s	
Vak- en prestatiegerichtheid	25.0	5.4	27.9	4.9	.07
Natuurkunde en samenleving	30.6	6.2	29.2	5.1	.01
Leerlinggerichtheid	33.2	4.5	29.3	4.4	.15 (p=.01)

5.7.5 De leeromgevingsschalen voor leefwereld- en participatiegerichtheid

De leeromgevingsschaal bestond in dit onderzoek uit 28 items. Er werden 8 items geconstrueerd om de leefwereldgerichtheid en 20 items om de participatiegerichtheid te meten. Voor het hoge aantal items voor participatiegerichtheid in verhouding tot leefwereldgerichtheid hadden we de volgende reden. Het begrip participatiegerichtheid wordt in dit deelonderzoek enigszins anders benaderd dan in het voorgaande onderzoek. Toen gingen we op voorhand uit van een homogeen construct, uitgaande van een hoge convergente validiteit van de ICEQ-schalen (zie §5.5). In het onderhavige deelonderzoek spiegelen we ons opnieuw aan de ICEQ, maar nu probeerden we de drie voor ons belangrijkste aspecten van participatiegerichtheid uit de ICEQ, te weten "onderzoek", "verbale participatie" en "differentiatie" zo factorzuiver mogelijk te meten door de items eenduidiger te formuleren. Een van de oorzaken waardoor deze schalen in deelonderzoek II niet in de factoranalyses geïdentificeerd zijn als factorzuivere schalen, is wellicht dat in de formulering van een item vaak meerdere aspecten aanwezig zijn, al domineert vaak wel één aspect. In het onderhavige deelonderzoek hebben we nu geprobeerd items te schrijven die zo (factor)zuiver mogelijk op een van de drie aspecten zijn toegespitst. Het begrip "leefwereldgerichtheid" daarentegen werd op basis van de in hoofdstuk 1 gepresenteerde theorie als een tamelijk homogeen begrip gedefinieerd, zodat we met veel minder items dachten te kunnen volstaan dan bij de participatiegerichtheidsmeting.

19. De uitspraken van de leraren in het vernieuwingskenmerken onderzoek (§5.2) suggereren inderdaad dat de leraren op grond van het werken met het PLON-curriculum veranderingen (kunnen) ondergaan in onderwijsopvatting.

Factoranalyse en test- en itemanalyse van de leeromgevingsitems

Van de 8 leefwerelditems hebben we 3 items verwijderd op grond van een lage item-rest correlatie. Na factoranalyse op de 20 participatie-items (principale factoren met varimax rotatie) werden er 9 verwijderd op basis van lage factorladingen of hoge ladingen op meer dan één factor, of vanwege een niet goed interpreteerbare factorlading. De resterende 11 items laadden op 2 factoren: 7 items op een factor "onderzoek" en 4 items op een factor "verbale participatie"²⁰. Bij de items over "verbale participatie" gaat het om activiteiten, waarbij leerlingen de gelegenheid hebben hun mening te geven en met elkaar en de leraar te discussiëren. Bij de items over "onderzoek" gaat het om activiteiten waar leerlingen zelf proberen een antwoord te vinden op vragen en zelf proeven doen. De items van de twee schalen en van de schaal "leefwereldgerichtheid" zijn weergegeven in bijlage 5.5 en de betrouwbaarheidscoëfficiënten in tabel 5.23.

Tabel 5.23 Betrouwbaarheidscoëfficiënten van de leeromgevingsschalen op leerlingniveau (α) en klasniveau (ρ_n)

subschaal	aantal items	α	ρ_n
leefwereldgerichtheid	5	.70	.80
onderzoek	7	.66	.88
verbale participatie	4	.69	.85

De betrouwbaarheidscoëfficiënten zijn op klasse-niveau goed en op individueel leerlingniveau redelijk. Analoge waarden werden gevonden in de PLON- en controlegroep afzonderlijk. De correlaties tussen de klasgemiddelden van de leeromgevingsschalen en de individuele leeromgevingsperceptie van de leerling bedroeg in de controlegroep .46, .49 en .63 voor resp. leefwereldgerichtheid, verbale participatie en onderzoek. In de PLON-groep waren deze getallen .40, .40 en .45. De hoogte van deze correlaties en van de ρ_n coëfficiënten suggereert dat de schalen zowel individuele als klasomgevingsaspecten meten.

Tabel 5.24 toont de correlaties tussen de drie leeromgevingschalen in de totale groep, op twee analyseniveau's: klas(gemiddelde) en individuele leerlingsscore.

Analoge waarden als in tabel 5.24 werden in de PLON-groep en de controlegroep afzonderlijk gevonden. We vinden voor beide analyse-niveau's dat er relatief hoge correlaties gevonden worden tussen verbale participatie en leefwereldgerichtheid. Dit blijkt ook voor PLON- en controlegroep afzonderlijk en bij uitsplitsing naar MAVO, HAVO en VWO. Gezien de

20. De factor "onderzoek" lijkt een factorzuiverder meting van "Investigation" uit de ICEQ. De factor "verbale participatie" lijkt verwant aan de gelijknamige schaal uit de ICEQ. De factor "differentiatie" werd onvoldoende teruggevonden.

verschillende inhoud van de twee schalen moet dit laatste resultaat niet als een artefact maar als een empirisch resultaat worden opgevat²¹.

Tabel 5.24 Correlaties tussen de leeromgevingsschalen

	Leefwereldgerichtheid		Onderzoek	
	klasge- middelde	individuele leerling	klasge- middelde	individuele leerling
verbale participatie	.41	.48	.23	.28
onderzoek	.37	.28		

5.7.6 Resultaten met betrekking tot de onderzoeksvragen

Verschillen tussen PLON- en controlegroep op de leeromgevingsvariabelen

In tabel 5.25 geven we de gemiddelden en de standaarddeviaties van diverse leeromgevingsvariabelen voor beide groepen en de proportie variantie die aan de factor "curriculumgroep" is toe te schrijven. Ook staat de tweezijdige overschrijdingskans (p) vermeld die we vonden bij toetsing van de verschillen tussen de gemiddelden.

Tabel 5.25 Scores van de groepen op leeromgevingsvariabelen (individuele leerlingpercepties).

	PLON-groep		controlegroep		p	η^2_{curr}
	m	s	m	s		
Leefwereldgericht	14.1	3.5	13.4	3.6	.002	.01
Verbale participatie	8.7	3.2	8.6	3.3	0	0
Onderzoek	17.3	3.5	13.4	3.8	.001	.23

Uit deze tabel blijkt dat de PLON-groep en de controlegroep niet verschillen op verbale participatie; wel wordt in de PLON-groep de leeromgeving door leerlingen als meer onderzoeksgericht ervaren (groot effect) en ook enigszins meer leefwereldgericht (klein effect).

Verschillen tussen PLON- en controlegroep in opbrengsten.

In tabel 5.26 hebben we de verschillen tussen de curriculumgroepen en tussen jongens en meisjes weergegeven op de affectieve opbrengsten en de toets. Uit deze tabel kan afgelezen worden dat de verschillen tussen

21. Het samengaan van leefwereldgerichtheid en (verbale) participatie en betrekkelijk los van het gebruikte curriculum wordt ook in latere onderzoeken gevonden (zie Wierstra, Jacobs, Verheul en Wubbels 1987, hoofdstuk 8 en hoofdstuk 7 in dit proefschrift). Een mogelijke verklaring is dat ze op gelijksoortige onderwijsopvattingen berusten. Nader onderzoek hiernaar is nodig.

jongens en meisjes relatief groot genoemd kunnen worden, met name voor de schaal natuurkunde-georiënteerde interesse. Bij toetsing bleken deze verschillen significant te zijn ($p = .001$). De verschillen tussen de curricula en de schooltypen zijn daarbij vergeleken erg gering te noemen. Bij toetsing van de gemiddelde scores voor beide curricula werden geen significante verschillen gevonden.

Tabel 5.26 Overzicht van gemiddelde scores op de affectieve variabelen, en de toets uitgesplitst naar curriculum, schooltype en sexe

schalen	aantal items	curriculum	VWO		HAVO		MAVO	
			j	m	j	m	j	m
leswaardering	5	niet-PLON	16.6	13.6	17.3	13.5	16.9	14.7
		PLON	15.9	14.4	16.9	13.5	16.0	13.8
leerzaamheid	6	niet-PLON	20.8	18.9	21.7	18.8	21.3	18.3
		PLON	20.4	19.1	21.7	18.8	21.3	18.3
natuurkunde-georiënteerde interesse	8	niet-PLON	23.8	16.3	22.8	15.6	22.9	16.5
		PLON	22.5	16.6	24.8	15.5	23.7	16.7
toets	23	niet-PLON	18.3	17.1	17.0	15.4	15.8	14.1
		PLON	17.9	16.3	17.4	16.0	16.4	14.6

Relaties tussen onderwijsopvattingen van leraren enerzijds en leeromgevingsvariabelen anderzijds

In verband met de interne validiteitsproblematiek gaan we na in hoeverre er relaties zijn tussen onderwijsopvattingen van leraren enerzijds en de leeromgevingsvariabelen anderzijds²². Deze verbanden werden onderzocht door correlaties te berekenen tussen het klasgemiddelde van de klas van een bepaalde leraar op ieder van de drie leeromgevingsaspecten enerzijds en de drie onderwijsopvattingen van die leraar anderzijds. We berekenden voor ieder leeromgevingsaspect de nulde orde en multiële correlatie met de onderwijsopvattingen.

De multiële correlaties varieerden van .35 tot .76. De belangrijkste voorspeller van de leeromgevingspercepties van de leerlingen was de mate waarin de leraar vak- en prestatiegericht is. In de PLON-groep was het verband tussen vak- en prestatiegerichtheid van de leraar en de leeromgevingsperceptie van de leerlingen zelfs zeer sterk, namelijk -.56 voor leefwereldgerichtheid, -.67 voor verbale participatie en -.48 voor onderzoek. De gevonden verbanden lijken ons goed te interpreteren: een leraar die meer vak- en prestatiegericht is, creëert een leeromgeving die door

22. Omdat we geen verschillen gevonden hebben tussen PLON- en controlegroep in affectieve (en cognitieve) opbrengsten, gaan we niet verder in op de relaties tussen deze opbrengsten en de onderwijsopvattingen van de leraar (die er overigens nauwelijks bleken te zijn).

leerlingen als minder leefwereldgericht en onderzoeksgericht en met minder mogelijkheden tot discussie en het geven van je mening ervaren wordt. Dit is begrijpelijk, omdat leeromgevingsaspecten die met open onderwijs geassocieerd worden door onderwijsgevendens vaak negatief beoordeeld worden als het om beheersing van het vak gaat²³. De leerling-gerichtheid van de leraar, de enige onderwijsopvatting waarin PLON-groep en controlegroep significant verschillen, blijkt niet met de leeromgevings-percepties van de leerlingen samen te hangen.

Samenvattend, merken we op dat niet bleek dat de gevonden verschillen tussen PLON- en controlegroep (in leefwereld- en onderzoeksgerichtheid) aan verschil in onderwijsopvattingen tussen PLON- en controleleraren moeten worden toegeschreven. Het ligt meer voor de hand om het verschil aan curriculumfactoren toe te schrijven.

Effecten van de leeromgevingsvariabelen op de affectieve opbrengsten

We hebben gezien dat van de criteriumvariabelen (leeromgevingsvariabelen en opbrengstvariabelen) uit de onderzoeksvragen alleen significante verschillen gevonden werden tussen PLON-groep en controlegroep op *onderzoeksgerichtheid* en *leefwereldgerichtheid*. Er is geen evidentie gevonden dat de PLON-groep de lessen meer waardeert en leerzamer vindt dan de controlegroep. Toch is het mogelijk dat de grotere onderzoeks- en leefwereldgerichtheid als zodanig wel meer affectieve opbrengsten oplevert, maar dat er andere factoren in het PLON-curriculum dit effect tegenwerken en neutraliseren (bijvoorbeeld dat leerlingen te weinig feedback krijgen bij de leertaken)²⁴. We gaan daarom na of er in de curriculum-groepen correlaties zijn tussen de leeromgevingsvariabelen en de affectieve opbrengsten.

In tabel 5.27 zijn de verbanden op leerlingniveau weergegeven tussen leeromgevingsvariabelen en affectieve opbrengsten. De verbanden zijn ook apart voor MAVO-leerlingen weergegeven, teneinde de vergelijkbaarheid met de voorgaande deelonderzoeken mogelijk te maken.

In zowel de PLON-groep als de controlegroep vinden we hoge significante correlaties tussen leefwereldgerichtheid, respectievelijk verbale participatie aan de ene kant en de affectieve opbrengsten aan de andere kant. Voor onderzoeksgerichtheid zijn de correlaties laag en niet significant. Uit tabel 5.27 blijkt dat leefwereldgerichtheid van de leeromgevingsvariabelen in beide groepen het sterkst samenhangt met de affectieve opbrengsten. Als we bovenstaande verbanden causaal mogen interpreteren (mede gezien de analoge, slechts iets lagere tweenniveau correlaties) is de hypothese gewettigd dat andere kenmerken van het PLON-curriculum

23. Het idee van een negatieve correlatie tussen de leeromgevingsvariabelen en de cognitieve opbrengst wordt overigens in het onderzoek niet bevestigd, zie tabel 5.27.

24. Deze klacht uiten PLON-leerlingen nogal eens, zie bijvoorbeeld Luitjes en De Wit (1983).

verhinderen dat de grotere leefwereldgerichtheid in een grotere leswaardering of leerzaamheid tot uiting komt.

Tabel 5.27 Samenhangen tussen leeromgevingsvariabelen en leerlingopbrengsten, gemeten op individueel niveau

	alle schooltypen			MAVO		
	les- waar- dering	leer- zaam- heid	natuurk. georiën- teerde interesse	les- waar- dering	leer- zaam- heid	natuurk. georiën- teerde interesse
<i>PLON-groep</i>						
● leefwereldgerichtheid	.40	.37	.34	.38	.36	.41
● verbale participatie	.28	.25	.23	.30	.33	.31
● onderzoek	.26	.15	.15	.42	.29	.24
<i>controlegroep</i>						
● leefwereldgerichtheid	.34	.46	.36	.25	.49	.28
● verbale participatie	.31	.29	.23	.20	.36	.21
● onderzoek	.12	.13	.07	.04	.11	.01

5.7.7 Samenvatting belangrijkste conclusies deelonderzoek IV

In dit onderzoek werden met betrekking tot de participatiegerichtheid twee aspecten onderscheiden: onderzoeksgerichtheid en verbale participatie. Verbale participatie blijkt in de lessen veel samen te gaan met leefwereldgerichtheid. PLON-klassen onderscheiden zich van controleklassen in (ervaren) onderzoeksgerichtheid en in wat mindere mate in leefwereldgerichtheid, die bij PLON-klassen hoger bleken (**onderzoeksvraag A**). In zowel de PLON-groep als de controlegroep vonden we dat de leswaardering, de ervaren leerzaamheid en de natuurkunde georiënteerde interesse in de verschillende schooltypen samenhangen met de leefwereldgerichtheid en verbale participatie die leerlingen ervaren. Niettemin werd er wat betreft **onderzoeksvraag B** geen verschillen tussen de PLON derde klassen en de controleklassen gevonden in affectieve opbrengsten. Evenmin werden er verschillen gevonden in de gemeten natuurkundekennis (**onderzoeksvraag C**).

De metingen van onderwijsopvattingen van de leraren wijzen uit dat de onderzochte PLON-leraren aansluiting bij interesses van leerlingen belangrijker vinden dan leraren uit de controlegroep; deze verschillen kunnen echter niet los van curriculumfactoren de gevonden leeromgevingsverschillen tussen PLON- en controlegroep verklaren.

Opvallend is dat anders dan in de deelonderzoeken I en III geen indicatie verkregen werd dat de PLON-leerlingen in dit onderzoek de lessen meer waarderen en leerzamer vinden (dit bleek ook bij uitsplitsing voor MAVO, HAVO en VWO). Dit kan te maken hebben met een verschil tussen 3^e en 4^e klas. Hierbij kan meespelen dat PLON-leerlingen in de derde klas voor

de verschillende schooltypen niet beduidend meer leefwereldgerichtheid en verbale participatie ervaren dan leerlingen die met andere curricula onderwezen zijn (wat in dit onderzoek bleek). Met name voor leefwereldgerichtheid is dit resultaat teleurstellend. Wellicht is het zo dat het PLON-curriculum voor de lagere klassen te weinig aandacht besteedt aan een systematische integratie van natuurkundekennis en bekende leefwereldcontexten. Uit een analyse van het curriculummateriaal en uit thema-evaluaties in voorgaande jaren bestaat bij ons de indruk dat in de lagere klassen het curriculummateriaal tot leeractiviteiten leidt die door de leerlingen niet erg als natuurkundig ervaren worden (zie ook Van der Valk, 1986b). Een andere mogelijke oorzaak van de verschillen is dat de populatie van PLON-leraren (en dus ook de PLON-steekproef), ten tijde van dit onderzoek veel nieuwe leraren telt die nog maar kort met het PLON-materiaal werken.

5.8 SAMENVATTING EN BELANGRIJKSTE CONCLUSIES VAN HOOFDSTUK 5

In dit hoofdstuk werd gerapporteerd over quasi-experimenteel onderzoek naar effecten van de PLON eerste-fase-cursus (MAVO- en HAVO/VWO-onderbouw), en over een verkennend vooronderzoek dat daaraan vooraf ging, waarin PLON-ontwikkelaars en PLON-leraren geïnterviewd werden over het curriculum.

Het onderzoek concentreerde zich op de volgende vragen:

- A. In hoeverre ervaren leerlingen die onderwijs gehad hebben met het PLON-curriculum de natuurkundelessen als leefwereld- en participatiegericht?
- B. In hoeverre ervaren zij de natuurkundelessen als betekenisvol in termen van leswaardering, leerzaamheid en dergelijke en in hoeverre heeft dat te maken met de leefwereld- en participatiegerichtheid van de natuurkundelessen?
- C. In hoeverre worden met het PLON-curriculum conventioneel-fysische leereffecten bereikt die niet achterblijven bij effecten van reguliere curricula?

In het verkennend vooronderzoek ("Vernieuwingskenmerken onderzoek") werden leraren die reeds enige tijd met het PLON-curriculum werkten, geïnterviewd over hun visie op het PLON-curriculum en de effecten die zij van het onderwijs met dit curriculum waarnemen. Met betrekking tot de onderzoeksvragen A en B leverde het vooronderzoek onder andere op dat de leraren meenden dat leefwereld- en participatiegerichtheid tot de belangrijkste vernieuwingen van hun onderwijs gerekend moesten worden, sinds ze met PLON materiaal werken. Zij waren van mening dat de meeste leerlingen daardoor meer gemotiveerd waren dan vroeger en ervoeren meer aan het natuurkundeonderwijs te hebben. We hebben ons door de diverse uitspraken van de leraren mede laten inspireren bij de specificatie en instrumentatie van de leeromgevingsaspecten en de affectieve opbrengsten in het quasi-experimentele onderzoek. Dit quasi-experimentele onder-

zoek is opgebouwd uit vier deelonderzoeken die op elkaar aansluiten. Belangrijke argumenten om niet met één onderzoeksofzet te volstaan, waren onder andere dat niet alle relevante vragenlijsten en toetsen gereed of uitgetest waren en dat de beperkte afnametijd ons noodzaakte om de instrumenten die wel gereed waren over verschillende onderzoeksofzetten te verdelen. In schema 5.8 presenteren we een overzicht van de variabelen die in de vier onderzoeken gemeten zijn en de onderzoeksvragen die onderzocht werden. Een + teken betekent dat de betreffende variabele expliciet opgenomen werd in de onderzoeksofzet.

Deelonderzoeken	I	II	III	IV
variabelen				
<i>Cognitieve opbrengsten</i>				
● conventionele natuurkundekennis	+		+	+
<i>Affectieve opbrengsten</i>				
● leswaardering	+		+	+
● leerzaamheid	+		+	+
● natuurkunde-georiënteerde interesse				+
<i>Leeromgevingsvariabelen</i>				
● ervaren participatiegerichtheid		+	+	+
● ervaren leefwereldgerichtheid				+
<i>Controlevariabelen</i>				
● moeilijkheidsbeleving	+			
● attitude t.o.v. participatie	+		+	
● gewenste participatiegerichtheid		+	+	
● onderwijsopvattingen van leraren				+

Schema 5.8 Samenvattend overzicht van gemeten variabelen in de vier deelonderzoeken.

Onderzoeksvragen A en B

In de deelonderzoeken I, III en IV hebben we betekenisvolheid gemeten via leswaardering en leerzaamheid, in deelonderzoek IV ook via natuurkunde georiënteerde interesse. Zoals al in vooronderzoeken bleek (hoofdstuk 4) waren er sterke samenhangen tussen deze variabelen, zowel in de PLON-groep als de controlegroep. Het bleek dat de ervaren leerzaamheid in twee van de drie onderzoeken waar deze variabele gemeten werd (namelijk in de onderzoeken I en III bij MAVO-4 leerlingen) groter was voor PLON-leerlingen dan voor leerlingen uit de controlegroep. Voor 3e klas leerlingen MAVO, HAVO en VWO (deelonderzoek IV) werd daarentegen geen verschil gevonden.

We vonden voorts in de PLON-groep een hoge correlatie tussen attitude t.o.v. participatie en leswaardering en constateerden in deze groep een positievere attitude t.o.v. participatie dan in de controlegroep. Dit laatste kunnen we toeschrijven aan een sterkere participatiegerichtheid in PLON-klassen en het positieve effect dat leerlingen daarvan ervaren. In alle deelonderzoeken waarin de leerlingen naar de participatiegerichtheid van de leeromgeving gevraagd is blijkt dat leerlingen dit in het onderwijs erg waarderen. Dit is zo sterk dat bij de leerlingen zelfs de wens naar meer ontstaat. We vinden zowel in de PLON- als de controlegroep sterke correlaties tussen (elementen van) participatiegerichtheid enerzijds en de leswaardering en de ervaren leerzaamheid anderzijds (onderzoeken III en IV). Het blijkt dat participatiegerichtheid aanmerkelijk sterker is in PLON-klassen dan in de controlegroep (in onderzoek IV werd dit alleen niet voor verbale participatie gevonden). Verder blijkt dat leerlingen uit de controlegroep vinden dat er veel meer leerlingparticipatie zou moeten voorkomen.

De leefwereldgerichtheid van de leeromgeving werd voor het eerst expliciet gemeten in deelonderzoek IV. In dit onderzoek bleek dat PLON-leerlingen de leeromgeving enigszins meer leefwereldgericht en beduidend meer onderzoekgericht ervaren dan leerlingen uit de controlegroep. Het blijkt dat zowel in de PLON- als de controlegroep leefwereldgerichtheid sterk samenhangt met de leswaardering, de ervaren leerzaamheid en de natuurkunde-georiënteerde interesse. Met name met de twee laatst genoemde affectieve variabelen is de samenhang groter dan bij participatiegerichtheid het geval is. Er zijn geen aanwijzingen dat de gevonden verschillen tussen PLON-groep en controlegroep meer op een verschil in onderwijsopvattingen van de betreffende leraren zijn terug te voeren dan op verschillen in curriculumkenmerken.

Onderzoeksvraag C

In alle onderzoeken waarin conventioneel-fysische kennisopbrengst gemeten werd (I, III en IV) bleek dat PLON-leerlingen het minstens even goed doen als controleleerlingen. De resultaten laten zien dat leefwereld- en participatiegerichtheid, zowel in de PLON- als de controlegroep niet ten koste van reguliere-fysische kennis hoeft te gaan. Er bleken voorts middelmatig positieve correlaties tussen regulier-fysische kennisopbrengst en de leerzaamheid, leswaardering en natuurkunde-georiënteerde interesse.

6. TRANSFER NAAR NIEUWE CONTEXTEN BIJ MAVO-LEERLINGEN

6.1 INLEIDING

Als vervolg op de onderzoeken in hoofdstuk 5 naar de natuurkundige kennis die PLON-leerlingen verwerven, hebben we aan het eind van de cursus '83-'84 een exploratief onderzoek naar transfer opgezet bij MAVO-leerlingen in de 4e klas. Evenals bij de kennismetingen in het voorgaande hoofdstuk gaat het hier om een nadere uitwerking van onderzoeksvraag C. Het uitgangspunt achter de kennismetingen die in hoofdstuk 5 beschreven zijn, vormde de vraag of een nadruk in PLON-lessen op een *leefwereldgerichte* behandeling van de natuurkunde niet ten koste gaat van de meer *conventioneel-fysische* kennisopbrengst. Ook het onderhavige transfer-onderzoek kan gemotiveerd worden vanuit de vraag naar mogelijke negatieve effecten van leefwereldgerichtheid (zoals die in het PLON-curriculum wordt vorm gegeven) op de natuurkundige kennisverwerving. Zoals in hoofdstuk 1 uiteengezet is, wordt in de PLON-curricula voor MAVO en HAVO een leefwereldgerichte behandeling van een bepaald leerstofdomein uit de natuurkunde (bijvoorbeeld dynamica) gerealiseerd door voor dat onderdeel één of enkele contextgebieden centraal te stellen (bijvoorbeeld "veiligheid in het verkeer", zie §1.4). Door het benadrukken van één context rees de vraag bij diverse betrokkenen (ontwikkelaars, leraren, stuurgroep van het PLON) in hoeverre (voldoende) transfer naar andere contexten zal plaats vinden. De literatuur en de overwegingen genoemd in §3.4.2 laten zien dat dit een zinvolle vraag is, ondanks het feit dat transfer bij elk type natuurkunde-onderwijs een probleem is. We hebben om deze reden een exploratief onderzoek naar transfer uitgevoerd vanuit de volgende probleemstelling:

"In hoeverre verwerven PLON-leerlingen natuurkundige kennis en vaardigheden, die ze ook en goed toepassen in contexten die "verder afstaan" van de leefwereldcontext uit de aanleersituatie?"

6.2 ONDERZOEKSOPZET

6.2.1 Inleiding

De mate van transfer werd onderzocht door middel van meerkeuzetoetsen. Daarbij werd samengewerkt met het CITO. Door een team bestaande uit twee CITO-medewerkers, twee leraren uit het reguliere natuurkunde-onderwijs, een PLON-medewerker en twee PLON-leraren werden toetsvragen geconstrueerd over leerstof die gemeenschappelijk is voor het PLON-curriculum voor de MAVO en voor de in die tijd meest gebruikte methode op de MAVO "Natuurkunde op moderne basis" van De Rover. Van PLON-zijde namen alle 10 scholen deel die het PLON-MAVO-examen zouden gaan krijgen, met in totaal 341 leerlingen. Door het CITO zijn 21 scholen aangeschreven die de methode De Rover gebruikten met het

verzoek om aan het onderzoek mee te doen. Uiteindelijk hebben hiervan 15 scholen deelgenomen met in totaal 266 leerlingen. De jongens/meisjes verhouding was in beide groepen 3:1.

6.2.2 Standaard- en transferitems

Om de probleemstelling te beantwoorden besloten we twee soorten toets-items te maken: zogenaamde "*standaard*"items, dit zijn items waarvan geëist mag worden, gezien de doelen en inhoud van het curriculum en het examenprogramma dat leerlingen deze kunnen oplossen en daarnaast *transferitems* die betrekking hebben op een school- of leefwereldcontext (zie §1.4) die vrijwel zeker niet in het onderwijs aan de orde geweest is. Bij elk transferitem behoort een standaarditem, waarin een fysische regel wordt getoetst die ook nodig is om het corresponderende transferitem te beantwoorden.

We willen nu twee analyses doen om de onderzoeksvraag te beantwoorden: nagaan in hoeverre PLON-leerlingen de transferitems even goed beantwoorden als de controlegroep (analyse 1) en in hoeverre zij de transferstap van S- naar T-item even goed kunnen maken als de controlegroep (analyse 2).

Later zullen we het begrip "transferstap" preciezer omschrijven. Op dit moment kunnen we aan het volgende denken: Een leerling die de fysische regel beheerst die in een bepaald S-item getoetst wordt kan de transferstap maken als hij ook het corresponderende T-item goed oplost. We zullen nu eerst verder uitwerken wat we met correspondentie van een S- en een T-item bedoelen.

Inhoudelijke relaties tussen S- en T-items

- Het *S-item* is een item waarvan aan leerlingen uit beide curriculumgroepen de eis gesteld mag worden dat het goed beantwoord wordt (gezien de doelen en inhoud van de beide curricula en het examenprogramma). De fysische regels die in het item getoetst worden en de context waarop de fysische regel betrokken wordt (zie §1.4), zijn tamelijk vertrouwd voor MAVO-4 leerlingen uit beide groepen (Bijker, 1984 spreekt over "familiair").

- Het *T-item* is een item waarvan de context waarop de fysische regel wordt betrokken, in combinatie met deze regel naar alle waarschijnlijkheid niet in het onderwijs van de twee curriculumgroepen aan de orde is geweest (het komt in ieder geval niet in het lesmateriaal van beide groepen voor). Er mag een teveel aan gegevens in de opgave staan, zodat leerlingen zelf moeten uitzoeken welke gegevens relevant zijn om het probleem op te lossen. Bij ieder S-item is een T-item geconstrueerd. Als de leerling eenmaal inziet welke fysische regel nodig is om een T-item goed op te lossen, wordt het T-item verder van gelijke moeilijkheid geacht als het corresponderende S-item.

We veronderstellen dus een verschil in moeilijkheid tussen het S- en T-item dat we toeschrijven aan de "vertaaltap" (Reif, 1985) die bij het T-item door de leerling gemaakt moet worden. Als eenvoudig voorbeeld

hiervan kan het volgende dienen: in een optica-vraag wordt gesproken over "aan de lens van een fototoestel draaien om een scherp beeld te krijgen". De leerling moet nu inzien dat het gaat om het veranderen van de beeldafstand, dus de afstand lens-film vertalen als beeldafstand b en deze b in de lenzenformule invullen. In het corresponderende S-item wordt in een vertrouwde context rechtstreeks de kennis van de lenzenformule getoetst.

De inhoud van de toets

De getoetste leerstof moest betrekking hebben op gemeenschappelijke leerstof van PLON en de methode van De Rover. Dat beperkte de keuze op het moment van het onderzoek tot mechanica, optica, electriciteit en warmte. Het totale toetsdomein was daarmee toch nog betrekkelijk breed. Over deze leerstofgebieden werden uiteindelijk 22 drie- of vierkeuze items geselecteerd (11 S-T koppels) die door een beoordelingsteam van PLON- en niet PLON-leraren en CITO-medewerkers geschikt bevonden werden (zie Hellingman et al. 1985 voor deze procedure). Voor het S- en T-item uit een koppel zijn zoveel mogelijk overeenkomstige afleiders gebruikt. De items werden verdeeld over twee toetsen, waarbij er voor werd gezorgd dat een S- en een T-item uit één koppel in verschillende toetsen terecht kwamen. Daarbij werd geprobeerd om de items zo over de twee toetsen te verdelen dat de toetsen ongeveer eenzelfde moeilijkheidsgraad hebben. Aan de leraren hebben we gevraagd de toetsen niet eerder te bespreken dan wanneer beide toetsen waren afgenomen en om de twee toetsen op verschillende dagen af te nemen, met een periode van minstens drie dagen daartussen. De toetsen zijn weergegeven in bijlage 6.1.

6.2.3 Psychometrische criteria voor de correspondentie tussen standaard- en transferitems

Voor de vergelijking van de transferstap in PLON- en controlegroep (analyse 2) zullen we itemkoppels buiten beschouwing laten die niet aan een aantal psychometrische criteria voldoen. We formuleren nu deze criteria met behulp van de in schema 6.1 afgebeelde kruistabel van een S-en T-item.

		Transferitem (T)		
		goed (1)	fout (0)	
Standaarditem (S)	goed (1)	N_{11}	N_{10}	$N_{1\cdot}$
	fout (0)	N_{01}	N_{00}	$N - N_{1\cdot}$
		$N_{\cdot 1}$	$N - N_{\cdot 1}$	N

Schema 6.1 Kruistabel van een standaard- en transfer-item die corresponderen (een S-T koppel)

In de cellen staan aantallen leerlingen, bijv. N_{01} is het aantal leerlingen dat het standaarditem fout heeft en het transferitem goed. Uit de randtotalen kan de (klassieke) moeilijkheidsindex van het item bepaald worden, ofwel de p -waarde; bijv. $p_s = N_s/N$ is de proportie leerlingen dat het standaarditem goed heeft, waarbij $N_s = N_{11} + N_{10}$.

Een transferitem mag per definitie niet gemakkelijker zijn dan het corresponderende standaarditem, d.w.z. $p_s \geq p_t$ in iedere subpopulatie van leerlingen. Idealiter zou ook moeten gelden $N_{01} = 0$. Omdat de antwoorden van de leerlingen gedeeltelijk door toevalsprocessen bepaald zijn, is de eis $N_{01} = 0$ echter te sterk. (Zo zullen bij puur gokken 19 van de 100 leerlingen een S-vierkeuze item fout maken en tegelijk het corresponderende T-vierkeuze item goed maken). We stelden daarom als criterium voor een S-T koppel niet $N_{01} = 0$, maar in plaats daarvan het minder strikte criterium dat er een "dominantie"-relatie is tussen een S- en T-item¹ (Coombs, 1964; Meerling, 1981). De mate van dominantie kan met een algemene schaalbaarheidscoëfficiënt $\hat{S}$ van Shevell (1975) berekend worden (zie bijlage 6.2). Als dominantiecoëfficiënt verkrijgen we dan

$$\hat{S} = \frac{N_{10} - N_{01}}{N_{10} + N_{01}} \quad (\text{bijlage 6.2, formule 2})$$

Een eerste criterium is nu dat $\hat{S}$ significant > 0 is (bij een significantieniveau van 5%). Uit bovenstaande formule volgt dat $\hat{S}$ het maximum $+1$ dan en slechts dan bereikt als $N_{01} = 0$ is (het T-item domineert het S-item maximaal); $\hat{S} > 0$ impliceert dat $N_{10} > N_{01}$ is, wat weer impliceert dat $p_s > p_t$ is. De eis dat $\hat{S}$ significant > 0 is in iedere curriculumgroep is derhalve equivalent aan de eis dat in iedere groep p_s significant (5% niveau) groter is dan p_t (toets van McNemar voor gecorreleerde proporties, zie bijvoorbeeld Hays, 1976). Een tweede criterium is dat er op 5% significantieniveau in iedere groep een monotone relatie is tussen S- en T-item. Verschillende associatiematen zijn denkbaar om deze monotone relatie uit te drukken. Bij een 2×2 tabel van dichotome toetsitems komen ons inziens Yule's Q (Van der Ende, 1973) of de tetrachorische correlatiecoëfficiënt (Lord en Novick, 1974) in aanmerking. We kozen voor Yule's Q omdat deze van minder assumpties uitgaat dan de tetrachorische correlatie².

Samengevat zijn er dus twee criteria waaraan voldaan moet zijn om een S-T koppel als zodanig te erkennen: 1° $P_s > P_t$, significant op 5% niveau en 2° $Q_{S,T} > 0$, significant op 5% niveau.

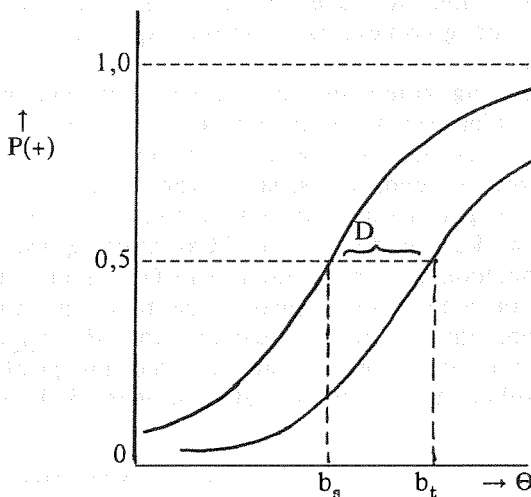
1. De dominantie hoeft niet maximaal te zijn; de dominantie is maximaal als $N_{01}=0$ (in dat geval zegt men wel dat het S- en T-item tezamen een Guttman-schaal vormen).

2. Overigens bleek in dit onderzoek dat een itemkoppel met een hoge, respectievelijk lage Q ook een hoge, respectievelijk lage tetrachorische correlatie heeft. De grootheden Q en r_{tet} zijn in onze situatie als criterium nogal inwisselbaar.

6.2.4 Operationalisatie van de transfervaardigheid

Het begrip "transferstap" vraagt om een maat die aangeeft in welke mate de leerlingen in staat zijn om ook het corresponderende T-item goed te beantwoorden als zij de fysische principes beheersen die in het S-item getoetst worden. Een voor de hand liggende gedachte lijkt om hiervoor de index ($p_s - p_t$) te nemen. Hoe groter deze index in een bepaalde curriculumgroep, hoe kleiner de transfervaardigheid in de betreffende groep, ofwel hoe meer moeite de leerlingen met de transferstap hebben. Aan deze maat kleven echter diverse nadelen; het is bijvoorbeeld niet geoorloofd om deze grootte te middelen over alle 11 itemkoppels en om voor een itemkoppel de grootte in de PLON-groep zonder meer te vergelijken met de grootte in de controle-groep³. Daarom besloten we als index voor de transfermoeilijkheid niet het verschil van de klassieke itemmoeilijkheidsparameters van S- en T-item te nemen, maar het verschil van de Rasch item-moeilijkheidsparameters, een grootte waarvoor de genoemde bezwaren niet gelden.

Wat de itemmoeilijkheidsparameters in het model van Rasch voorstellen, bespreken we aan de hand van figuur 6.1. In deze figuur zijn de zogenaamde itemkarakteristieke functies van een S- en een T-item weergegeven.



Figuur 6.1 Itemkarakteristieke functies van een S-item (links) en een corresponderend T-item (rechts) volgens het Rasch-model

Op de X-as staat de variabele Θ , dit is de mate waarin een leerling de fysische regel(s) beheerst die in het betreffende S-T koppel getoetst worden. Op de Y-as staat de kans om het betreffende item goed te be-

3. In meer technische termen geformuleerd geldt het bezwaar dat deze grootte niet metrisch is en populatie-afhankelijk is.

antwoorden ($P(+)$), gegeven een bepaalde waarde van Θ . De itemmoeilijkheidsparameters zijn b_s , respectievelijk b_t ⁴.

In deze figuur geldt voor elke waarde van Θ dat de kans om het S-item goed te beantwoorden, groter is dan de kans om het T-item goed te beantwoorden. De S-curve ligt namelijk links van de T-curve. Op deze wijze wordt de dominantie-relatie tussen beide items gedefinieerd in het Rasch-model. De grootheid $D = b_t - b_s$ is een index voor de mate waarin het T-item het S-item domineert en geeft de afstand tussen de S- en T-curve weer (zie figuur 6.1).

Zoals Fischer (1974) aantoonst (p. 217) is de grootheid D te bepalen uit de formule: $D = \ln(N_{10}/N_{01})$. Zoals te verwachten is, blijkt er een monotone relatie te zijn tussen de Shevell dominantiecoëfficiënt $\hat{S}$ en de grootheid D ⁵.

6.2.5 Analyses ten behoeve van de onderzoeksvragen

Allereerst zullen we nagaan of PLON-leerlingen en leerlingen uit de controlegroep op de gemiddelde score voor de transferitems verschillen. Vervolgens zullen we nagaan of de twee groepen even goed in staat zijn de transferstap van S- naar T-item te maken. Daartoe berekenen we voor ieder van de S-T koppels de grootheid $D (= \ln(N_{10}/N_{01}))$ in de PLON-groep en in de controlegroep.

Voor de significantietoetsing zitten we nu met het probleem dat de steekproefverdeling van D niet bekend is en dat deze grootheid daarom niet als toetsingsgrootheid gebruikt kan worden. Vandaar dat we een andere maat, de reeds in §6.2.3. genoemde schaalbaarheidscoëfficiënt van Shevell als toetsingsgrootheid gebruiken. Van deze grootheid is de steekproefverdeling bekend en we kunnen deze grootheid als toetsingsgrootheid gebruiken omdat $\hat{S}$ een monotoon stijgende functie van D is (zoals uiteengezet in voetnoot 5). Voor ieder S-T koppel is de toetsing van $H_0: D_{\text{PLON}} = D_{\text{controle}}$ daarom equivalent aan toetsing van $H_0: S_{\text{PLON}} = S_{\text{controle}}$. Zoals in bijlage 6.3 beschreven is, kan deze toetsing plaatsvinden via een z-toets. We zullen deze toetsing niet voor ieder S-T koppel

-
4. De waarde van Θ waarvoor de kans 0,5 is om het item goed te beantwoorden kunnen we opvatten als een maat voor de moeilijkheid van dat item en zullen we voortaan aangeven met de letter b . In dat geval geldt in het Rasch model: de kans voor een leerling met vaardigheid Θ om een item met moeilijkheid b goed te beantwoorden

$$P(+|\Theta, b) = \frac{\exp(\Theta - b)}{1 + \exp(\Theta - b)}; \text{ gebruik makend van dit gegeven hebben we } b_s \text{ en } b_t$$

in figuur 6.1 afgebeeld op de x-as.

5. Uit de formules voor $D (= \ln N_{10}/N_{01})$ en $\hat{S}$ (in §6.2.3) volgt dat

$$\hat{S} = \frac{\exp D - 1}{\exp D + 1} \text{ en dat } \hat{S} \text{ een monotoon stijgende functie van } D \text{ is.}$$

apart uitvoeren, maar een simultane analyse doen over alle itemkoppels. De technische uitwerking van een en ander is beschreven in bijlage 6.3. Deze simultane analyse doen we alleen voor de S-T koppels die in beide groepen voldoen aan de twee criteria genoemd in §6.2.3.

6.3 RESULTATEN

Uit tabel 6.1 blijkt dat de PLON-groep het even goed doet op de T-items als de controlegroep. Ook blijkt dat de T-items gemiddeld in iedere groep moeilijker zijn dan de S-items.

Tabel 6.1 Gemiddelde toets- en subtoetsresultaten voor PLON- en controlegroep

		KR-20	m	s
PLON (341)	S-items (11)	.48	6.8	2.0
	T-items (11)	.45	5.6	1.9
	alle items (22)	.65	12.4	3.5
Controle (265)	S-items (11)	.51	7.0	2.0
	T-items (11)	.35	5.6	1.8
	alle items (22)	.62	12.7	3.4

We gaan nu na in hoeverre PLON-leerlingen de transferstap even goed maken als leerlingen uit de controlegroep. Dit toetsen we via de procedure die beschreven is in §6.2.5 en bijlage 6.3. In tabel 6.2 zijn in de laatste drie kolommen voor ieder itemkoppel de grootheden weergegeven die in de toetsing een rol spelen: de Shevell coëfficiënt voor de PLON-groep en de controlegroep, alsmede de z-waarde om het verschil tussen de twee curriculumgroepen te toetsen.

Tabel 6.2 Diverse indices voor S- en T-items en S-T-itemkoppels

Itemkoppels	p_s	p_s	p_t	p_t	D	D	Q	Q	$\bar{S}$	$\bar{S}$	Z (zie
S-T	PLON	contr.	PLON	contr.	PLON	contr.	PLON	contr.	PLON	contr.	bijl. 6.3)
1-12	.69	.83	.36	.28	1.69	3.23	.41	.49	.69	.92	-2.88
13- 2	.64	.73	.21	.27	1.97	2.11	.05	.11	.76	.78	-2.70
3-14	.49	.59	.52	.49	-.11	.38	.22	-.17	-.05	.19	-1.30
15- 4	.58	.55	.78	.83	-1.18	-1.62	.43	.38	-.53	-.67	1.72
5-16	.33	.49	.21	.26	.73	1.43	.35	.59	.35	.61	1.01
17- 6	.79	.85	.72	.76	.55	.71	.68	.50	.27	.34	1.78
7-18	.52	.49	.48	.53	.16	-.17	.28	.35	.08	-.08	-.09
19- 8	.44	.43	.28	.26	.86	.94	.38	.39	.41	.44	.76
9-20	.68	.62	.43	.49	.95	.50	-.12	-.07	.44	.25	-.31
21-10	.65	.64	.84	.77	-1.18	-.64	.31	.45	-.53	-.39	-.16
11-22	.95	.82	.81	.74	1.95	.65	.73	.62	.75	.31	-.72
gemiddel- de waarde	.61	.64	.51	.52	.58	.68					

Voor de toetsing komen 5 itemkoppels in aanmerking⁶. De gemiddelde Z-score over deze koppels is vrijwel nul (-.02). Dit suggereert dat er geen verschil in transfervaardigheid is tussen PLON- en controlegroep. De significantietoetsing bevestigt dat. Weliswaar leidt de simultane toetsing over de 5 itemkoppels (zie bijlage 6.3) in eerste instantie tot verwerping van de nulhypothese die stelt dat er geen verschil is⁷. Bij de daarop volgende toetsing van de afzonderlijke koppels bij $\alpha=.10$ blijkt echter dat het verschil eenmaal significant ten gunste van de PLON-groep uitvalt (koppel 1-12) en eenmaal significant ten gunste van de controlegroep (koppel 17-6). Samenvattend concluderen we dat PLON-leerlingen even goed tot transfer in staat zijn als leerlingen uit de controlegroep.

Discussie

Zowel in theorie- als praktijkgericht onderzoek naar transfer wordt doorgaans nauwelijks gevalideerd in hoeverre de geconstrueerde transfertoets werkelijk transfer meet. Men postuleert eenvoudig dat dit het geval is en valt daarmee terug op een vorm van "fiat-meting", een meetprocedure, waarbij de onderzoeker eenvoudigweg poneert dat de totaalscore op de voorgelegde items de bedoelde eigenschap zou meten (Molenaar, 1982, p. 5; Swanborn, 1973, hoofdstuk 8).

In de analyse waarin we de PLON-groep en de controlegroep vergeleken op de transferitems zijn we in zekere zin van een fiat-meting uitgegaan (de belangrijkste controle was of de T-items gemiddeld in iedere groep moeilijker zijn dan de S-items).

In de tweede analyse hebben we een eerste aanzet gedaan tot validatie van de T-items. Van een 5-tal items kan met enige stelligheid worden aangenomen dat ze op transfer betrekking hebben, omdat de gepostuleerde statistische relatie tot corresponderende S-items kon worden aangetoond. Op deze 5 items zijn toen nadere analyses gedaan om de PLON- en controlegroep met elkaar te vergelijken.

We spreken over een eerste aanzet tot validatie, omdat we niet helemaal buiten face-validity kunnen als we de dominantie-relatie en de Q-correlatie tussen een S- en T-item als een transferrelatie willen duiden. Voorgezette validatiemethoden zijn nodig, bijvoorbeeld door leerlingen hardop te laten denken bij het oplossen van de items. Voorts lijkt het nodig om T-items die over leefwereldcontexten gaan, zodanig te construeren dat de opgave alleen met gebruik van fysieke kennis (uit het S-item) is op te lossen en niet met intuïtieve of praktische ervaringskennis. Als voorbeeld verwijzen we naar het itemkoppel 14-3 in schema 6.2, waar het als T bedoelde item (14) in de PLON-groep nog iets beter gemaakt wordt dan

6. Op grond van de twee criteria uit §6.2.3 vielen namelijk de volgende 6 itemkoppels af: 13-2, 3-14, 15-4, 7-18, 9-20 en 21-10.

7. Zoals bijlage 6.3 vermeldt, houdt de simultane toetsing in dat we op ieder van de 5 itemkoppels een toets uitvoeren met significantieniveau .02. Het gewenste significantieniveau $\alpha=.10$ (zie §4.6) delen we namelijk door 5.

het als S bedoelde item. Het gaat hier om een T-item dat met intuïtieve of praktische ervaringskennis goed beantwoord kan worden. Het verdient aanbeveling in het vervolg dit type T-items niet meer op te nemen, dan wel op zijn minst in de opgave nadrukkelijk naar een fysische uitleg te vragen.

- 3 Men heeft op een scherm een scherp beeld van een dia, die verlicht wordt door een lamp (zie figuur). De voorwerpsafstand v is 30 cm; de beeldafstand b is 15 cm. Men wil een groter beeld van de dia op het scherm hebben.



Op welke manier kan dit?

- A Men kan $v = 15$ cm maken en $b = 30$ cm door de lens naar de dia toe te schuiven.
 - B Men kan v en b kleiner maken en de lens vervolgens zo verschuiven dat weer een scherp beeld ontstaat.
 - C Men kan v en b groter maken en de lens vervolgens zo verschuiven dat weer een scherp beeld ontstaat.
 - D Men hoeft alleen maar het lampje naar links te verschuiven.
- 14 Men heeft met behulp van een diaprojector een dia scherp afgebeeld op een verplaatsbaar scherm. Het beeld is echter te groot voor het scherm. Hoe kan de dia volledig afgebeeld worden op het scherm?
- Piet: 'Het scherm moet in de richting van de projector verschoven worden en de lens van de projector moet iets uitgedraaid worden, dat wil zeggen de lens komt verder van de dia af.'
- Jan: 'Nee, het scherm moet van de projector af geschoven worden en de lens van de projector moet iets ingedraaid worden, dat wil zeggen de lens komt dichterbij de dia.'
- Wie heeft gelijk?
- A alleen Piet
 - B alleen Jan
 - C geen van beiden

Schema 6.2 Een S-T koppeling, waar het item bedoeld om transfer te meten (14) in de PLON-groep nog iets beter gemaakt dan het als standaard bedoelde item (3).

7. ONDERZOEK NAAR MECHANICA IN DE 4e KLAS HAVO

7.1 PROBLEEMSTELLING

Het onderzoeksplan dat in hoofdstuk 4 beschreven is (§4.7), geeft aan dat we de probleemstelling van deze studie ook wilden onderzoeken aan het leerstofgebied mechanica. Het verschil met de voorgaande onderzoeken is in de eerste plaats de concentratie op één leerstofgebied en het onderzoek naar vraag D, dat daardoor mogelijk wordt: in hoeverre leidt het PLON-curriculum tot leefwereldgeoriënteerde leereffecten. Ook toetsen we enkele veronderstellingen in het procesmodel over de ontwikkeling van motivationele en affectieve processen.

De volgende onderzoeksvragen zijn geformuleerd voor de mechanicalessen in 4-HAVO (cursus 87-88):

1. Hangen de ervaren leerzaamheid en waardering van de mechanicalessen samen met de affectieve beleving voorafgaande aan de lessen en met de taakinzet van de leerlingen?
2. In hoeverre ervaren leerlingen die onderwijs gehad hebben met het PLON-thema "Verkeer" de mechanicalessen als leefwereld- en participatiegericht?
3. In hoeverre waarderen leerlingen die onderwijs gehad hebben met het PLON-thema "Verkeer" de mechanicalessen en ervaren ze deze lessen als leerzaam en in hoeverre hebben deze leswaardering en leerzaamheidservaringen te maken met de leefwereld- en participatiegerichtheid van de mechanicalessen?
4. In hoeverre worden met het PLON-thema "Verkeer" conventioneel-fysische leereffecten bereikt die niet achterblijven bij effecten van reguliere mechanica-curricula en in hoeverre worden er "leefwereldgeoriënteerde" leereffecten bereikt?

Onderzoeksvraag 1 is afgeleid uit het procesmodel. Een van de redenen waarom affectieve opbrengsten in de PLON-evaluatie als belangrijke criteriumvariabelen beschouwd worden is de veronderstelde langdurige werking van deze variabelen en de invloed ervan op de taakinzet van de leerling (zie schema 3.1). In onderzoeksvraag 1 gaan we na of deze veronderstelling terecht is.

De onderzoeksvragen 2, 3 en 4 zijn herformuleringen van de algemene onderzoeksvragen A t/m D, toegespitst op mechanica.

7.2 OPZET

7.2.1 De steekproef

De natuurkundesecties zijn aangeschreven van alle 12 scholen met een HAVO-afdeling, waarvan op grond van eerdere contacten of informatie

van de uitgever bekend was of te verwachten viel dat ze het experimentele PLON-thema "Verkeer" in 4-HAVO zouden behandelen. Voorts zijn circa 120 andere natuurkundesecties van scholen met een HAVO-afdeling aangeschreven. Aan de secties is het verzoek gericht één leraar met één klas aan het onderzoek mee te laten doen. In de brief is wel aangestipt dat het om cognitieve en affectieve opbrengsten van het mechanicaonderwijs ging, maar werd niets gezegd over leefwereld- en participatiegerichtheid. We stelden dat het om een landelijk onderzoek ging in de bovenbouw HAVO naar de natuurkundige begripsvorming, de houding ten opzichte van natuurkunde en de leerervaringen van leerlingen met betrekking tot het leerstofgebied mechanica (dynamica en kinematica).

Uiteindelijk hebben we 8 leraren overgehouden die inderdaad het PLON-thema Verkeer gebruikten en leestijd konden vrijmaken om aan het onderzoek mee te doen en 17 leraren die een andere methode gebruikten¹. Bij de andere methoden bleken twee leerboeken te domineren: het meest gebruikte leerboek "Systematische Natuurkunde" van Middelink (1978) en het leerboek "Scoop" van Biezeveld en Mathot (1984). Daarnaast werd op een school het leerboek "Natuurkunde op corpusculaire grondslag" van Schweers en Van Vianen (1981) gebruikt (zie tabel 7.1).

Tabel 7.1 Aantallen leraren en leerlingen bij de diverse curricula die in het onderzoek vertegenwoordigd zijn

	aantal leraren	aantal jongens	aantal meisjes	totaal aantal leerlingen
<i>Curriculum</i>				
PLON	8	161	66	227
Middelink	11	229	68	297
Scoop	5	71	23	94
Schweers	1	43	8	51
totaal	25	504	165	669

De genoemde mechanica-leerstof wordt in de PLON-methode voor de HAVO gepresenteerd binnen het thema "Verkeer", in het kader van de contextgebieden "veilig en zuinig rijden". Het boek "Systematische Natuurkunde" van Middelink brengt de mechanica met relatief weinig uitgewerkte voorbeelden van de werking en toepassingen van de mechanica in het dagelijks leven en met weinig (suggesties voor) leerlingparticipatie. De methode "Scoop" is vrij nieuw en brengt de mechanica met een veelheid aan

1. Er vielen nogal wat leraren af doordat tegelijk om deelname aan een ander onderzoek gevraagd werd en omdat het onderzoek nogal arbeidsintensief was. Veel leraren verklaarden dat het te veel tijd kostte.

experimenten². Alle methoden presenteren de stof in de eerste helft van de 4-HAVO cursus.

7.2.2 Overzicht van de kernvariabelen en de meetinstrumenten

We geven hier een korte schets van de instrumentatie van de belangrijkste onderzoeksvariabelen. De instrumenten zelf komen gedetailleerder aan bod in §7.3. Achtereenvolgens komen aan de orde de leeromgevingsvariabelen, de affectieve variabelen en de cognitieve variabelen.

Leeromgevingsvariabelen

De *ervaren leefwereld- en participatiegerichtheid van het mechanica-onderwijs* wordt gemeten met behulp van een vragenlijst. De vragenlijst is afgenomen bij leerlingen en in afwijking van voorgaande onderzoeken ook bij leraren.

Affectieve variabelen

De affectieve variabelen worden gemeten via vragenlijsten. Voorafgaande aan de lessenserie worden de *attitudes van de leerling t.o.v. leefwereld- en participatiegericht natuurkunde-onderwijs* gemeten en de *attitude t.o.v. natuurkunde*. De laatstgenoemde attitude wordt gemeten in het kader van onderzoeksvraag 1, de eerstgenoemde attitudes onder andere in het kader van een betekenisanalyse van de vragenlijst voor de ervaren leefwereld- en participatiegerichtheid.

Na de lessenserie worden de *leswaardering en ervaren leerzaamheid van de mechanicalessen* gemeten. Bovendien is aan de leraren gevraagd hun leerlingen globaal in te delen naar *taakinzet* in deze lessen.

Cognitieve variabelen

Er is na de lessenserie een meerkeuzetoets afgenomen voor het meten van (*conventionele*) kennis en inzicht in mechanica.

Daarnaast hebben we op twee manieren getracht na te gaan in hoeverre er leefwereldgeoriënteerde leereffecten optreden. Het eerste instrument is een *leerverslag* ("learner report"); na de lessenserie vragen we de leerling via een korte, vrij open vragenlijst naar wat De Groot (o.a. 1974, 1986) noemt "fundamentele leerervaringen". De Groot meent dat deze gerapporteerde leerervaringen op te vatten zijn als leereffecten. Voortbouwend op deze gedachte gaan wij na in hoeverre deze leerervaringen leefwereldgeoriënteerd zijn, als een mogelijke operationalisatie van leefwereldgeoriënteerde leereffecten.

Het tweede instrument is een '*tekstconstructietest*'; de leerling wordt gevraagd een tekst te produceren waarin twee met name genoemde fysi-

2. Voor diverse leerstofgebieden biedt deze methode ook illustraties en voorbeelden van verbanden tussen natuurkunde en techniek, of tussen natuurkunde en andere aspecten van het dagelijks leven. Voor mechanica is dit duidelijk minder het geval dan voor diverse andere leerstofgebieden.

sche concepten in relatie tot elkaar moeten voorkomen. De analyse richt zich op de vraag in hoeverre de leerling de regel die deze fysische begrippen verbindt in de teksten expliciet op leefwereldsituaties betreft. De test wordt vóór en na de lessenserie afgenomen.

7.2.3 Organisatie van de instrumentafname

We hebben vier testboekjes samengesteld waarvan er twee vóór de lessenserie worden afgenomen (twee achtereenvolgende lessen) en twee na de lessenserie (eveneens twee achtereenvolgende lessen). In schema 7.1 is aangegeven welke instrumenten in de vier testboekjes zijn opgenomen en in welke volgorde dat gebeurd is.

Voortests

boekje 1 - leerlingkenmerken (geslacht; wel/niet gedoubleerd; laatste rapportcijfer natuurkunde)

- ingangsattitude t.o.v. natuurkunde

- tekstconstructietest

boekje 2 - attitude t.o.v. leefwereld- en participatiegericht natuurkundeonderwijs

Natests

boekje 3 - leswaardering en ervaren leerzaamheid

- ervaren leefwereld- en participatiegerichtheid

- tekstconstructietest (40% van de leerlingen)

- leerverslag (40% van de leerlingen)

- leerverslag + tekstconstructietest (20% van de leerlingen)

boekje 4 - meerkeuzetoets

Schema 7.1 Instrumenten die in het mechanica-onderzoek zijn ingezet³

In bijlage 7.1 is ter illustratie van de aanbieding van onderzoeksinstrumenten aan de leraren de brief aan de PLON-leraren weergegeven bij aanbieding van de voortests; in bijlage 7.2 de brief aan de niet-PLON-leraren bij aanbieding van de natests.

Na de lessenserie is ook een vragenlijst voorgelegd aan de leraar, waarin onder andere gevraagd werd naar leefwereld- en participatiegerichtheid van de lessen en de taakinzet van leerlingen. Door 23 van de 25 leraren is de vragenlijst ingevuld geretourneerd.

3. Van boekje 3 bestaan - zoals het schema aangeeft - verschillende varianten, wat betreft de meting van leefwereldgeoriënteerde leereffecten. De meeste klassen kregen of de tekstconstructietest of het leerverslag voorgelegd. In een beperkte groep klassen, waar wat meer tijd beschikbaar was, zijn beide tests aan de leerlingen voorgelegd.

7.3 INSTRUMENTCONSTRUCTIE EN INSTRUMENTELE GEGEVENS

7.3.1 Inleiding

In de paragrafen 7.3.2 t/m 7.3.7 beschrijven we de constructie van de diverse instrumenten alsmede een aantal psychometrische gegevens die inzicht geven in de betrouwbaarheid en de begripsvaliditeit van de onderzochte variabelen. De empirische gegevens in deze paragrafen spitsen zich nog niet toe op de onderzoeksvragen, hoewel ze er wel op anticiperen. Voor zover er verbanden tussen scores van verschillende instrumenten gerapporteerd worden, gaat het vooral om begripsvalidatie of betekenisanalyse van de instrumenten (Drenth, 1975, hoofdstuk 6). Door de aselechte toewijzing van leerverslag en tekstconstructietest en doordat een leraar door tijdgebrek soms een test of testboekje niet afnam, kunnen de aantallen leerlingen in de diverse analyses verschillen. Daar komt bij dat enkele klassen al met de mechanicalessen begonnen waren vóórdat de voortests gereed waren.

7.3.2 De vragenlijst voor de leefwereld- en participatiegerichtheid van de lessen

Er is een vragenlijst geconstrueerd, bestaande uit 34 vragen (vijfpunts Likert items), te weten 17 items voor de door leerlingen ervaren leefwereldgerichtheid en 17 voor de ervaren participatiegerichtheid van het onderwijs. De schaal voor leefwereldgerichtheid bouwt voort op de eerdere schaal die in deelonderzoek IV (hoofdstuk 5) gebruikt is en op resultaten van open vragen naar leefwereldgerichtheid (Wierstra, Jacobs, Verheul en Wubbels, 1987, hoofdstuk 6). Omdat we uit het voorafgaande deelonderzoek over een schaal van slechts 5 leefwereldgerichtheidsitems beschikten, zijn voor leefwereldgerichtheid veel nieuwe items gemaakt, aansluitend bij de bestaande items en de eigen formuleringen van leerlingen op open vragen. Bij de constructie van nieuwe items is geprobeerd de benoeming van "leefwereldsituaties" zoveel mogelijk te variëren door het gebruik van termen als "dingen om je heen", "dagelijks leven", "praktische toepassingen" enzovoort. Daarbij hebben we geprobeerd items te maken die voor leerlingen, ongeacht met welk curriculum ze onderwezen zijn, begrijpelijk zijn en voor de diverse curriculumgroepen zoveel mogelijk dezelfde betekenis hebben.

Bij de constructie van items voor participatiegerichtheid oriënteerden we ons vooral op het aspect van actief en zelfregulerend bezig zijn met de leerstof. We zorgden er voor dat in alle items een aspect van actief en zelfregulerend bezig zijn aanwezig was, zowel wanneer het item betrekking had op klassediscussies (verbale participatie), als wanneer het

ging over het doen van practicum of andere leeractiviteiten⁴. Na factoranalyse (principale factoren en varimax rotaties) construeerden we één schaal voor participatiegerichtheid, bestaande uit 13 items (coëfficiënt $\alpha = .78$) en één schaal voor leefwereldgerichtheid, eveneens bestaande uit 13 items (coëfficiënt $\alpha = .79$). In bijlage 7.3 zijn de items weergegeven.

Latente klasanalyse van de leefwereldgerichtheidsvragenlijst

Omdat de factoranalyse van de items uit de leeromgevingsvragenlijst uitwees dat sommige leefwereldgerichtheidsitems nog op een tweede (zij het kleine) factor laden, leek het ons mogelijk dat de vragenlijst meer dan één dimensie omvat (ook al blijkt een ééndimensionele beschrijving in termen van de klassieke testtheorie goed te voldoen, gezien de hoge waarde van coëfficiënt α). Op deze mogelijkheid bij vragenlijsten wordt uitdrukkelijk gewezen door Rost (1984). Als voorbeeld demonstreert hij hoe bij 10 items over interesse in natuurkunde met een coëfficiënt α van .82 een latente-klas-analyse aan het licht bracht dat er een onderscheid tussen meer theoretische en meer praktische interesse gemaakt dient te worden, ondanks het feit dat de hoge waarde van coëfficiënt α alleen één dimensie (algemene interesse) suggereert. In navolging van Rost voerden we op de leefwereldgerichtheidsvragenlijst een latente-klas-analyse voor polychotome items uit met behulp van het computerprogramma LCABIN (latente-klas-analyse met binomiaal verdeelde antwoordvariabele, zie Rost, 1985 en Rost en Sonnichen, 1983). Er bleken 2 of maximaal 3 latente klassen te kunnen worden onderscheiden (figuur 7.1 en 7.2). Omdat de itemparameter-profielen van de diverse klassen elkaar in deze figuren niet snijden, mogen we aannemen dat de itemverzameling ééndimensioneel is voor de onderzochte populatie.⁵

-
4. De verbindende schakel tussen de items zou "actief onderzoekend leren" moeten zijn (zie de omschrijving van participatiegerichtheid in §1.4). Het verraste ons dat in deelonderzoek IV (hoofdstuk 5) de schaal "onderzoek" lager correleert met leswaarding en leerzaamheid dan "verbale participatie". Wellicht bevat de schaal te veel items die op zeer gesloten practicumactiviteiten betrekking (kunnen) hebben in plaats van op actief onderzoekend leren.
 5. Rost (1985) stelt: 'If the items are unidimensional in the sense of Rasch's measurement theory, then each additional latent class would cause a finer partition of the (continuous) latent trait without intersecting itemprofiles' (onderstreping van ons). De latente klassen zijn in dat geval niet meer dan niveaugroepen (groepen die verschillen wat betreft de sterkte van de latente trek). In het algemene geval is een latente klasse een verzameling (cluster) van personen die zodanig in antwoordpatronen overeenkomen dat ze allen dezelfde kans hebben om bij item i antwoordcategorie a aan te kruisen. Deze kans is een functie van $\pi_{ij|g}$, de itemparameter van item i voor klasse g (hoe groter deze parameter, des te groter is de "ware" score voor item i van een persoon uit klasse g). Een tweede groep parameters in het model vormen de klassegrootte-parameters π_g ; de grootte π_g is de kans dat een willekeurige leerling tot latente klasse g behoort.

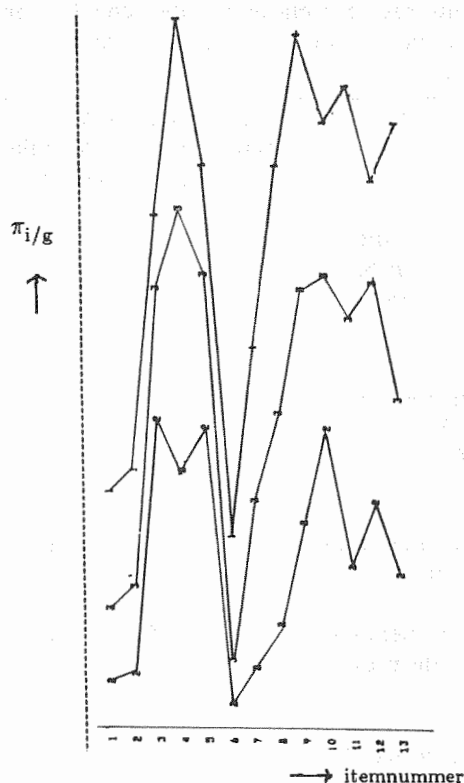


Fig. 7.1 Latente klasanalyse op 13 leefwerelditems; itemparameterprofielen voor 3 latente klassen, resp. $\pi_g = .32, .13, .56$. (Zie voetnoot 5 voor toelichting)

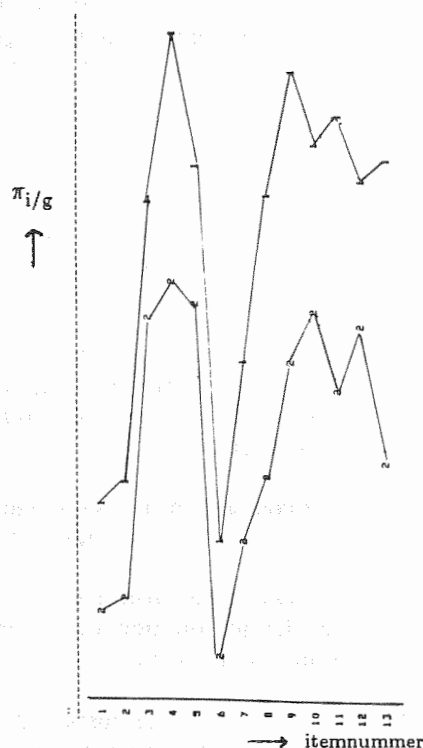


Fig. 7.2 Latente klasanalyse op 13 leefwerelditems; itemparameterprofielen voor 2 latente klassen; $\pi_g = .50$ en $.50$. (Zie voetnoot 5 voor toelichting)

Itembias

In tabel 7.2 hebben we enkele karakteristieke leefwerelditems (wat betreft de item-rest correlatie) weergegeven.

In deze en de overige tabellen worden de psychometrische indices apart weergegeven voor de PLON-groep en de controlegroep. Voor deze vragenlijst is deze vergelijking meer dan bijvoorbeeld voor participatiegerichtheid en de affectieve schalen op zijn plaats, omdat zeer wel de mogelijkheid bestaat dat sommige items iets anders betekenen voor PLON-leerlingen (door de thematische inbedding van de mechanica leerstof) dan voor leerlingen die vakstructuurgericht onderwijs in de mechanica gehad hebben.

Tabel 7.2 Items met de hoogste item-rest correlatie uit de schaal voor 'ervaren leefwereldgerichtheid' in de totale groep, de PLON-groep en de controle-groep

	item-restcorrelatie		
	Totale groep	PLON-groep	controle groep
9. Verschijnselen uit het dagelijks leven die met krachten en bewegingen te maken hadden, werden verklaard met behulp van natuurkunde.	.52	.58	.47
21. In de lessen kwamen situaties van buiten de school aan bod die je lieten zien wat natuurkunde met het dagelijks leven te maken heeft.	.56	.57	.53
24. De vraagstukken die we kregen gingen over onderwerpen uit het dagelijks leven.	.53	.55	.51
25. Natuurkundige formules werden zo behandeld, dat je kon zien wat je er in de praktijk mee kunt doen.	.41	.45	.39
29. De theorie werd geïllustreerd aan de hand van voorbeelden uit het dagelijks leven.	.56	.63	.57
32. In de lessen werden praktische toepassingen van de natuurkunde behandeld.	.46	.48	.43
34. De proeven hadden te maken met dingen uit het dagelijks leven.	.51	.61	.45

Deze mogelijkheid werd gesuggereerd door enkele natuurkundendidactici aan wie wij een eerste versie van het instrument ter beoordeling voorlegden. Gezien de overeenkomstige waarden voor coëfficiënt α in de curriculum groepen (PLON .81, controle-groep .78) en de overeenkomstige item-restcorrelaties (zie tabel 7.2) lijkt het er op dat de nieuwe schaal voor leefwereldgerichtheid ongeveer hetzelfde meet in de twee curriculum-groepen. Een eventuele itembias (in het Nederlands vraagonzuiverheid of ook wel itempartijdigheid genoemd) kan naar de huidige inzichten echter het best onderzocht worden in het kader van de latente trek-theorie. Mellenbergh (1985) formuleert het itembias-probleem als de vraag of voor ieder item de Rasch-itemkarakteristieke curve in de diverse groepen gelijk

is⁶. Bij het uitvoeren van deze analyse gingen we uit van het ééndimensionale polychotome Rasch-model, zoals geformuleerd door Masters (1982): het zogenaamde 'partial credit' model. De mate waarin de items curriculumbiased zijn binnen dit model werd onderzocht door middel van een quasi-loglineaire Rasch analyse uitgevoerd met het computerprogramma GELORA (GEneral LOglinear Rasch-modelling, zie Kelderman, 1984 en 1987: hoofdstuk 3 en 4). De analyse richt zich op de detectie van 'item x curriculum' interacties. Er werden geen significante interacties gevonden: voor alle 13 items was de Pearson chi-square nagenoeg nul. Er bleken dus geen items te zijn die meer op de ene curriculumgroep zijn toegesneden dan op de andere.

Leerlingkenmerken versus omgevingskenmerken

Evenals in het onderzoek van hoofdstuk 5 hebben we naast de α -coëfficiënt ook de betrouwbaarheid van het klasgemiddelde, ρ_n berekend en de intraklassecorrelatie, ρ_1 . Deze laatste maat kan ook opgevat worden als het percentage variantie in de leerlingsscores dat aan de random factor "klas" is toe te schrijven (zie bijv. Hays, 1976, p. 535). Een aan ρ analoge variantie-analytische maat is η^2 , maar dan voor fixed in plaats van random levels van de onafhankelijke variabele "klas". Al deze waarden zijn in tabel 7.3 weergegeven voor de totale groep, de PLON-groep en de controle-groep.

Tabel 7.3 Betrouwbaarheid van klasgemiddelde (ρ_n) en percentage variantie van de leeromgevingsschalen dat door klaslidmaatschap verklaard wordt (ρ_1 , η^2)

	Totale groep			controlegroep			PLON		
	η^2	ρ_1	ρ_n	η^2	ρ_1	ρ_n	η^2	ρ_1	ρ_n
- Participatiegerichtheid	.42	.40	.94	.19	.11	.81	.37	.27	.94
- Leefwereldgerichtheid	.19	.15	.82	.17	.10	.78	.15	.12	.81
- Attitude t.o.v. participatiegericht onderwijs	.09	.05	.58	.10	.06	.65	.06	.01	.22
- Attitude t.o.v. leefwereldgericht onderwijs	.06	.02	.35	.03	.01	.21	.06	.04	.55

Ter vergelijking zijn in tabel 7.3 ook de coëfficiënten weergegeven voor de attitude van de leerling ten opzichte van leefwereld- en participatiegericht onderwijs, die als leerlingkenmerken bedoeld zijn (deze schalen

6. Wat een itemkarakteristieke curve is, hebben we voor dichotome items uitgelegd in hoofdstuk 6 (fig. 6.1), aan de hand van toetsitems die een score goed (1) of fout (0) opleveren. Voor polychotome items is een analoge definitie van itemkarakteristieke functie mogelijk (zie onder meer Masters, 1982).

worden besproken in §7.3.3). We zien dat voor deze schalen volgens verwachting veel lagere klasse-effecten gevonden worden.

Voor de vragenlijsten die de ervaren leefwereld- en participatiegerichtheid meten laten de indices in tabel 7.3 zien dat de schalen niet louter individuele leerlingoordelen meten (ideosyncratische percepties), maar in behoorlijke mate ook klasse-kenmerken en waarschijnlijk dus onderwijskenmerken. Voor participatiegerichtheid werd dit ook in hoofdstuk 5 gevonden. Ook de mate waarin een leerling de lessen als leefwereldgericht typeert (in de vragenlijst), wordt ons inziens voor een groot deel bepaald door de mate waarin het onderwijs daadwerkelijk leefwereldgericht is en minder door leerlingvoorkeuren, sexe enz. De η^2 -waarde van .19 voor leefwereldgerichtheid in de totale groep betekent dat de individuele vragenlijstscore van een leerling sterk correleert met de (gemiddelde) vragenlijstscore van de leerlingen uit zijn klas⁷. Daarentegen bleken er slechts zwakke tot matige verbanden met leerlingkenmerken als de ervaren leerzaamheid van natuurkunde voorafgaande aan de mechanicalessen (zie §7.3.4), de attitude t.o.v. leefwereldgericht natuurkunde-onderwijs (zie §7.3.3), het al dan niet gedoubleerd hebben en het rapportcijfer. Deze correleerden tezamen .28 met de individuele leefwereldgerichtheidsperceptie.

Voorts is het feit dat we hoge correlaties vinden tussen leraar- en leerlingpercepties van de leeromgeving een belangrijke indicatie dat het bij deze perceptie om klassekenmerken gaat. Voor 23 leerkrachten en 23 klasgemiddelden vinden we een correlatie .55 ($p = .006$) voor leefwereldgerichtheid en een correlatie .67 ($p = .001$) voor participatiegerichtheid.

Samenhangen tussen leefwereld- en participatiegerichtheid

De correlatie tussen de schaal voor leefwereld- en participatiegerichtheid bedraagt in de totale groep .51 ($N = 606$) en in de PLON en controlegroep resp. .51 en .48 (alle $p = .001$). Voor de 25 klasgemiddelden bedraagt de correlatie .66 ($p = .001$) en voor de 23 leraarspercepties .72 ($p = .001$).

We veronderstellen dat de samenhang tussen leefwereld- en participatiegerichtheid⁸ geworteld is in leraarskenmerken (bijvoorbeeld in onderwijsopvattingen, zoals de mate van vernieuwingsgezindheid of vak- en prestatiegerichtheid, of in onderwijsvaardigheden). Afhankelijk van deze kenmerken zou een leraar in meerdere of mindere mate zowel tot leefwereld-

7. Deze correlatie is per definitie gelijk aan de correlatieratio η en kan derhalve berekend worden als $\sqrt{.19} = .44$.

8. Inmiddels is deze samenhang in een onderzoek met dezelfde schalen bij een ander leerstofdomein (electro-magnetisme) bevestigd (Wierstra en Wubbels, 1989). Bij 4 PLON-klassen, 3 Middelink klassen en 2 Scoop klassen (180 leerlingen) werd een correlatie tussen leefwereld- en participatiegerichtheid van .43 gevonden bij uitpartialisering van de curriculumvariabele.

als participatiegericht onderwijs geneigd zijn⁹. Dat onderwijsopvattingen van leerkrachten invloed hebben op zowel leefwereld- als participatiegerichtheid van de lessen, vonden we ook in deelonderzoek IV (hoofdstuk 5). We vonden toen dat een leraar met een sterk vak- en prestatiegerichtte attitude, weinig de neiging heeft om leefwereld- of participatiegericht te werken.

7.3.3 De vragenlijst voor de attitude t.o.v. leefwereld- en participatiegericht onderwijs

Er is een vragenlijst geconstrueerd voor de attitude van de leerling ten opzichte van leefwereld- en participatiegericht natuurkundeonderwijs. De lijst bestaat uit 25 items en is voorafgaande aan de lessenserie mechanica afgenomen. Bij de constructie van deze vragenlijst hebben we de items zoveel mogelijk analoog geformuleerd aan de items uit de vragenlijst voor de ervaren leefwereld- en participatiegerichtheid.

Na factoranalyses met varimax rotaties over twee factoren leken 11 items in aanmerking te komen voor de schaal "leefwereldgerichte attitude" en 9 items voor de schaal "participatiegerichte attitude" (zie bijlage 7.5). Bij rotatie over vier factoren leek er in de leefwereldgerichte attitude-schaal een afsplitsing mogelijk tussen 6 items die meer op de directe leefomgeving betrekking hebben en 5 items die meer op de samenleving gericht zijn, anderzijds¹⁰. Daarom gingen we voor deze 11 items na via een latente klasanalyse - op dezelfde wijze als in §7.3.2 uiteengezet is - of er sprake is van ééndimensionaliteit in de zin van de latente trektheorie.

Het bleek dat we met 2 latente klassen die ongeveer even groot zijn kunnen volstaan en dat de itemparameterprofielen van deze klassen elkaar niet snijden (zie figuur 7.3); we kunnen derhalve uitgaan van een ééndimensioneel construct "leefwereldgerichte attitude", geoperationaliseerd in 11 items.

De coëfficiënt- α betrouwbaarheid van deze schaal bedraagt .67 en van de schaal "attitude ten opzichte van participatiegericht onderwijs" (9 items) .68. In de tabellen 7.4 en 7.5 zijn enkele items uit beide schalen weergegeven, die representatief zijn wat betreft de item-restcorrelatie.

9. Dat er voor- en tegenargumenten t.a.v. leefwereld- en participatiegerichtheid zijn te bedenken blijkt op diverse plaatsen in dit proefschrift. In hoofdstuk 3 (§3.4.2) hebben we er een aantal weergegeven. In bijlage 7.4 worden argumenten opgesomd die leraren desgevraagd pro of contra leefwereldgericht mechanica-onderwijs geven. In hoofdstuk 5 (§5.2) noemden we een aantal argumenten van leraren pro en contra participatiegericht onderwijs.

10. Dit inhoudelijke onderscheid valt vrijwel geheel samen met het onderscheid in vraagvorm van de items. In bijlage 7.5 blijkt dat de (a-b) vraagvorm wat meer op het directe leefwereldaspect betrekking heeft en de "enkelvoudige" vraagvorm wat meer op het samenlevingsaspect.

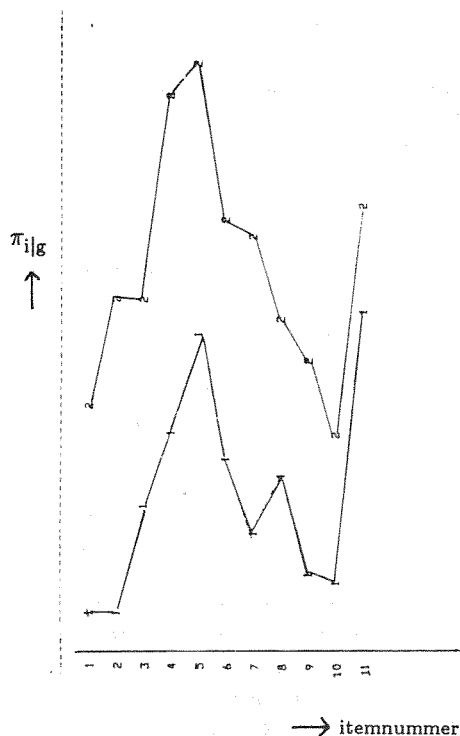


Fig. 7.3 Latente klasanalyse op 11 items voor leefwereldgerichte attitude (itemparameterprofielen voor 2 latente klassen, $\pi_g = .52$, resp. $.48$)

De correlatie tussen de twee schalen bedraagt $.35$ ($N = 487$; $p = .000$) in de totale groep. Deze middelmatige correlatie onderstreept dat het om attitudes ten opzichte van verschillende leeromgevingskenmerken gaat.

Tabel 7.4 Twee items uit de vragenlijst voor attitude t.o.v. leefwereldgericht natuurkunde-onderwijs (de leerling moet de voorkeur voor lessituatie a of b aangeven)

	item- restcorrelatie		
	Totaal	PLON	controlegroep
7 a) Een probleem uit het dagelijks leven is uitgangspunt voor de lessen.	.30	.31	.33
b) Een probleem uit de natuurkunde is het uitgangspunt voor de lessen.			
12 a) In de lessen worden praktische toepassingen van de natuurkunde behandeld.	.37	.42	.39
b) In de lessen worden theoretische wetten verklaard.			

Tabel 7.5 Twee items uit de vragenlijst voor de attitude t.o.v. participatiegericht natuurkunde-onderwijs (de leerling moet de voorkeur voor lessituatie a of b aangeven)

	item-restcorrelatie		
	Totaal	PLON	controlegroep
5 a) Alleen de leraar bepaalt welke onderzoeken of proeven er gedaan worden.	.35	.30	.35
b) De leerlingen mogen zelf ook uitzoeken welke onderzoeken of proeven er gedaan worden.			
10 a) De leraar doet demonstratieproeven.			
b) In de les doen de leerlingen zelf proeven.	.41	.44	.44

7.3.4 De vragenlijsten voor de affectieve beleving

Zoals vermeld in §7.2.2 hebben we een affectieve ingangsmeting verricht voorafgaande aan de serie mechanicalessen en een affectieve eindmeting na afloop van deze serie. Bij de constructie van deze schalen werd voortgebouwd op waardering- en leerzaamheidsschalen uit eerdere onderzoeken. Enerzijds zijn we voor de attitude ten opzichte van natuurkunde uitgegaan van de in hoofdstuk 5 besproken NAL-schalen, anderzijds van de in 1985 in het PLON gehanteerde themavragenlijst voor het meten van leerzaamheid en waardering van PLON-thema's. Geprobeerd is de vragenlijsten voor begin- en eindmeting maximaal op elkaar af te stemmen en de vragen zo curriculumonafhankelijk mogelijk te formuleren. De vier uiteindelijk gevormde schalen zijn weergegeven in de bijlagen 7.6 en 7.7. In tabel 7.6 geven we enkele items weer uit de schalen "waardering mechanica(lessen)" en "ervaren leerzaamheid mechanica", tezamen met de item-rest correlaties.

Tabel 7.6 Enkele items met hoge item-restcorrelatie uit de schalen waardering en ervaren leerzaamheid mechanica

	item-rest correlatie		
	totale groep	PLON	controle groep
<i>Waardering mechanicalessen</i>			
7. Ik vond de lessen saai.*	.68	.61	.71
11. In deze lessen ging de tijd snel voorbij.	.55	.49	.52
<i>Ervaren leerzaamheid mechanicalessen</i>			
12. Ik vond deze lessen leerzaam.	.51	.56	.42
3. Ik heb weinig van de proeven geleerd.*	.32	.36	.36
14. In deze lessen leerde je weinig dingen waar je echt wat aan hebt.*	.44	.50	.41

*Ten behoeve van de analyse is de schaal hier omgekeerd (1 wordt 5, 5 wordt 1 enz.)

De interne consistentiecoëfficiënten van de vier schalen zijn weergegeven in tabel 7.7. De schalen blijken in beide curriculumgroepen goed te voldoen. Op de samenhangen tussen deze schalen gaan we in §7.4.1 in.

Tabel 7.7 Interne consistentiecoëfficiënten affectieve belevingsschalen

	aantal items	coëfficiënt α		
		totale groep	PLON	controle groep
<i>Ingangskarakteristieken (N=520)</i>				
- ervaren leerzaamheid natuurkunde(lessen)	10	.77	.77	.79
- waardering natuurkunde(lessen)	9	.85	.82	.86
<i>Affectieve opbrengst mechanica (N=560)</i>				
- ervaren leerzaamheid mechanica(lessen)	9	.75	.77	.73
- waardering mechanica(lessen)	6	.85	.82	.83

7.3.5 Het leerverslag

Voorgeschiedenis van het instrument

In dit onderzoek hebben we de "fundamentele leerervaringen" van leerlingen gepeild. Hieronder verstaan we leerervaringen die de leerling zich herinnert en rapporteert als subjectief, voor de eigen ontwikkeling belangrijke inzichten waar hij/zij "iets", c.q. veel aan heeft gehad. (De Groot, 1986, 1974; Van der Kamp, 1980). De Groot stelt dat deze door de leerling zelf gerapporteerde leerervaringen op te vatten zijn als leereffecten en dat het ontlokken daarvan in aanvulling op toetsen een goede manier is om het "dekkings"probleem bij de meting van leereffecten te lijf te gaan. Van het leerverslag zijn diverse varianten in de literatuur vermeld zie o.a. Van Kesteren, 1989). Het hangt van het onderzoeksdoel af welke variant men kiest. Er kan bijvoorbeeld een onderscheid gemaakt worden tussen een open en een gesloten leerverslag. In een gesloten leerverslag legt men respondenten leerervaringen voor, waarvan zij moeten aangeven of ze deze hebben opgedaan. Zoals Van Kesteren (1989) vermeldt kan dit het verschijnsel bevorderen dat respondenten meer

rapporteren dan zij geleerd hebben¹¹. Om deze reden hebben we voor het meten van "leefwereldgeoriënteerde" leereffecten gekozen voor de open variant.

We gaan na in hoeverre de door de leerlingen gerapporteerde leerervaringen refereren aan relaties tussen natuurkunde en leefwereldsituaties (in het kader van onderzoeksvraag 4). Met deze gebruikswijze hebben we eerder ervaring opgedaan in een onderzoek bij PLON-leerlingen uit de 4^e en 5^e klas HAVO (Wierstra, Jacobs, Verheul en Wubbels, 1987, hoofdstuk 8). In dat onderzoek werd leerlingen aan het eind van het 4^e en 5^e leerjaar gevraagd de twee thema's te noemen die ze het meest leerzaam vonden en vervolgens voor ieder van beide thema's op te schrijven wat ze ervan geleerd hebben. Het bleek toen dat veel van de gerapporteerde leerervaringen refereren aan een verbinding tussen natuurkundige kennis en leefwereld(kennis). Voor PLON-leerlingen 5-HAVO vonden we van de 195 uitspraken er 123 die expliciet aan de leefwereld refereren (o.c., p. 190, tabel 8.3). Het codeerschema dat hiervoor gebruikt is bleek in staat om een betrouwbaar onderscheid te maken tussen de verschillende PLON-thema's wat betreft de mate van leefwereldgeoriënteerde leerervaringen. De mogelijkheid om betrouwbaar tussen leerlingen te differentiëren wat betreft de leefwereldgeoriënteerdheid van hun leerervaringen bleek echter nog niet optimaal. In het onderhavige onderzoek zijn daarom enkele modificaties in opzet, instrument en codeerschema aangebracht; zo is er voor gezorgd dat de leerervaringen van de lessenserie niet te lang na deze lessenserie worden afgevraagd en is in de instructie aan de leerlingen duidelijker aangegeven welke detaillering in de beantwoording van hen gevraagd wordt (zie voor deze beide elementen ook Van Kesteren, 1989). Het definitieve instrument is weergegeven in bijlage 7.8.

Het codeerschema

Van elke gerapporteerde leerervaring werd aangegeven in hoeverre deze aan leefwereldcontexten refereert (L-code) en aan verkeerscontexten (V-code). De coderingsschema's zijn weergegeven in de schema's 7.2 en 7.3.

De L-codes vormen een verdere detaillering van de codes die in de eerder genoemde versie van het leerverslag gebruikt werden (Wierstra, Jacobs, Verheul en Wubbels, 1987). Voorbeelden van deze codes worden gegeven in bijlage 7.9. De V-codes zijn nieuw en zijn opgenomen omdat de PLON-groep en de controlegroep mogelijk wel op deze codes verschillen als er geen verschil is in de L-codering.

11. De afzonderlijke items uit de leerzaamheidsschalen van de natuurkunde-attitudelijsten zijn op te vatten als gesloten leerervaringsuitspraken. Doordat de leerling deze uitspraken niet zelf spontaan gedaan heeft wordt de mate van instemming wellicht eerder door een algemeen leerzaamheidsgevoel gegeven. Dit zou het in hoofdstuk 5 (§5.4.2) beschreven verschijnsel kunnen verklaren dat de meer leefwereldgeoriënteerde en de meer disciplinegeoriënteerde leerervaringen nogal bleken samen te hangen.

- 1 = er worden - al dan niet globaal - fysische regels genoemd, zonder ze expliciet te betrekken op een leefwereldcontext (bijvoorbeeld: "kracht is oorzaak van een snelheidsverandering").
- 2 = een fysische regel wordt betrokken op een artificiële context (bijv. "ik heb geleerd dat een kwartje op een draaiende draaitafel een centripetale kracht ondervindt").
- 3 = er wordt verwezen naar een of meer leefwereldsituaties, waarbij al dan niet expliciet gerefereerd wordt aan fysische begrippen of regels (bijvoorbeeld: "dat de luchtweerstand op je fiets toeneemt, als je harder rijdt", of "je leert over de kreukzone van een auto").

Schema 7.2 L-codes per leerervaring

De twee codeerschema's en de precieze omschrijving van de codes zijn geleidelijk opgebouwd. Eerst werden 10 leerlingantwoorden door 2 codeurs onafhankelijk van elkaar gecodeerd. De resultaten werden vergeleken en bestudeerd. Op basis van deze discussie werd de omschrijving van de codes bijgesteld. Na twee maal herhalen van de procedure bleek de inter-codeurbetrouwbaarheid Kappa (Zegers, 1989) van L-, V-combinaties op uitspraken van 70 leerlingen, .81.

- 1 = geen expliciete verwijzing naar een reële verkeerssituatie (deze code wordt dus automatisch gegeven bij L₁ en L₂, maar kan ook bij L₃ voorkomen)
- 2 = zwak of niet eenduidig verband met reële verkeerssituatie
 Bijv.: er worden meerdere leefwereldsituaties gesuggereerd, waaronder verkeerssituaties.
 (deze code kan alleen bij L₃ voorkomen)
- 3 = sterk verband met reële verkeerssituatie
 Er wordt alleen een reële verkeerssituatie als context gesuggereerd (deze code kan alleen bij L₃ voorkomen).

Schema 7.3 V-codes per leerervaring

De vier items die in het leerverslag zijn onderscheiden (bewegingen, krachten, botsingen en restant) zijn niet geconstrueerd met de intentie om over aparte, duidelijk afgegrensde onderwerpen iets te weten te komen. Ze zijn veel meer bedoeld als stimuluswoorden die wellicht leerlingen er toe brengen om meer leerervaringen op te schrijven dan wanneer er alleen één globale vraag gesteld zou zijn. Uit opmerkingen van sommige leerlingen blijkt dat niet alleen wij maar ook de leerlingen zelf de items als verwant beschouwen. Omdat de leerlingen niet in herhalingen blijken te vervallen worden de meeste uitspraken bij de eerste twee items gegeven. We vonden de volgende aantallen uitspraken: bewegingen 502, krachten 501, botsingen 336, restant 180; in totaal dus 1519 uitspraken van 323 leerlingen.

Ten behoeve van onderzoeksvraag 4 hebben we iedere leerling een L- en een V-score toegekend, zijnde de gemiddelde L- en V-code over alle leerervaringen die hij heeft opgeschreven.

7.3.6 De tekstconstructie-test

Deze test wordt aan het begin en aan het eind van de lessenserie afgenomen. De test bestaat uit twee opdrachten, waarin de leerling geconfronteerd wordt met twee paren fysische concepten (centrale concepten uit de mechanica). Voor ieder paar concepten geldt dat er fysische relaties bestaan tussen de twee concepten. We hebben de leerling gevraagd een stukje te schrijven van een paar zinnen waarin beide begrippen in verband met elkaar worden gebruikt. Het eerste paar betrof de concepten "snelheid" en "versnelling", het tweede paar de concepten "kracht" en "versnelling". (Zie bijlage 7.10 voor de precieze instructie aan de leerling in de voortest). Nagegaan wordt nu in hoeverre de leerling de fysische begrippen en hun onderlinge relaties leefwereldgebonden rapporteert.

De uitspraken werden op twee manieren gecodeerd, via een A- en een B-code; de A-code geeft aan in hoeverre de uitspraak leefwereldgeoriënteerd is (zie schema 7.4). Voor de vraagstelling van het onderzoek werden de A₀-scores als "missing" beschouwd¹². De B-code geeft aan of de uitspraak wel/niet op verkeerssituaties betrekking heeft.

- 0 Uitspraken waarin de aangeboden termen niet in een fysische maar in een common sense betekenis worden gebruikt, bijvoorbeeld: "een auto die sneller rijdt heeft meer kracht" of: "je hebt veel kracht nodig om een rotsblok snel voort te duwen".
- 1 Uitspraken die alleen verwijzen naar fysische regels zonder dat deze betrokken worden op leefwereldcontexten, bijvoorbeeld: 'de kracht is evenredig met de versnelling'.
- 2 Uitspraken waarbij fysische regels aan een concreet object geïllustreerd worden. Het object dat genoemd wordt kan, zonder de betekenis van de tekst substantieel te veranderen, vervangen worden door 'voorwerp'. Bijvoorbeeld: de kracht die je uitoefent op een bal is evenredig aan de versnelling die de bal krijgt ("bal" kan vervangen worden door "voorwerp").
- 3 Uitspraken waarbij fysische regels betrokken worden op leefwereldverschijnselen en de objecten die genoemd worden niet zonder meer te vervangen zijn door 'voorwerp'. Bijvoorbeeld: bij een botsing zorgt de veiligheidsgordel er voor dat je lichaam een grotere remweg heeft; dit resulteert in een kleinere vertraging ("veiligheidsgordel" is niet zonder meer te vervangen door "voorwerp").

Schema 7.4 A-codes voor uitspraken uit de tekstconstructietest

12. Bedoeld wordt dat leerlingen die A₀ scoorden bij de analyses ten behoeve van onderzoeksvraag 4 buiten beschouwing gelaten worden (evenals de leerlingen die bij de vraag geen uitspraak opschreven).

Na een codeerprocedure analoog aan die bij de learner reports bleek de intercodeurbetrouwbaarheid Kappa van A,B-combinaties .78.

De A_0 uitspraken zijn volgens verwachting na de lessenserie veel minder talrijk dan vóór de lessenserie doordat er een afname plaats vindt van code A_0 ten gunste van code A_1 . De kruistabel van voor- en natest-respons is weergegeven in de tabellen 7.8 en 7.9.

Tabel 7.8 Kruistabel van aantal uitspraken met een bepaalde A-code in voor- en natest voor vraag 1 van de tekstconstructietest

		A-codes natestvraag 1				
		0	1	2	3	totaal
A-codes voortest vraag 1	0	22	48	13	21	104
	1	5	48	9	11	73
	2	-	20	6	8	34
	3	2	25	4	15	46
		29	141	32	55	257

Tabel 7.9 Kruistabel van aantal uitspraken met een bepaalde A-code in voor- en natest voor vraag 2 van de tekstconstructietest

		A-codes natestvraag 2				
		0	1	2	3	totaal
A-codes voortest vraag 2	0	21	57	14	12	104
	1	6	76	5	6	93
	2	1	20	4	5	30
	3	-	12	3	5	20
		28	165	26	28	247

Uit de eerste tabel blijkt dat bij vraag 1 in de natest van de 228 ondebeldzinnig fysische uitspraken (code 1, 2, 3) er 87 duidelijk leefwereldgeoriënteerd zijn (code 2, 3), d.i. 38%. Uit de tweede tabel blijkt dat bij vraag 2 in de natest van de 219 fysische uitspraken er 54 duidelijk leef-

wereldgeoriënteerd zijn, d.i. 25%. Al met al vinden we in de natest weinig leefwereldgeoriënteerde uitspraken¹³

De B-codes zijn voor controledoelinden opgenomen, om na te gaan of ze samenhangen met de V-codes uit het leerverslag. De correlatie tussen de gemiddelde V-score op het leerverslag en de gemiddelde B-score op de tekstconstructietest is .33 ($N=114$, $p=.002$). Dit betekent: hoe sterker de gerichtheid op verkeer in de ene test, hoe sterker ook deze gerichtheid in de andere test. Deze correlatie is hoog, zeker als men bedenkt dat de codering in beide instrumenten niet door dezelfde onderzoeker gedaan werd. Dit betekent dat beide instrumenten, zoals bedoeld in belangrijke mate gemeenschappelijke aspecten van de cognitieve structuur meten.

Niettemin kunnen ten aanzien van de validiteit van de tekstconstructie-tekst voor het meten van leefwereldgeoriënteerde leereffecten vraagtekens gezet worden. Uit de tabellen 7.8 en 7.9 blijkt dat in de voortest van de 504 uitspraken er slechts 208 de score A_0 krijgen. Voorafgaande aan de lessen mechanica zou dit aantal veel hoger moeten zijn. De overige codes eisen ons inziens namelijk alle een zekere mechaniekennis van de leerling, die verder gaat dan de mechanica-kennis in de onderbouw.

Ten behoeve van onderzoeksvraag 4 berekenden we per leerling de gemiddelde A-code voor de vragen uit de voortest en voor de vragen uit de natest.

7.3.7 De meerkeuze-toets

Behalve via het leerverslag en de tekstconstructietest hebben we de cognitieve effecten van het mechanica-onderwijs ook getracht te meten door middel van een meer traditionele meerkeuze-toets over centrale leerstofelementen die gemeenschappelijk zijn in het PLON-curriculum en de groep controlecurricula. Het gaat nu echter om de meer traditioneel-fysische leereffecten. De toets bestaat uit 10 vierkeuze-items en 9 items die varianten zijn van het "waar - niet waar" type (zie bijlage 7.11)¹⁴.

De coëfficiënt α betrouwbaarheid (KR-20) bedroeg .53 hetgeen voor dit aantal items en dit aantal antwoordalternatieven niet extreem laag is en toereikend voor het onderzoeksdoel.

13. In het eerder genoemde onderzoek bij electromagnetisme is het resultaat nog spreken-der. De leerlingen blijken daar na het thema in de tekstconstructietest nauwelijks te refereren aan leefwereldsituaties (Wierstra en Wubbels, 1989, p.48).

14. Laatstgenoemde items hadden weliswaar vijf antwoordmogelijkheden, maar die hadden slechts betrekking op de mate waarin men zeker was van het antwoord. Deze antwoorden werden dichotoom gescoord. Voorbeeld: item 12 in bijlage 7.11 leverde een score 1 op voor de laatste twee antwoorden en een score 0 voor de overige antwoorden.

7.4 RESULTATEN MET BETREKKING TOT DE ONDERZOEKS-VRAGEN

7.4.1 Onderzoeksvraag 1

De eerste onderzoeksvraag luidt: hangen de ervaren leerzaamheid en waardering van de mechanicalessen samen met de affectieve beleving voorafgaande aan de lessen en met de taakinzet van de leerlingen?

We berekenen allereerst de correlaties tussen de diverse affectieve variabelen, die voor- en na de lessenserie gemeten zijn (zie tabel 7.10 en 7.11).

Tabel 7.10 Correlaties tussen de affectieve belevingen in de totale groep

	waardering natuurkunde	leerzaamheid mechanica	waardering mechanica
leerzaamheid natuurkunde	.55	.45	.31
waardering natuurkunde	.	.32	.48
leerzaamheid mechanica		.	.44

Het blijkt dat de correlaties van dezelfde orde van grootte zijn in de twee curriculumgroepen. De correlaties tussen de schalen voor leswaardering en leerzaamheid (voor natuurkunde in het algemeen, respectievelijk voor mechanica) laten zien dat er overlap is tussen deze aspecten, zoals in het procesmodel verondersteld is. Ook vinden we hoge correlaties tussen de overeenkomstige schalen van ingangs- en eindmeting. Dit is in overeenstemming met de in hoofdstuk 3 genoemde theorieën en empirische bevindingen uit de literatuur (onder andere Heckhausen, 1980; Bloom, 1976) dat affectieve betrokkenheid bij onderwijs (of het ontbreken daarvan) de neiging heeft zich zelf te bevestigen. Hiermee wordt bedoeld dat de affectieve beleving van nieuwe leertaken (in dit geval de mechanica-leertaken) in belangrijke mate bepaald worden door de affectieve beleving van het er aan voorafgaande natuurkunde-onderwijs.

Tabel 7.11 Correlaties tussen de affectieve belevingen in de controle-groep (bovendriehoek) en PLON-groep (onderdriehoek)

	leerzaamheid natuurkunde	waardering natuurkunde	leerzaamheid mechanica	waardering mechanica
leerzaamheid natuurkunde	.	.60	.39	.39
waardering natuurkunde	.47	.	.31	.53
leerzaamheid mechanica	.49	.23	.	.46
waardering mechanica	.21	.51	.36	.

In het procesmodel wordt tevens een handelingscomponent aan de affectieve beleving toegekend door de veronderstelling dat een positieve beleving leidt tot een grote taakinzet. Op basis van dit model kan voorspeld worden dat de vier belevingschalen correleren met de taakinzet van de leerling (zoals beoordeeld door de leraar). In dit onderzoek hebben we deze voorspelling getoetst.

Van de 25 leraren die de leraarsvragenlijst invulden hebben 14 leraren aan ons verzoek voldaan om hun leerlingen in te delen naar taakinzet (op een 5-puntsschaal, zie bijlage 7.12). De reden dat deze vraag door nogal wat leraren werd overgeslagen is vermoedelijk dat ze het een moeilijke vraag vonden (wat sommigen ook nadrukkelijk zeiden) en wellicht ook dat ze het niet geheel gepast vonden deze informatie aan onderzoekers door te spelen.

We berekenden voor iedere klas de multipele correlatie tussen de door de leraar beoordeelde taakinzet van een leerling en de score van de leerling op de schalen voor leerzaamheid en waardering van mechanica. De mediane correlatie bedraagt .46 en de over alle klassen gemiddelde correlatie .44. Deze correlaties mogen we als hoog beoordelen, mede omdat het beoordelingsinstrument slechts een beperkte categorisering van leerlingen toeliet (vanwege een door ons aan de leraar opgelegde normaalverdeling werd de 5-puntsschaal bijna tot een 3-puntsschaal terug gebracht, zie bijlage 7.12) en omdat het om een indirecte meting ging (perceptie van de leerkracht). We concluderen derhalve dat naarmate leerlingen op de belevingsvragenlijsten hoger scoren ze een grotere inzet in de les demonstreren, zoals voorspeld door het procesmodel. Samenvattend, kunnen we met betrekking tot onderzoeksvraag 1 stellen dat de in het procesmodel gehypothetiseerde relaties tussen de affectieve variabelen onderling in dit onderzoek bevestigd worden.

7.4.2 Onderzoeksvraag 2

De tweede onderzoeksvraag luidt: In hoeverre ervaren leerlingen die onderwijs gehad hebben met het PLON-thema Verkeer de mechanicalessen als leefwereld- en participatiegericht.

Om dit na te gaan vergelijken we de scores van de PLON-groep met de Middelink- en Scoop-groep. Uit tabel 7.12 blijkt dat laatstgenoemde groepen nogal verschillen op beide variabelen. Daarom voegen we deze groepen in de analyse niet op voorhand samen.

Tabel 7.12 Gemiddelden en standaarddeviaties van de leerlingsscores voor de curricula op leefwereld- en participatiegerichtheid (score is bepaald door te middelen over de items; hogere score betekent meer leefwereldgericht, resp. meer participatiegericht)

curriculum	N	leefwereldgerichtheid		participatiegerichtheid	
		m	s	m	s
PLON	209	2.74	.58	2.45	.60
Middelink	269	2.60	.53	1.98	.35
Scoop	86	2.46	.48	2.21	.41
tezamen	564	2.63	.55	2.18	.52

De verschillen tussen de groepen blijken significant (tabel 7.13). Uit deze tabel is af te leiden dat voor leefwereldgerichtheid $\eta^2_{\text{curr}} = .03$ en voor participatiegerichtheid $\eta^2_{\text{curr}} = .18$. De grote verschillen tussen de curricula in participatiegerichtheid (welke in overeenstemming zijn met onze verwachting, vooraf, zie slot §7.2.1) worden zelfs bevestigd als we een variantie-analyse op klasniveau uitvoeren (zie Wierstra en Wubbels, 1989, p. 29-30) ondanks de geringe power die deze analyse heeft.

Tabel 7.13 Variantieanalyse van de verschillen tussen de drie curricula op leefwereld- en participatiegerichtheid

Variantiebron	df	Participatiegerichtheid				Leefwereldgerichtheid			
		SS	MS	F	p	SS	MS	F	p
• curriculum	2	26.33	13.16	60.07	.0000	5.27	2.64	8.98	.0000
• binnen curriculum	561	122.92	.22			164.77	.29		
Totaal	563	149.25				170.04			

Om te toetsen in hoeverre de PLON-groep significant verschilt van de niet-PLON-groep gebruiken we als errorterm de 'leerling binnen curriculum MS' uit tabel 7.13. We toetsen daartoe het zogenaamde contrast PLON, Middelink, Scoop met coëfficiënten 1, $-\frac{1}{2}$, $-\frac{1}{2}$ (zie bijvoorbeeld Hays 1976, p. 584 e.v.). De t-waarde die bij dit contrast hoort, volgt een Student-verdeling met 561 vrijheidsgraden. Voor leefwereldgerichtheid vinden we $t = 4.02$ en voor participatiegerichtheid $t = 8.07$. Voor beide t-waarden is de tweezijdige overschrijdingskans $p = .000$. Ook een rechtstreekse normale t-toets van het verschil PLON - niet-PLON gaf een significant verschil te zien ten gunste van de PLON-groep.

Het blijkt dus dat PLON-leerlingen de lessen als meer leefwereldgericht en participatiegericht ervaren dan andere leerlingen. Bij participatiege-

richtheid gaat het om een tamelijk sterk effect, bij leefwereldgerichtheid om een tamelijk klein effect.

7.4.3 Onderzoeksvraag 3

De derde onderzoeksvraag luidt: In hoeverre waarderen leerlingen die onderwijs gehad hebben met het PLON-thema "Verkeer" de mechanicalessen en ervaren ze deze lessen als leerzaam en in hoeverre hebben deze leswaardering en leerzaamheidservaringen te maken met de leefwereld- en participatiegerichtheid van de mechanicalessen?

We gaan eerst na in hoeverre de PLON-leerlingen de lessen meer waarderen en als leerzamer ervaren dan niet-PLON-leerlingen. Evenals bij onderzoeksvraag 2 voeren we opnieuw een vergelijkende analyse uit op de drie curriculumgroepen. We nemen daarbij ook drie controlevariabelen in het model op, te weten de factor *sexe* en twee covariaten: de ervaren leerzaamheid en waardering van de natuurkunde, voorafgaande aan de mechanicalessen. De factor *sexe* nemen we in het design op omdat er verschillen tussen jongens en meisjes op de afhankelijke variabelen verwacht mogen worden (zie ook hoofdstuk 5) en omdat de jongens/meisjes verhouding in de PLON-steekproef kleiner is dan in de andere steekproeven (zie §7.2.1). De beide covariaten nemen we in het design op vanwege de sterke correlatie in alle groepen met de afhankelijke variabelen (zie §7.3.4) en omdat de drie curriculumgroepen hier op verschillen (zie bijlage 7.13).

Aldus voeren we een factoriële covariantie-analyse (uit in plaats van een éénwegvariantieanalyse) om de errorterm te reduceren en om een betere schatting van het curriculumeffect te krijgen (Winer, 1972; Reichardt, 1979). Omdat het factoriële design niet-orthogonaal is (doordat de jongens/meisjes verhouding in de drie steekproeven niet exact hetzelfde is, is er een statistisch verband tussen de factoren *sexe* en *curriculum*) zullen we de mean squares sequentieel bepalen. In regressietermen geformuleerd, betekent dit dat we een hiërarchische regressie voor de criteriumvariabelen uitvoeren op achtereenvolgens *sexe*, *curriculum* en de twee productvectoren, die de interactie van *sexe* en *curriculum* representeren.

Aan de covariantie-analyses voor leerzaamheid en leswaardering lieten we een multivariate covariantieanalyse voorafgaan, omdat de beide criteriumvariabelen verwant en sterk gecorreleerd zijn. We vinden een significant, maar klein curriculumeffect ($A = .97$; $p = .007$).

De resultaten van de univariate covariantie-analyses zijn weergegeven in de tabellen 7.14 en 7.15.

Uit deze tabellen blijkt dat de criteriumvariantie op rekening van de factor *curriculum* niet erg groot is. De meeste variantie komt op rekening van de covariaten (in tabel 7.14 komt 18% voor rekening van de covariaten en 2% van *curriculum*; in tabel 7.15; 21% voor rekening van covariaten en 1% van *curriculum*).

Tabel 7.14 Resultaten factoriële covariantie-analyse bij vergelijking van de drie curricula op ervaren leerzaamheid

Variantiebron	df	SS	MS	F	p
binnen cellen	422	73.26	.17		
covariaten	2	17.33	8.66	49.90	.000
sexe x curriculum	2	1.16	.58	3.33	.037
curriculum	2	1.76	.88	5.07	.007
sexe	1	.39	.39	2.22	.137
Totaal	429	93.90			

Zoals uit bijlage 7.13 blijkt scoort de PLON-groep over het geheel genomen wat lager dan de andere groepen. Een gewone t-toets op het verschil tussen PLON-groep en controle-groep¹⁵ ondersteunt dit resultaat. Op de leerzaamheid voorafgaande aan de mechanicalessen was er geen significant verschil ($p = .261$), op de leerzaamheid na de lessen wel ten gunste van de controlegroep ($p = .002$).

Tabel 7.15 Resultaten factoriële covariantie-analyse bij vergelijking van de drie curricula op leswaardering

Variantiebron	df	SS	MS	F	p
binnen cellen	422	147.76	.35		
covariaten	2	40.45	20.22	57.76	.000
sexe x curriculum	2	.97	.48	1.38	.253
curriculum	2	2.33	1.16	3.31	.037
sexe	1	.87	.87	2.47	.116
Totaal	429	192.38			

Correlaties tussen leeromgevingsvariabelen en affectieve opbrengsten

We vonden hierboven dat de PLON-groep de lessen mechanica niet meer waardeert en leorzamer vindt dan de controlegroep; eerder is het omgekeerde het geval. Toch is het mogelijk dat de grotere leefwereld- en participatiegerichtheid in de PLON-groep (zie §7.3.2.) als zodanig wel meer affectieve opbrengsten oplevert (zoals we ook in hoofdstuk 5 vonden), maar dat er andere factoren in het PLON-curriculum dit effect tegenwerken (bijvoorbeeld dat de leerlingen te weinig feedback krijgen bij de leertaken). We gaan na of er in de totale groep en de twee curriculum-groepen correlaties zijn tussen leefwereldgerichtheid, respectievelijk participatiegerichtheid aan de ene kant en leswaardering, respectievelijk leerzaamheid aan de andere kant (zie tabel 7.16).

15. Hierbij zijn jongens en meisjes samen genomen (het verschil tussen deze groepen is zoals uit tabel 7.14 en 7.15 blijkt, niet significant).

Tabel 7.16 Correlaties met leerling als analyse-eenheid tussen leefwereld-c.q. participatiegerichtheid en affectieve opbrengsten. Tussen haakjes is de tweezijdige overschrijdingskans weergegeven van de significante correlaties.

	totale groep	PLON	Controlegroep
Correlatie tussen			
Leefw. gericht-leerz.	.35 (.000)	.44 (.001)	.31 (.001)
Leefw.ger.-waard	.15 (.000)	.24 (.001)	.08
Part.ger.-leerz	.17 (.001)	.25 (.001)	.12
Part.ger.-waard	.20 (.000)	.20 (.01)	.26 (.001)

Uit tabel 7.16 blijkt dat er ongeacht de curriculumgroep een aanzienlijke correlatie gevonden wordt tussen leefwereldgerichtheid en ervaren leerzaamheid. Het lijkt erop dat leefwereldgerichtheid meer invloed heeft op de ervaren leerzaamheid dan op de leswaardering en dat deze invloed sterker is dan van de participatiegerichtheid. Dit beeld wordt bevestigd als we de correlatie tussen leefwereldgerichtheid en leerzaamheid berekenen met uitpartialiseren van participatiegerichtheid. In de totale groep blijkt de partiële correlatie .32, in de controlegroep .33 en in de PLON-groep .37. De correlaties veranderen nauwelijks door het uitpartialiseren van participatiegerichtheid. Daarentegen geldt dat als we leefwereldgerichtheid uitpartialiseren uit de correlatie tussen participatiegerichtheid en leerzaamheid de correlatie in de totale groep zakt naar .04.

Veel minder is de invloed van leefwereldgerichtheid op de leswaardering; de correlatie tussen leefwereldgerichtheid en leswaardering is laag in de diverse groepen en bij uitpartialiseren van participatiegerichtheid bedraagt deze .07 in de totale groep en in de controle-groep .004. In de PLON-groep evenwel bedraagt deze partiële correlatie .16.

Samenvattend kunnen we met betrekking tot de tot nu toe verrichte correlatieve analyses het volgende concluderen. Leefwereldgerichtheid en participatiegerichtheid hebben invloed op de affectieve opbrengsten, waarbij leefwereldgerichtheid vooral een positieve invloed op de ervaren leerzaamheid heeft en participatiegerichtheid vooral op de leswaardering¹⁶.

16. In analyses, gerapporteerd door Wierstra en Wubbels (1989), p. 40, 41 bleken de hier genoemde positieve verbanden betrekkelijk onafhankelijk van de attitude van de leerling t.o.v. leefwereld- en participatiegericht natuurkunde-onderwijs.

Causale relaties

In bovenstaande conclusie spreken we over de *invloed* van leefwereldgerichtheid en participatiegerichtheid op de affectieve opbrengsten. Dit betekent dat we de gevonden correlaties interpreteren als causale relaties in de zin dat bijvoorbeeld een grotere leefwereldgerichtheid leidt tot een grotere leerzaamheid. Een alternatieve verklaring zou echter zijn: leerlingen die natuurkunde leerzaam vinden, ervaren verbanden tussen natuurkunde en leefwereld, omdat zij sensitief zijn voor deze verbanden (een causale relatie die precies tegenovergesteld is aan de redenering hierboven). In dat geval zou de correlatie tussen ervaren leerzaamheid van natuurkunde aan het begin van de mechanicalessen en de ervaren leefwereldgerichtheid van de mechanicalessen relatief hoog moeten zijn. De correlatie tussen de door een leerling ervaren leefwereldgerichtheid en het gemiddelde oordeel van zijn klas zou daarentegen relatief *laag* moeten zijn. Eerstgenoemde correlatie blijkt echter relatief laag (.18) in vergelijking met de laatstgenoemde correlatie die nogal hoog is (.42). De perceptie van de leefwereldgerichtheid van de natuurkundelessen wordt dus zeker ook door een klassekenmerk bepaald.

De alternatieve verklaring die de leeromgevingsperceptie interpreteert in termen van leerlingkarakteristieken moet derhalve verworpen worden (zoals we in meer algemene termen al deden in §7.3.2).

Samenvatting met betrekking tot onderzoeksvraag 3

Hoewel we in de PLON-groep een grotere mate van leefwereldgericht mechanica-onderwijs aantreffen dan in de controlegroep en in beide groepen een samenhang tussen leefwereldgerichtheid en leerzaamheid aantreffen (die relatief onafhankelijk is van leerlingvoorkeuren), ervaart de PLON-groep de mechanicalessen niet als leerzamer dan de controlegroep. Aangenomen wordt dat andere factoren in het PLON-curriculum dit effect tegenwerken. Ook waardeert de PLON-groep de mechanicalessen niet meer dan de controlegroep.

7.4.4 Onderzoeksvraag 4

De vierde onderzoeksvraag luidt: In hoeverre worden met het PLON-thema Verkeer conventioneel-fysische leereffecten bereikt die niet achter blijven bij effecten van reguliere mechanica-curricula en in hoeverre worden er "leefwereldgeoriënteerde" leereffecten bereikt?

Om deze vraag te beantwoorden, vergelijken we de curricula op toetscores, leerverslagcores en tekstconstructietestscores.

Resultaten voor het leerverslag

In tabel 7.17 hebben we de resultaten weergegeven voor de drie curricula tezamen, uitgesplitst naar de in §7.3.5 onderscheiden L- en V-codes.

Uit de tabel blijkt dat expliciete referentie aan leefwereldcontexten in de uitspraken (wat niet helemaal hetzelfde is als in het denken van de leerling) sterk in de minderheid is en in de controlegroep nauwelijks

voorkomt. Voor zover dat wel voorkomt, wordt er vooral aan verkeerscontexten gerefereerd.

Tabel 7.17 Leerervaringsuitspraken van 323 leerlingen, ingedeeld naar L- en V-code. In iedere cel wordt eerst het totaal aantal uitspraken gegeven, vervolgens van leerlingen uit de controlegroep en daaronder van PLON-leerlingen

	geen referentie aan verkeer (V ₁)	zwakke referentie aan verkeer (V ₂)	sterke referentie aan verkeer (V ₃)	totaal
- geen referentie aan leefwereldcontext (L ₁)	<u>1242</u> 927 315			<u>1242</u> 927 315
- referentie aan artifi- ciële context (L ₂)	<u>47</u> 40 7	<u>66</u> 23 43		<u>113</u> 63 50
- referentie aan leef- wereldsituatie (L ₃)	<u>20</u> 17 3	<u>23</u> 7 16	<u>121</u> 19 102	<u>164</u> 43 121
totaal	<u>1309</u> 984 325	<u>89</u> 30 59	<u>121</u> 19 102	<u>1519</u> 1033 486

We toetsen in hoeverre PLON-leerlingen significant meer leefwereldgeoriënteerde leerervaringen rapporteren dan de overige leerlingen. Daartoe berekenden we voor iedere leerling de gemiddelde L-score over alle leerervaringen die hij heeft opgeschreven. Ook berekenden we de gemiddelde V-score. We vonden significante verschillen tussen de curricula in de L- en de V-scores (zie tabel 7.18 en 7.19). Het percentage variantie dat voor rekening van het verschil PLON - niet-PLON komt, bedraagt 28% voor de L-scores en 35% voor de V-scores.

Tabel 7.18 De L- en V-scores in de diverse curriculumgroepen

	N	L-score	V-score
Middelink	156	1.17	1.09
Scoop	49	1.18	1.08
PLON	118	1.83	1.59
Totaal	323	1.41	1.27

Tabel 7.19 Variantieanalyse voor verschillen tussen de curricula PLON, Middellink en Scoop in gemiddelde L- en V-score

variantiebron	L-score					V-score			
	df	SS	MS	F	p	SS	MS	F	p
Tussen curricula SS	2	32.24	16.12	61.44	.0000	18.86	9.43	85.84	.0000
Binnen curricula SS	320	83.95	.26			35.15	.11		
Totaal	322	116.19				54.01			

Een tweezijdige t-toets voor toetsing van het verschil tussen PLON- en niet-PLON op de L-scores leverde op $t = 11.49$; $df = 340$, $p = .001$. De significantietoetsen bevestigen dus het beeld van tabel 7.17 en 7.18 dat door de PLON-groep meer leefwereldgeoriënteerde leerervaringen gerapporteerd worden dan door de twee andere curriculumgroepen. Uitgedrukt in een punt-biseriële correlatie blijkt de dichotome curriculumvariabele "wel/niet-PLON" .50 met de L-score te correleren en .57 met de V-score. Ook een non-parametrische Wilcoxon toets leverde een significant verschil op.

Resultaten voor de tekstconstructietest

Per leerling berekenden we de gemiddelde A-score (zie §7.3.6) over alle uitspraken die hij in de natest heeft opgeschreven, met uitzondering van de A₀-uitspraken. In de PLON-groep leverde dit een gemiddelde score op van 1.60 (N=83) en in de niet-PLON-groep 1.53 (N=199). Dit verschil bleek niet significant ($p=.48$). Ook voor de verschillscores (verschil tussen natest en voortest in A-score) werd geen significant verschil gevonden ($p=.62$).

Resultaten voor de meerkeuze-toets

De resultaten voor de drie curriculumgroepen zijn weergegeven in tabel 7.20. We toetsen de verschillen tussen de groepen op significantie door middel van een tweeweg variantie-analyse, waarin naast de factor "curriculum" ook de factor "sexe" in het design is opgenomen.

Tabel 7.20 Gemiddelden en standaarddeviaties van de drie curriculum-groepen voor de meerkeuze-toets

	m	s
PLON (N = 111)	10.17	.17
Middellink (N = 256)	10.36	.17
Scoop (N = 73)	10.93	.21

De resultaten van de variantie-analyse zijn weergegeven in tabel 7.21. Bij een significantieniveau $\alpha=.10$ (zie §4.6) zijn de verschillen tussen de curricula niet significant.

Tabel 7.21 Variantie-analyse betreffende de toetscores in de drie curriculumgroepen

Variantiebron	df	SS	MS	F	p
sexe	1	3.90	3.90	6.40	.012
curriculum	2	1.35	.68	1.12	.329
sexe x curriculum	2	.30	.15	.25	.773
residu	434	263.09	.61		
Totaal	439	268.64			

7.5 SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In deze paragraaf vatten we de resultaten van het onderzoek naar mechanicalessen in 4-HAVO samen. We merken daarbij vooraf op dat, gegeven de niet zo grote aantallen klassen, enige reserve bij de generalisatie op zijn plaats is.

Onderzoeksvraag 1

Hangen de ervaren leerzaamheid en waardering van de mechanicalessen samen met de affectieve beleving voorafgaande aan de lessen en met de taakinzet van de leerlingen?

Een belangrijke reden om in de PLON-evaluatie aandacht aan affectieve opbrengsten te besteden is de veronderstelling in het procesmodel dat affectieve en motivationele processen in de loop van de cursus zichzelf bestendigen en dat deze processen van belang zijn voor de taakinzet die leerlingen in de lessen demonstreren. In overeenstemming met deze veronderstelling vonden we dat de ervaren leerzaamheid en de waardering van de mechanicalessen samenhangen met de leerzaamheid van natuurkunde voorafgaande aan de mechanicalessen en met de taakinzet van leerlingen, zoals waargenomen door de leraar.

Onderzoeksvraag 2

In hoeverre ervaren leerlingen die onderwijs gehad hebben met het PLON-thema Verkeer de mechanica-lessen als leefwereld- en participatiegericht?

Het blijkt dat PLON-leerlingen de lessen als beduidend meer participatiegericht en enigszins meer leefwereldgericht ervaren dan de controlegroep.

Onderzoeksvraag 3

In hoeverre waarderen PLON-leerlingen de mechanicalessen en ervaren ze deze lessen als leerzaam en in hoeverre hebben deze leswaardering en leerzaamheidservaringen te maken met de leefwereld- en participatiegerichtheid van de mechanicalessen?

In zowel de PLON-groep als de controlegroep gaat een grotere leefwereldgerichtheid en een grotere participatiegerichtheid samen met een grotere leerzaamheid, respectievelijk leswaardering. We vonden aanwijzingen dat binnen iedere curriculumgroep deze verbanden causaal geïnterpreteerd kunnen worden. Ogenscheinlijk in strijd met het voorgaande vinden we dat PLON-leerlingen de mechanicalessen wel als meer participatie- en leefwereldgericht ervaren, maar dat ze deze lessen niet leerzamer vinden en meer waarderen dan de leerlingen uit de controlegroep. Een soortgelijk resultaat werd in deelonderzoek IV (hoofdstuk 5) gevonden. Wellicht is een verklaring dat andere karakteristieken van het PLON-curriculum de positieve effecten neutraliseren. Zo'n kenmerk zou bijvoorbeeld de feedback kunnen zijn die de leerling krijgt tijdens het onderwijs. Uit tal van onderzoek blijkt dit een belangrijke variabele, die niet alleen van invloed is op de kennisverwerving, maar ook op de ervaren leerzaamheid. Het is bekend dat in de meer open lessituaties, waar veel PLON-leraren voor opteren, nogal weinig feedback aan leerlingen gegeven wordt.

Onderzoeksvraag 4

In hoeverre worden met het PLON-thema "Verkeer" conventioneel-fysische leereffecten bereikt die niet achterblijven bij effecten van reguliere mechanica-curricula en in hoeverre worden er "leefwereldgeoriënteerde" leereffecten bereikt?

In de conventionele mechanica-leerresultaten werd geen verschil tussen PLON- en controlegroep gevonden. De verbinding tussen natuurkundekennis en leefwereldkennis werd in het onderzoek op twee manieren geëxploreerd: via een tekstconstructietest, waarin nagegaan wordt in hoeverre de leerling bij fysische begrippen en regels ook spontaan aan leefwereldfenomenen denkt en een leerverslag, waarin leerlingen gevraagd werd wat ze hadden geleerd van de lessen.

Verschillen tussen PLON- en controlegroep werden uitsluitend gevonden voor het leerverslag (ten gunste van de PLON-groep). Er werden door PLON-leerlingen meer leerervaringen gerapporteerd die aan de leefwereld refereerden. Omdat we geen verschillen tussen PLON- en controlegroep vonden op de tekstconstructietest en daar weinig referentie aan leefwereldfenomenen optrad, lijkt ons nader onderzoek naar goede indicatoren van leefwereldgeoriënteerde leereffecten nodig. Ook voor andere vakken dan natuurkunde, bijvoorbeeld wiskunde, blijkt overigens dat onderzoekers problemen hebben om dit soort effecten bevredigend te meten en te operationaliseren (Meyer et al., 1986; De Lange, 1987).

8. CONCLUSIE EN PERSPECTIEF

8.1 INLEIDING

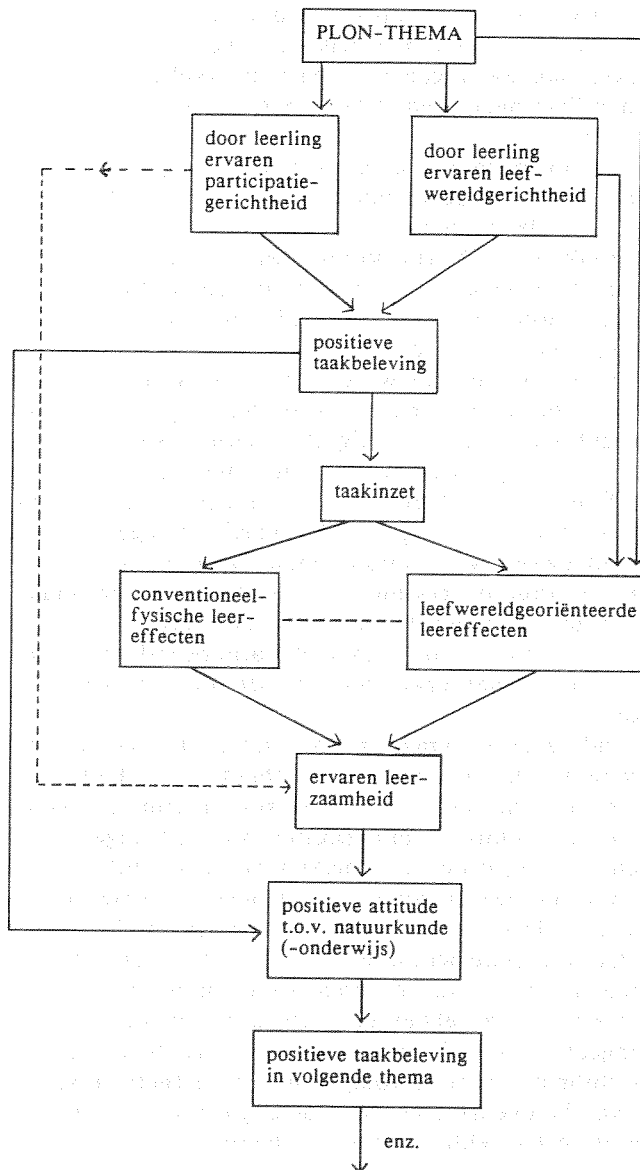
In dit laatste hoofdstuk kijken we terug op de resultaten die het onderzoek heeft opgeleverd. We bespreken mogelijke consequenties voor de onderwijspraktijk en geven aanbevelingen voor de ontwikkeling van leerlingmateriaal en lerarenhandleidingen. Tenslotte komen mogelijkheden voor vervolgonderzoek aan de orde.

We hebben een serie samenhangende evaluatie-onderzoekingen beschreven die zijn uitgevoerd aan de experimentele, nog niet voor landelijk gebruik bedoelde versie van de curricula voor MAVO en HAVO van het Project Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde (PLON)¹. In het PLON-materiaal is getracht nadruk te leggen op leefwereld- en participatiegericht onderwijs. We noemen natuurkunde-onderwijs leefwereldgericht in de mate waarin tijdens dit onderwijs voor de leerlingen de behandelde fysische kennis expliciet in verband gebracht wordt met de alledaagse werkelijkheid en met de buitenschoolse ervaringen van de leerlingen. Ook voor andere schoolvakken tracht men tegenwoordig de relatie tussen het vak en de leefwereld in het onderwijs meer aan bod te laten komen. Op de verwantschap tussen leefwereldgerichtheid in die vakken en in het vak natuurkunde zullen we kort ingaan in §8.4. Met participatiegerichtheid wordt bedoeld het benadrukken van werkvormen, waarin de leerling relatief zelfstandig, niet voortdurend gestuurd en begeleid door de leraar, een leertaak uitvoert, waarbij er mogelijkheden voor hem zijn voor eigen inbreng. De leerling is zelf actief in de klas met natuurkunde bezig en niet receptief een ontvanger van natuurkundekennis die door de leraar of het boek wordt overgedragen.

Centraal staat in het onderzoek de vraag in hoeverre de PLON-curricula en met name de leefwereld- en participatiegerichtheid ervan leiden tot onderwijs dat door leerlingen als betekenisvol wordt ervaren en welke gevolgen dit heeft voor de cognitieve opbrengsten van leerlingen. Met betrekking tot de cognitieve opbrengsten maken we een onderscheid tussen conventioneel-fysische leereffecten en leefwereldgeoriënteerde leereffecten. Dit laatste type leereffecten verwijst naar specifieke effecten van een leefwereldgerichte onderwijssituatie. Het gaat om de vraag of een eventuele leefwereldgerichtheid van de onderwijssituatie ook aan het type opbrengsten af te lezen is. We hebben een theoretisch model ontwikkeld dat de relaties aangeeft tussen de leeromgevingsvariabelen (leefwereld- en participatiegerichtheid van de leeromgeving), de affectieve variabelen (aspectvariabelen van betekenisvolheid) en de cognitieve opbrengsten (conventioneel-fysische en leefwereldgeoriënteerde leereffecten).

1. Inmiddels zijn er wel delen voor landelijk gebruik ontwikkeld (zie p. 1, voetnoot 1).

Dit model, dat we het procesmodel genoemd hebben, is uiteengezet in §3.4. Het procesmodel is schematisch weergegeven in schema 8.1. De pijlen in de figuur geven positieve causale verbanden weer. De gestippelde lijnen worden als minder relevant gezien in vergelijking met de overige lijnen.



Schema 8.1 Samenvatting van het procesmodel

Op basis van dit model hebben we de centrale probleemstelling gespecificeerd in de volgende onderzoeksvragen:

- A. In hoeverre ervaren leerlingen die onderwijs gehad hebben met het PLON-curriculum de natuurkundelessen als leefwereld- en participatiegericht?
- B. In hoeverre ervaren zij de natuurkundelessen als betekenisvol en in hoeverre heeft dat te maken met de leefwereld- en participatiegerichtheid van de natuurkundelessen?
- C. In hoeverre worden met het PLON-curriculum conventioneel-fysische leereffecten bereikt die niet achterblijven bij reguliere curricula?
- D. In hoeverre worden er met het PLON-curriculum "leefwereldgeoriënteerde" leereffecten bereikt?

Het onderzoek naar deze vragen is grotendeels uitgevoerd tijdens het PLON-project. De onderzoeksstrategie was daarbij gebonden aan een aantal randvoorwaarden die door de praktijksetting en de ontwikkelingsstrategie van het PLON bepaald zijn. Doordat het in dit project om groot-schalige curriculumontwikkelingsactiviteiten gaat waarbij aan meerdere curricula (tegelijk) wordt gewerkt, is in het onderzoeksplan gekozen voor een meerjarenprogramma van op elkaar voortbouwende deelonderzoeken, waarin de curriculumentiteiten en de leerjaren die onderzocht worden, variëren. Gegeven de ontwikkelingsstrategie van het PLON (onder andere gekenmerkt door het ontwikkelen van meerdere curricula tegelijk en door curriculumontwikkeling via "progressieve verscherping", zie de beschrijving van Van der Valk, 1986b en Van Aalst en Wierstra, 1979) menen we terugkijkend dat deze onderzoeksstrategie succesvol is verlopen. De resultaten van de verschillende op elkaar volgende deelonderzoeken maken duidelijk dat voorbarige conclusies getrokken zouden zijn als met een enkel onderzoek volstaan was.

In alle deelonderzoeken gaat het om quasi-experimentele onderzoeksdesigns (Cook en Campbell, 1979) waarin het PLON-curriculum op de criteriumvariabelen (genoemd in de onderzoeksvragen) vergeleken wordt met controlecurricula. Enige voorzichtigheid betreffende de resultaten is bij quasi-experimentele designs altijd op zijn plaats. Een extra complicatie in de onderhavige onderzoeken is dat veel ideeën van het PLON ten tijde van het onderzoek reeds hun weg gevonden hebben in andere curricula of in de onderwijspraktijk van leraren die andere curricula gebruiken. Zoals we in hoofdstuk 1 memoreerden mogen leefwereldcontexten zich bijvoorbeeld, mede als gevolg van de verspreidingsactiviteiten in het project, thans in een grotere belangstelling van het natuurkundeveld en -beleids-makers verheugen dan toen het PLON startte. Verder bestaan er enkele algemene problemen bij quasi-experimentele designs. Deze in onderwijskundig (veld)onderzoek gangbare designs worden door Cook en Campbell ook wel "non-equivalent group designs" genoemd, waarbij "nonequivalent" refereert aan het feit dat in het design geen waterdichte garantie te geven is dat de PLON-steekproef en de controlesteekproef op andere dan de gemeten aspecten vergelijkbaar zijn. Niettemin menen we dat het noodzakelijk was om van controlegroepen gebruik te maken. Summatieve evaluatiedesigns die in principe buiten controlegroepen kunnen (zulke designs zijn onder andere mogelijk, zoals Scheerens, 1983 opmerkt, binnen het

weddenschapsmodel van Hofstee, 1980)² zijn ons inziens nog te weinig op hun praktische implicaties doordacht om in de praktijk van het evaluatie-onderzoek bruikbaar te zijn. Op andere algemeen-methodologische aspecten komen we verder op in dit hoofdstuk nog terug (onder andere in §8.4). We kijken nu eerst terug op de wijze waarop de constructen uit de onderzoeksvragen gemeten zijn (§8.2) om daarna de resultaten van de onderzoeksvragen samen te vatten (§8.3).

8.2 OPERATIONALISATIE VAN KERNVARIABLEN

De leeromgevingsconstructen "leefwereld- en participatiegerichtheid" van het natuurkunde-onderwijs bleken uit te drukken in leerlingpercepties, gemeten door middel van vragenlijsten. Het bleek dat leerlingen deze leeromgevingsvragenlijsten consistent over de items beantwoorden en dat de invulling van de vragenlijst voor een belangrijk deel door klaskenmerken bepaald wordt. Zo zijn de verschillen tussen leerlingen uit dezelfde klas relatief klein vergeleken met de verschillen tussen leerlingen uit verschillende klassen. Ook voorspelt het klasgemiddelde van iedere leeromgevingsschaal in veel sterkere mate de leeromgevingsperceptie van een individuele leerling dan de verschillende leerlingkenmerken die gemeten zijn (in het mechanica-onderzoek onder andere de attitude ten opzichte van natuurkunde aan het begin van de lessen en de attitude ten opzichte van leefwereld- en participatiegericht natuurkunde-onderwijs). Verder werden in het mechanica-onderzoek hoge correlaties gevonden tussen de leerling- en de leraarspercepties van de leeromgeving.

We menen dat de twee leeromgevingskenmerken bevredigend gemeten zijn. Enigszins onverwacht bleken er in de twee onderzoeken waarin zowel leefwereld- als participatiegerichtheid onderzocht zijn, voor de diverse curricula substantiële samenhangen te bestaan tussen de twee leeromgevingskenmerken. We veronderstellen dat leraarskenmerken voor deze samenhang verantwoordelijk zijn. Aan leefwereld- en participatiegerichtheid liggen naar onze mening namelijk veel gemeenschappelijke onderwijsdoelen ten grondslag die door de ene leraar meer onderschreven worden dan door de andere. In een deelonderzoek waarin onderwijsopvattingen van leraren geëxploreerd zijn vonden we dat een leraar met een sterk vak- en prestatiegerichte onderwijsopvatting weinig de neiging heeft om leefwereld-en participatiegericht te werken.

Bij het meten van de ervaren betekenisvolheid heeft het procesmodel een belangrijke rol gespeeld. Zowel in de cursusonderzoeken (hoofdstuk 5) als in het onderzoek aan het leerstofonderdeel mechanica (hoofdstuk 7) hebben we de betekenisvolheid geoperationaliseerd door middel van leerlingvragenlijsten voor leerzaamheid en leswaardering (van cursus, resp. thema) en in een enkel cursusonderzoek ook door natuurkunde-georiën-

2. Overigens maakt het enige curriculum evaluatie-onderzoek op basis van dit model, dat ons bekend is, namelijk Van der Berg (1985) wel gebruik van meerdere curriculumgroepen.

teerde interesse. Deze vragenlijsten bleken betrouwbare meetinstrumenten. Zoals het procesmodel voorspelt waren er sterke samenhangen tussen de variabelen, gemeten met deze vragenlijsten, zowel op het niveau van een leerstofonderdeel als op het niveau van grotere cursusgeheelen. Deze samenhangen werden zowel in de PLON-groep als in de controlegroep gevonden. Ook werd in het mechanica-onderzoek de voorspelling uit het procesmodel bevestigd dat een leerling zich meer inzet tijdens de natuurkundelessen als hij deze betekenisvol vindt. Voor de begripsvaliditeit van de vragenlijsten pleit verder dat in het mechanica-onderzoek bevestiging gevonden werd voor de theorie dat in de loop van het leerjaar processen optreden die leiden tot een bestendiging van deze variabelen. Een en ander wijst er op dat de door leerlingen ervaren betekenisvolheid en de aspectconcepten leerzaamheid en leswaardering bij onderwijsevaluatie belangrijke criteriumvariabelen zijn om te meten. Zij bepalen in hoge mate de wijze waarop de leerling zich voor natuurkunde en natuurkunde-onderwijs open stelt.

Wat de cognitieve opbrengsten betreft, menen we dat de conventioneel-fysische kennis bevredigend gemeten is. Het gebruik van controlegroepen heeft wel tot gevolg dat de conventioneel-fysische effecten die gemeten zijn beperkt worden tot de overlap van het PLON-curriculum en het reguliere curriculum. Voor de mechanica op de MAVO betekent dit bijvoorbeeld dat een groot deel van "wrijving" uit het PLON-curriculum niet bij leerlingen van andere curricula kan worden getest en dat omgekeerd voor PLON-leerlingen een groot deel van de traditionele kinematica niet getoetst kan worden. Ondanks deze beperking menen we dat de door het CITO geconstrueerde standaardtoetsen voldoende (inhouds)validiteit hebben voor ons onderzoeksdoel, namelijk de beantwoording van onderzoeksvraag C. De meting van leefwereldgeoriënteerde leereffecten beschouwen we grotendeels als exploratief. We zullen dit in §8.3 toelichten bij de behandeling van onderzoeksvraag D en bij de terugblik op het procesmodel.

We geven nu een samenvatting van de resultaten die bij ieder van de onderzoeksvragen verkregen zijn.

8.3 SAMENVATTING EN COMMENTAAR MET BETREKKING TOT DE ONDERZOEKSRESULTATEN

Onderzoeksvraag A

In hoeverre ervaren leerlingen die onderwijs gehad hebben met het PLON-curriculum de natuurkundelessen als leefwereld- en participatiegericht?

In alle onderzoeken blijkt dat PLON-leerlingen de lessen als aanmerkelijk meer participatiegericht ervaren dan leerlingen uit de controlegroep (in één deelonderzoek in hoofdstuk 5 werd dit niet gevonden voor wat we verbale participatie hebben genoemd). In de twee onderzoeken waarin de ervaren leefwereldgerichtheid werd gemeten bleek dat PLON-leerlingen de leeromgeving meer leefwereldgericht ervaren dan controleleerlingen. In

alle onderzoeken werden aanwijzingen gevonden dat deze verschillen wijzen op een verschil in de feitelijke leeromgeving.

Het verschil in leefwereldgerichtheidsperceptie tussen PLON- en niet-PLON-leerlingen is minder groot dan we dachten. Op het eerste gezicht lijkt de PLON-methode meer dan andere natuurkundemethoden de dagelijkse werkelijkheid in de leerstof te betrekken. Wellicht dat dit door leerlingen toch niet als zodanig wordt ervaren (vergelijk Jörg et al., 1989 die vonden dat meisjes leerstof over allerlei onderwerpen uit het dagelijks leven niet zagen als iets dat op hun eigen leven betrekking had). Een andere, eventueel aanvullende, verklaring voor dit geringe verschil kan gezocht worden in de leraarsfactor. Wellicht dat leraren bij de andere curricula door toelichting en voorbeelden de lessen leefwereldgericht maken dan de leerboeken suggereren, terwijl de PLON-ontwikkelaars (onder invloed van het destijds in de onderwijskunde nogal heersende geloof in de kracht van onderwijsleerpakketten die door speciale ontwikkelteams ontwikkeld zijn) wellicht van de leraren te veel verwacht hebben als het er om gaat in de klas de leefwereldgerichte elementen uit het curriculum te accentueren. Uit onderzoek is tegenwoordig bekend dat er niet veel directe invloed uitgaat van curriculumdocumenten op het handelen van leerkrachten (Lagerweij, 1987; Van den Berg en Vandenbergh, 1981). Ben-Peretz (1982a,b; 1984) toont aan dat leraren curriculumelementen vaak heel anders percipiëren en interpreteren dan ontwikkelaars. Het gaat hierbij dikwijls niet om een bewuste afwijzing van de kant van de leraar, maar om weinig ontwikkelde cognities en vaardigheden waardoor de leraar onvoldoende oog heeft voor het "potentieel" en de bedoelingen van het curriculum.

Onderzoeksvraag B

In hoeverre ervaren PLON-leerlingen de natuurkundelessen als betekenisvol en in hoeverre heeft dat te maken met de leefwereld-en participatiegerichtheid van de natuurkundelessen?

In de twee onderzoeken die bij MAVO-4 leerlingen gedaan zijn, bleek de ervaren leerzaamheid in de PLON-groep groter dan in de controlegroep. Voor leerlingen van de derde klas MAVO, HAVO en VWO werd er echter geen verschil in leerzaamheid gevonden. Voor de vierde klas HAVO werd met betrekking tot het leerstofonderdeel mechanica een klein verschil ten gunste van de controlegroep gevonden. Het verdient aanbeveling om bij meerdere leerstofonderdelen in HAVO-4 dit onderzoek te herhalen. Een mogelijke oorzaak van het verschil tussen de resultaten van de MAVO-4 onderzoeken en de overige onderzoeken is wellicht dat in de laatstgenoemde onderzoeken meer leraren vertegenwoordigd zijn die nog niet zo lang met PLON-materiaal werken (dat betekent minder routine en minder sensitiviteit van de leraar voor het curriculum-potentieel). Ook is het mogelijk dat de positieve resultaten van het PLON-curriculum in MAVO-4 toe te schrijven zijn aan het feit dat hier meer dan in de onderbouw een

sterke gerichtheid is op examenvoorbereiding³. De leefwereld- en participatiegerichte lessen worden daardoor in MAVO-4 door de leerlingen wellicht serieuzer opgevat en meer als het leren van "echte" natuurkunde gezien, zoals leerlingen, die ze kennen van andere scholen, dat krijgen.

In alle onderzoeken werden zowel in de PLON-groep als in de controle-groep samenhangen gevonden tussen leefwereld- en participatiegerichtheid aan de ene kant en leswaardering en leerzaamheid aan de andere kant. Een meer leefwereld- of participatiegerichte leeromgeving bleek samen te gaan met een hogere leswaardering en sterkere gevoelens van leerzaamheid⁴. We vonden aanwijzingen dat deze verbanden causaal geïnterpreteerd kunnen worden.

Hoewel PLON-leerlingen de lessen over het algemeen als meer participatie- en leefwereldgericht ervaren, en dit als zodanig een positieve invloed heeft op leswaardering en leerzaamheid, blijkt toch maar in enkele van de deelonderzoeken dat PLON-onderwijs op leswaardering en leerzaamheid hoger scoort dan het onderwijs in de controlegroep. Een mogelijke verklaring is dat in PLON-lessen andere factoren een negatieve invloed hebben op leswaardering en leerzaamheid, zodat de positieve invloed die van de genoemde leeromgevingsfactoren uitgaat teniet wordt gedaan. Zo is het mogelijk dat het PLON-curriculummateriaal in zijn experimentele versie en/of de leraren die dit materiaal gebruiken de leerlingen onvoldoende feedback verschaffen (In de examengerichte 4e klas zal dit naar verwachting minder het geval zijn). Verder is het mogelijk dat participatiegerichtheid tot minder orde en structuur leidt, wat afbreuk doet aan de leswaardering en leerzaamheid. In eerder evaluatie-onderzoek dat we aan het PLON-curriculum hebben uitgevoerd vernamen we vaak klachten van leerlingen over een tekort aan feedback en over een gebrek aan structuur (Wierstra, 1979; Luitjes en De Wit, 1983). Een andere aanwijzing dat deze factoren wellicht een (negatieve) rol spelen vormt de bevinding in dit onderzoek dat leraren die leefwereld- en participatiegericht onderwijs geven, vaak minder vak- en prestatiegericht blijken. Het is mogelijk dat

3. In de eerste lessen in de onderbouw wordt nogal eens de nadruk in het PLON-curriculum gelegd op individuele, weinig communale en moeilijk toetsbare doelen, zoals "ontwikkeling van de creativiteit op het gebied van zelf proeven doen" (Van der Valk, 1986b).

4. Zoals we in §4.5 vermelden (voetnoot 9) hebben we naderhand bij significante resultaten ook gecorrigeerd voor de correlatie tussen de leerling-residuele termen. Gezien de lage overschrijdingskansen die we vonden (p -waarden in de buurt van .001) leidde correctie van de standaardfout weliswaar tot een lichte verhoging van de overschrijdingskansen, maar dit had bij het gekozen significantieniveau geen gevolgen voor het wel of niet significant zijn van de correlatie. Niettemin is het interessant om in vervolgonderzoek deze verbanden ook via multi-level 'random coëfficiënt modellen' te toetsen (Goldstein, 1987; Kreft en De Leeuw, 1987). In deze modellen zijn de residuele leerling- termen ongecorrigeerd en zijn aparte redelijk nauwkeurige schattingen van binnen- en tussen-klas-effecten in de populatie(s) mogelijk.

dit impliceert dat deze leraren wat minder controlerend en evaluerend optreden. Deze veronderstellingen moeten in vervolgonderzoek getoetst worden. In ieder geval is duidelijk dat in een participatiegerichte leeromgeving extra maatregelen getroffen moeten worden om de feedback aan leerlingen te verzorgen. Zo zullen leerlingen, als zij in de natuurkundeles zelfstandig onderzoekjes uitvoeren zonder tussenkomst van de docent, veelal te weinig feedback krijgen over de gevolgde werkwijze en over de uitkomsten. Maar ook een leefwereldgerichte onderwijssituatie vereist een goede feedback. Door de complexe relatie tussen natuurkunde en werkelijkheid is het nogal eens nodig dat de leerling duidelijk gemaakt wordt op welke wijze diens inzicht in bijvoorbeeld (mechanische) aspecten van verkeer (zoals rek in een veiligheidsgordel) is vergroot tengevolge van zijn/haar toegenomen natuurkundekennis. In de commerciële uitgave van het leerlingmateriaal en de docentenhandleidingen moet met deze feedbackproblematiek meer rekening gehouden worden.

Onderzoeksvraag C

In hoeverre worden met het PLON-curriculum conventioneel-fysische leereffecten bereikt die niet achterblijven bij reguliere curricula?

In alle onderzoeken bleken PLON-leerlingen het even goed te doen wat betreft conventioneel-fysische kennis als leerlingen die onderwijs gekregen hebben met andere curricula die minder leefwereld- en participatiegericht zijn. Ook werd geen verschil in transfervaardigheid tussen PLON- en controleleerlingen gevonden in de vierde klas MAVO. Daarmee is geen steun gevonden voor de kritiek die in sommige kringen wel te beluisteren valt dat natuurkunde-onderwijs dat rond leefwereldthema's is opgebouwd een nadelige invloed heeft op de verwerving van natuurkundig inzicht. Deze vrees is hier wellicht reëler dan bijvoorbeeld in het geval van realistisch wiskunde-onderwijs. Natuurkundige regels laten zich moeilijk ontdekken aan leefwereldfenomenen en intuïtieve fysisch onjuiste concepten wedijveren met de aan te leren fysische concepten. Voor de door Van Oers (1987) uitgesproken vrees dat een thematisch opgebouwd curriculum wel eens niet meer zou kunnen inhouden dan een lappendeken van thema's die afbreuk doet aan het natuurkundig inzicht werd in dit onderzoek geen grond gevonden. Ook het in de literatuur soms gevonden negatieve effect van participatiegericht onderwijs op cognitieve opbrengsten (Kulik en Kulik, 1989) is in dit onderzoek niet aangetroffen.

Onderzoeksvraag D

In hoeverre worden er met het PLON-curriculum "leefwereldgeoriënteerde" leereffecten bereikt?

In het onderzoek aangaande mechanica in de vierde klas HAVO hebben we deze vraag geëxploreerd. Verondersteld werd dat het leefwereldgerichte onderwijs in PLON-klassen tot gevolg heeft dat leerlingen de natuurkunde

tijdens de lessen betrekken op leefwereldcontexten en dat dit tot uitdrukking komt in de cognitieve structuur die resulteert. In de terminologie van Mayer en Greeno (1972) betekent dit dat een fysische regel niet alleen verbonden is met andere fysische regels in de cognitieve structuur ("interne" relaties), maar ook met leefwereldcontexten ("externe" relaties). Als indicatoren voor laatstgenoemde relaties hanteerden we een tekstconstructietest, waarin nagegaan wordt in hoeverre de leerling bij fysische begrippen en regels ook spontaan aan leefwereldfenomenen denkt en een leerverslag, waarin leerlingen gevraagd wordt wat ze hadden geleerd van de lessen. We vonden uitsluitend verschillen tussen PLON- en controlegroep voor het leerverslag. Het bleek dat PLON-leerlingen meer leerervaringen rapporteren die expliciet aan de leefwereld refereerden. Omdat we daarentegen geen verschillen tussen PLON- en controlegroep vonden op de tekstconstructietest (er vond in deze test zeer weinig referentie aan leefwereldverschijnselen plaats) en omdat binnen iedere groep de antwoorden van de leerlingen op deze test nogal inconsistent waren, is nader onderzoek naar deze en andere indicatoren nodig. Wellicht hebben de leerlingen de tekstconstructietest te veel als proefwerk opgevat (leraren kondigen de instrumenten voor meting van cognitieve effecten stevast aan als "toets", ongeacht of het over evaluatie van de leerling gaat of over evaluatie van het curriculum) en willen ze zo veel mogelijk laten zien wat ze over natuurkunde geleerd hebben. Een vraag uit de tekstconstructietest om iets te vertellen over de relatie tussen kracht en versnelling roept misschien vooral de tendens op om over de tweede wet van Newton (en misschien ook nog de andere wetten) te rapporteren. Het pretest-posttest design versterkt deze tendens wellicht nog. Het fysisch kennissysteem en de "interne" relaties tussen fysische concepten worden daardoor eerder geactiveerd en geverbaliseerd dan de "externe" relaties. Externe relaties worden wellicht gemakkelijker geactiveerd door een vraag om iets te vertellen over "kracht en veiligheidsgordel" of over "vertraging en veiligheidsgordel". Een eerste stap naar de ontwikkeling van nieuwe instrumenten zou zijn om op basis van de leerverslaguitspraken een cognitief interview (Pines et al. 1978) aan leerlingen af te nemen om een scherper inzicht te krijgen in de koppelingen tussen natuurkunde en leefwereld die leerlingen geleerd hebben en die ze als leerzaam ervaren.

Voorlopig mag uit de resultaten van het mechanica-onderzoek in 4 HAVO worden afgeleid dat er enige evidentie is dat PLON-leerlingen meer dan een groep controleleerlingen leerresultaten opdoen die aan de leefwereld refereren, maar dat het effect niet groot is. Wellicht hangt dit kleine effect ook samen met de feedback-problematiek die bij onderzoeksvraag B besproken is.

Terugblik op het procesmodel

Tenslotte maken we nog een aantal opmerkingen over het procesmodel, dat in §3.4 ontwikkeld is en dat samengevat is in schema 8.1. De bedoeling van het onderzoek was niet om het model in zijn totaliteit te toetsen, maar primair om de centrale probleemstelling te onderzoeken aan de

hand van het model. Over het algemeen genomen zijn de relaties in het model bevestigd. Er is met name een duidelijke bevestiging gevonden voor de hypothesen dat de betekenisvolheid van de natuurkundelessen voor de leerling groter is als hij ervaart dat de leertaken op de leefwereld betrekking hebben en als hij zelf inbreng kan leveren in de lessen. Op een paar punten behoeft het model verscherping. Voor de relaties rechts boven in schema 8.1 zijn de gevonden verbanden aan de zwakke kant: PLON-leerlingen blijken de lessen als meer leefwereldgericht te ervaren (volgens een na de lessen afgenomen vragenlijst) dan niet-PLON leerlingen, maar het verschil is niet groot. Wellicht is het zo dat de thematische invalshoek slechts één van de vele mogelijkheden is om leefwereldgericht natuurkunde-onderwijs te realiseren. In ieder geval blijkt uit het onderzoek dat het de moeite loont om natuurkunde-onderwijs leefwereldgericht te maken, omdat het de lessen voor de leerlingen meer betekenisvol maakt (in termen van leerzaamheid en leswaardering). Een andere kanttekening die bij het procesmodel gemaakt moet worden is dat PLON-leerlingen in de leefwereldgeoriënteerde leereffecten geen grote voor-sprong hebben op controleleerlingen, althans als het gaat om het *spontaan* leggen van verbandingen tussen natuurkunde en leefwereld (er zijn geen vragen gesteld die uitdrukkelijk naar een koppeling van de twee domeinen vragen). Gezien het verschillende "gedrag" van de twee variabelen die bedoeld zijn om de leefwereldgeoriënteerde leereffecten te meten (op het leerverslag verschilden PLON- en niet-PLON groep wel, op de tekstconstructietest niet) is een nadere onderwijspsychologische en vakdidactische doordenking van het begrip leefwereldgeoriënteerde leereffecten nodig (zie ook §8.4). Een nuttige modificatie van het procesmodel zou verder zijn dat bepaalde vormen van leraarsgedrag in het model worden opgenomen. Te denken valt bijvoorbeeld aan de precieze didactische vormgeving van leefwereldgericht onderwijs, het gebruik van de lerarenhandleiding hierbij en de feedback die de leraar geeft met betrekking tot de leefwereld- en participatiegerichte leertaken.

8.4 PERSPECTIEF VOOR DE ONDERWIJSPRAKTIJK EN VERVOLG-ONDERZOEK

Uit het onderhavige onderzoek is duidelijk geworden dat leefwereld- en participatiegerichte natuurkundelessen belangrijk zijn als het er om gaat de lessen voor de leerling meer betekenisvol te maken. In die zin is de reeds op gang gekomen disseminatie van deze PLON-uitgangspunten (in een wat andere vorm dan in het PLON-curriculum) een goede opbrengst van het project. Het gaat hier om verspreiding naar examenprogramma's, naar schrijvers van andere methoden en naar leraren die met andere methoden werken (zie ook Hooymayers, 1986).

Voortbouwend op de onderzoeksresultaten lijkt de volgende stap om samen met leraren na te gaan hoe leefwereld- en participatiegerichtheid bij het PLON-curriculum en bij andere natuurkunde-curricula geoptimaliseerd kunnen worden. Het gaat dan dus om curriculumonderzoek in de

gewone onderwijspraktijk, waar ook het in dit proefschrift gerapporteerde onderzoek onder valt. Naast dit type onderzoek (door Terwel, 1984 ontwikkelingsonderzoek genoemd) zou ook een enkel experimenteel onderzoek opgezet kunnen worden naar leereffecten van een leefwereldgerichte onderwijsstrategie waarin het didactisch handelen van de leraar en de preciese leerstof die behandeld wordt scherper gecontroleerd worden. We denken hier aan wat wij elders (Wierstra, 1986a, p. 109) "ontwerpend" onderzoek genoemd hebben en dat verwant is aan wat Van Parreren (1981a) "analytisch onderzoek van onderwijsleerprocessen" noemt: onderzoek aan een onderwijsstrategie die terwille van het onderzoek van alle niet-essentiële franje is ontdaan en tot controleerbare proporties is teruggebracht.

In dit ontwerpend onderzoek stellen we ons voor om voor onderzoeksdoeleinden (en niet primair voor landelijke implementatie) één of meer varianten van "leefwereldgerichte instructie" te ontwerpen voor een bepaald leerstofgebied (in MAVO-3 of HAVO-3 bijvoorbeeld) waarmee een groep leraren op een afgesproken wijze omgaat. Door in dit ontwerpend onderzoek de curriculumfactor te verenigen en de gebruikswijze door de leraar onder controle te houden, wordt de ingewikkelde problematiek van adoptie en aanpassing van curricula door leraren (Reints, 1989; Gravemeyer, 1989), die we aan het slot van §8.3 memoreerden, buiten het onderzoek gehouden. Zodoende is een meer gecontroleerd onderzoek mogelijk naar de cognitieve leerwinst (waaronder leefwereldgeoriënteerde leereffecten) als functie van de gevolgde onderwijsstrategie.

In het eerder genoemde ontwikkelingsonderzoek zou daarentegen juist de leraarsfactor sterk de aandacht moeten krijgen. In het in dit proefschrift gerapporteerde onderzoek is de reactie van de leraar op het curriculum slechts zijdelings object van onderzoek geweest. Ons onderzoek richtte zich vooral op de leerling en minder op de leraar. Deze keuze is min of meer bewust gemaakt. De aandacht ging vooral uit naar effecten van het PLON-curriculum bij leerlingen, omdat dit curriculum (zoals ieder curriculum) primair voor dat doel geconstrueerd is. Niettemin kunnen ook dan aspecten van het onderwijsgedrag van de leraar als onderzoeksobject interessant zijn voor zover er relaties met aspecten van het formele curriculum en met het leren van leerlingen kunnen worden gelegd (-Creemers, 1987). Omdat onderzoek van onderwijsgedrag van leraren tamelijk complex en tijdrovend is, zeker als het om relaties met het curriculum en met leereffecten gaat, hebben we tot dusver van systematisch onderzoek hiernaar afgezien. Echter, nu de positieve aspecten van leefwereld- en participatiegericht onderwijs in het onderhavige onderzoek zijn aangetoond lijkt het ons goed om meer in detail het didactisch handelen van de leraar inzake leefwereld- en participatiegericht onderwijs in het onderzoek te betrekken. Daarbij kan dan tevens onderzocht worden in hoeverre het feit dat PLON-leerlingen minder hoog scoren op de leefwereldgerichtheidsvragenlijst dan we veronderstelden, toegeschreven moet worden aan het feit dat de leraren met het curriculum omgaan op een manier die duidelijk anders is dan de ontwikkelaars bedoeld hebben (zie ook Van der Grift, 1987, voor deze discrepanties tussen ontwikkelaars en

leerkrachten). In dit onderzoek zouden ook ondersteunende instructiefactoren (zoals het feedbackgedrag van de leraar en de wijze waarop hij bij participatiegericht onderwijs regulerend optreedt) aandacht moeten krijgen, alsmede de verhouding van leefwereld- en participatiegerichtheid tot verwante instructievormen (bijvoorbeeld de relatie tussen ons begrip participatiegerichtheid en wat tegenwoordig coöperatief leren genoemd wordt).

De waarde van leefwereldgericht onderwijs

Naast het genoemde ontwikkelings- en ontwerpend onderzoek lijkt voortgezette vakdidactische en onderwijspsychologische doordenking van doelen en vormgeving van leefwereldgerichtheid geboden.

Een van de conclusies van het onderzoek is dat het de moeite waard lijkt de natuurkunde in het onderwijs leefwereldgericht te presenteren. Dat verhoogt de betrokkenheid van leerlingen, de fysische leeropbrengst gaat niet achteruit en er zijn indicaties dat er leefwereldgeoriënteerde leereffecten ontstaan. Deze resultaten kunnen ook gezien worden als een steun voor diegenen die zich bij andere schoolvakken (bijvoorbeeld wiskunde en taal) beijveren voor een meer leefwereldgerichte presentatie van het vak en als een confirmatie van bepaalde ideeën hierover in het voorstel voor de nieuwe basisvorming (zie §1.6). De vraag moet dan wel gesteld worden in hoeverre hetgeen er in deze schoolvakken met betrekking tot leefwereldgericht onderwijs gebeurt analoog is aan de leefwereldgerichtheid van het natuurkunde-onderwijs zoals dat onder andere door het PLON wordt nagestreefd.

In grote lijnen zijn de ontwikkelingen onmiskenbaar gelijksoortig, zoals ons van vakdidactische zijde uiteengezet wordt door Ten Brinke en Hooymayers (1986). Ook de onderwijskundige Kanselaar is die mening toegedaan en betitelt de nieuwe tendens als "leren en onderwijzen in context" (Kanselaar, 1989; 1990). Gegeven de analogie zijn we optimistisch gestemd over de kans dat de positieve effecten die we voor natuurkunde-onderwijs gevonden hebben, ook met betrekking tot onderwijs in andere vakken zullen optreden. Aan de andere kant zien we ook verschillen en het kan vakdidactisch en onderwijspsychologisch verhelderend zijn om in de toekomst te trachten de verschilpunten in kaart te brengen. Dit is ook de mening van Treffers die aan het eind van een artikel met de veelzeggende naam "Wiskunde-onderwijstheorie of β -onderwijstheorie" (Treffers, 1990a) opmerkt dat in de overwegingen en verwachtingen ten aanzien van leefwereldgericht onderwijs "de onderwijsproblematiek van het *vakspecifieke* een cruciale rol speelt... Het zou dan ook in de komende tijd een belangrijk onderwerp van beschouwing en discussie tussen de verschillende β -vakken kunnen vormen". (cursivering van ons). Treffers haalt op dit punt onder andere Freudenthal aan die het, niet juist vindt om onderwijs in wiskunde en natuurwetenschappen over een kam te scheren. Een van de argumenten van Freudenthal tegen gelijkschakeling is dat de preconcepten van leerlingen in de wiskunde hun waarde behouden, terwijl dit bij natuurwetenschappelijke intuïties vaak niet het geval is (zie ook §3.4.2,

voetnoot 9). Lijnse (1990) merkt op dat in tegenstelling tot het wiskundige denken het moderne natuurkundige denken veeleer het resultaat is van een heroriëntatie ten aanzien van het "natuurlijke" denken dan een continue voortzetting daarvan. Dat betekent volgens Lijnse tevens dat de rol van leefwereldcontexten in het natuurkundeonderwijs een andere is dan in het wiskundeonderwijs, waar het de conceptvorming aangaat (p. 138-139). Lijnse noemt ook nog enkele andere verschillen.

Als er tussen de verschillende β -vakken al grote verschillen zijn in de interpretatie en uitwerking van leefwereldgerichtheid dan moeten we misschien wel heel behoedzaam zijn voordat we bijvoorbeeld de ontwikkelingen in natuurkunde-onderwijs en taal-onderwijs onder één noemer brengen. Het gaat ons hier overigens niet in de eerste plaats om de verschillen in terminologie. Waar wij spreken over leefwereldgericht (natuurkunde-)onderwijs spreekt Treffers over realistisch (wiskunde-)onderwijs (als tegenhanger van structuralistisch wiskundeonderwijs) en Kanselaar over onderwijzen in context. Kanselaar geeft in zijn oratie een algemene omschrijving van wat hij hieronder verstaat en vervolgens een toespitsing op wiskunde en taal: "Met het begrip leren in context wordt benadrukt dat de leersituatie zo moet worden ingericht, dat zinvol, doelgericht handelen van de leerling mogelijk is. De kinderen moeten daarbij in het begin niet geconfronteerd worden met vaststaande, kant en klare, formele regels en procedures en eenduidig gedefinieerde begrippen. Het leren van wiskunde moet beginnen bij het problematiseren van concrete verschijnselen en het leren van een taal met het begrijpen van taaluitingen in een zinvolle context" (Kanselaar, 1989, p. 5). En hoe ligt het bij natuurkunde, kan men zich afvragen. Zoals leren in context hierboven door Kanselaar omschreven wordt komt dit naar ons idee al langere tijd voor in het natuurkunde-onderwijs. Het gaat in deze omschrijving om een voor natuurkunde-onderwijs noodzakelijke maar allesbehalve voldoende voorwaarde om dit onderwijs als leefwereldgericht te typeren. De vraag waar het om draait, zo is in §1.4 betoogd, is *welk type concrete verschijnselen* geproblematiseerd worden, verschijnselen in schoolcontexten of verschijnselen in leefwereldcontexten.

Naast de verschilpunten zijn er onmiskenbare overeenkomsten tussen de verschillende schoolvakken. Algemeen bestaat er de verwachting het vak en het onderwijs meer betekenisvol te maken voor leerlingen en de hoop op het optreden van leereffecten die in onze terminologie leefwereldgeoriënteerd heten. Bij wiskunde gaat het bij dit laatste onder andere om horizontale mathematisering (De Lange, 1987; Treffers, 1990a,b) en in het geval van taalonderwijs ondermeer om productiever taalgebruik in de verbale communicatie (Kanselaar, 1989, p. 9). Het lijkt ons de moeite waard als in samenwerking tussen onderwijspsychologen en vakdidactici voor diverse schoolvakken onderzoek gedaan wordt naar leefwereldgeoriënteerde leereffecten en naar de relatie van deze effecten met de traditionele leereffecten. Daarbij zouden de onderzoekers ook moeten trachten de verwachtingen die men heeft ten aanzien van de effecten van de leefwereldgeoriënteerde onderwijsstrategie (zowel traditionele als leefwereldgeoriënteerde effecten) te formuleren ("reconstrueren, zie §2.5) binnen

een leertheoretisch kader. Voor realistisch wiskunde-onderwijs lijkt onder andere Treffers hiermee ernst te maken. In zijn oratie (Treffers, 1990b) merkt hij op dat Resnick op basis van vijf fundamentele leerprincipes uit de cognitieve psychologie komt tot een structuralistische, dus niet-"realistische" aanpak van het rekenonderwijs. Vervolgens stelt Treffers zich de vraag of men op basis van die algemeen-cognitieve principes niet ook tot realistisch wiskunde-onderwijs zou hebben kunnen komen (Treffers, 1990b, p. 21). Hij beantwoordt de vraag met een volmondig "ja": men had er bijna toe **moeten** komen (p. 21), als men zich maar wat meer rekenschap gegeven had van het domeinspecifieke element van reken-wiskunde, in casu van de opvatting van wiskunde als een algemeen menselijke activiteit (p. 27). De hier door Treffers verrichte reconstructie van de verwachtingen die hij heeft van de door hem voorgestane onderwijsstrategie is nuttig, mits er pogingen worden ondernomen voorspellingen te toetsen die hier uit volgen. Zo'n voorspelling is bijvoorbeeld dat realistisch onderwijs de doelen die ook door het structuralistisch onderwijs worden nagestreefd beter realiseert dan het structuralistische onderwijs (vanwege een betere concretisering van een aantal leerprincipes)⁵. Als toetsing achterwege blijft, is het gevaar groot dat de reconstructie te veel gaat functioneren als een post hoc rechtvaardiging van een didactische vernieuwing.

8.5 BESLUIT

Leefwereld- en participatiegericht onderwijs is voor het schoolvak natuurkunde nuttig en slaat aan bij leerlingen, zo blijkt uit deze studie. De resultaten nodigen uit tot verdere didactische fundering en uitwerking van deze onderwijsvormen en, zoals in het voorgaande betoogd is, tot nieuw ontwikkelings- en ontwerpend onderzoek. Deze activiteiten zijn zowel theoretisch als praktisch van belang. Ze kunnen leiden tot een beter inzicht in de precieze operationalisatie(-mogelijkheden) van leefwereld- en participatiegerichte instructie in de klas en in de cognitieve effecten daarvan. Dit verrijkt niet alleen de vakdidactische en didaxologische theorievorming maar draagt ook bij tot onderwijsverbetering wanneer de nieuwe inzichten verwerkt worden in het curriculum en in de scholing en nascholing van natuurkundeleraren. Bij de revisie van het curriculum dient onderscheid gemaakt te worden tussen enerzijds verbetering van het lesmateriaal voor de leerling en anderzijds een betere "procedurele specificatie" (Van den Akker, 1988) van het voor leefwereld- en participatiegerichtheid relevante didactisch handelen van de leraar.

5. In zijn oratie noemt Treffers enkele studies waarin dit onderzocht is.

LITERATUUR

- Aalst, H.F. van & Wierstra, R.F.A. (1979). A model for stepwise curriculum evaluation and its use for curriculum development in physics. *Studies in Educational evaluation*, 5, 187-197.
- Aalst, H.F. van & Ebbens, S. (1980). Het Project Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde. In: *Leerplanontwikkeling op school*. NCSV, 174-210.
- Akker, J.J.H. van den (1988). *Ontwerp en implementatie van natuuronderwijs*. Dissertatie. Lisse: Swets en Zeitlinger.
- Alkin, M.C. (1970). Products for improving educational evaluation. *Evaluation Comment*, 2, 3, 1-15.
- Alkin, M.C., Daillak, R. & White, P. (1979). *Using evaluations, does evaluation makes a difference?* London: Beverly Hills.
- Ausubel, D.P. (1968). *Educational Psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Ausubel, D.P. & Robinson, F.G. (1969). *School learning; an introduction to educational psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Ben Peretz, M. (1982a). A curriculum development case study in biology: two levels of interpretation. *European Journal of Science Education*, 4, 4, 377-389.
- Ben Peretz, M. (1982b). Curriculum interpretation and its place in teacher education programs. *Interchange*, 13, 4, 47-55.
- Ben Peretz, M. (1984). Kelly's theory of personal constructs as a paradigm for investigating teacher thinking. In: R. Halkes & J.K. Olson, *Teacher thinking: a new perspective on persisting problems in education*. Lisse: Swets & Zeitlinger, 35-42.
- Berg, R. van den & Vanderberghe, R. (1981) *Onderwijsinnovatie in verschuivend perspectief*. Tilburg: Zwijsen.
- Berg, G. van den (1983). *Curriculum evaluatie en beslissen: een empirische studie naar de praktijk van curriculum-evaluatie en benutting*. Eindrapport svo-project 0532. Groningen: RION.
- Berg, G. van den (1985). Curriculum evaluation as comparative product research. In: B.P.M. Creemers (ed.), *Evaluation research in education; reflections and studies. Contributions on the occasion of svo's 20th anniversary*. Den Haag: svo.
- Berg, G. van den (1987). *Effectief evalueren: een empirische studie naar de doelmatigheid van aanwijzingen voor de evaluatiepraktijk*. Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Bethlehem, J.G., e.a. (1977). *Methoden, voetangels en klemmen in de factoranalyse*. Amsterdam: Mathematisch Centrum.
- Biezeveld, H. & Mathot, L. (1984). *Scoop Natuurkunde voor de bovenbouw 4 HAVO/VWO*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Bijker W.E. (1982). *Principes voor nieuwe examens*. Zeist: NIB.
- Bloom, B.S. (1976). *Human Characteristics and school learning*. New York: McGraw Hill.
- Boekaerts, M. (1982a). *Onderwijsleerprocessen organiseren, hoe doe je dat....?* Nijmegen: Dekker en Van der Vegt.

- Boekaerts, M. (1982b). Situatiebeleving als sleutelbegrip. In: M. Boekaerts & C.F.M. van Lieshout (Eds), *Sociale en motivationele aspecten van het leren*. Lisse: Swets en Zeitlinger.
- Boekaerts, M. (1983). Motivatie en onderwijs: Theorieën en modellen op een rijtje gezet. In: S. Dijkstra, A. Dudink & J.R. Takens (red), *Psychologie en Onderwijs*. Lisse: Swets en Zeitlinger.
- Boekaerts, M. (1985). *Motivatie-onderzoek in perspectief*. svo jaarboek.
- Brekelmans, J.M.G. (1989). *Interpersoonlijk gedrag van docenten in de klas*. Dissertatie. Utrecht: wcc.
- Brinke, J.S. ten & Hoymayers, H.P. (1986). Over de stand van ontwikkeling van het vakdidactisch onderzoek. In: J.S. ten Brinke, H.P. Hoymayers & G. Kanselaar, *Vakdidactiek en informatietechnologie in curriculum ontwikkeling*. Lisse: Swets en Zeitlinger, 3-18.
- Bruner, J.S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Campbell, D.T. & Stanley, J.C. (1963). *Experimental and quasi-experimental design for research on teaching*. Chicago: Rand McNally.
- Campbell, D.T. & Fiske D.W. (1977). Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix. In: G.F. Summers, *Attitude measurement*. London: Kershaw LTD, 100-122.
- Carroll, J.A. (1963). A model of school learning. *Teachers College Record*, 64, 723-733.
- CMLN (1971). *Subsidieaanvraag voor een vooronderzoek naar gegevens voor een moderniseringsproject voor natuurkunde onderwijs in het algemeen voortgezet onderwijs*. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek.
- Cohen, J.A. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 37-46.
- Cohen, J. (1965). Some statistical issues in psychological research. In: B.B. Wolman, *Handbook of clinical psychology*. New York: McGraw Hill, 95-121.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York: Academic press.
- Cohen, J. & Cohen, P. (1975). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale N.J.: Laurence Erlbaum.
- Cook, T.D. & Campbell, D.T. (1979). *Quasi-experimentation, design and analysis, Issues for Field Setting*. Chicago: Rand McNally.
- Cooley, W.W. & Lohness, P.R. (1971). *Multivariate data analysis*. New York: Wiley.
- Coombs, C.H. (1964). *A theory of data*. New York: Wiley.
- Creemers, B. (1981). Curriculumevaluatie: betere theorie, betere praktijk. In: P. Weeda, *Aspecten van leerplan evaluatie*. Den Bosch: Malmberg.
- Creemers, B.P.M. & Hoeben, W.Th.J.G. (1984). *Onderzoek tussen onderwijs-ontwikkeling en wetenschapsontwikkeling*. Harlingen (svo-reeks 83).
- Creemers, B.P.M. (1987). Didaxologie en curriculumtheorie. In: N.A.J. Lagerweij & J.F. Vos, *Onderwijskunde: een inleiding*. Groningen: Wolters-Noordhoff, 101-125.

- Cronbach, L.J. & Webb, N. (1975). Between class and within class effects in a reported aptitude x treatment interaction: a reanalysis of a study by G.J. Anderson, *Journal of Educational Psychology*, 67, 717-724.
- Cronbach, L.J. (1982). *Designing evaluations of educational and social programs*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Deci, E.L. (1975). *Intrinsic motivation*. New York: Plenum.
- Deci, E.L. & Ryan, R.M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*, New York: Plenum Press.
- Dijksterhuis, E.J. (1950). *De mechanisering van het wereldbeeld*. Amsterdam: Meulenhof.
- Drenth, P.J.D. (1975). *Inleiding in de testtheorie*. Deventer: Van Loghum Staterus B.V..
- Driver, R. (1985). Cognitive psychology and pupils' frameworks in mechanics. In: P.L. Lijnse, *The many faces of teaching and learning mechanics*. Utrecht: wcc, 171-198.
- Eijkelhof, H.M.C. (1986). Van losse thema's tot een samenhangend curriculum. In: H.M.C. Eijkelhof e.a., *Op weg naar vernieuwing van het natuurkunde-onderwijs*. SVO/PLON, Selecta reeks, 151-159.
- Eijkelhof, H.M.C. & Wierstra, R.F.A. (1986). Effecten van straling en risicoafweging: een onderzoek naar kennis en attitudes van leerlingen van 5-HAVO. *Tijdschrift voor didactiek der β -wetenschappen*, 4, 1, 61-74.
- Eijkelhof, H.M.C. & Kortland, K. (1988). Broadening the aims of physics education. In: P. Fensham (Ed.), *Development and Dilemmas in Science Education*. London: Falmer Press, 282-305.
- Eijkelhof, H.M.C. (1990). *Radiation and risk in physics education*. Dissertatie. Utrecht: CDB PRESS.
- Eisner, E.W. (1979). The educational imagination. *On the design and evaluation of School programs*. New York: Mac Millan.
- Ellermeijer, A.L. & Verkerk, G. (1979). Verslag enquête natuurkunde HAVO-VWO (2). *NVON-mededelingenblad*, 4, 10, 29-35.
- Ende, H.W. van der (1973). *Beschrijvende statistiek voor gedragswetenschappen*, Agon. Amsterdam: Elsevier.
- Fass, W. & Schumacher, G.M. (1978). Effects of motivation, subject activity and readability on the retention of prose materials. *Journal of Educational psychology*, 70, 803-807.
- Feldman, K.A. (1977). Consistency and variability among college students in rating their teachers and courses: a review and analysis. *Research in Higher Education*, 6, 223-274.
- Finn, J.D. (1974). *A general model for multivariate analysis*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior*. London: Addison, Wesley.
- Fischer, G.H. (1974). *Einführung in die Theorie psychologischer Tests*. Bern: Verslag Hans Huber.
- Floor, C. & Ebbens, S.O. (1980). Differentiatie mogelijkheden met PLON-lesmateriaal. *Faraday*, 49, 174-178.

- Fraser, B.J. (1981). Learning environment in curriculum evaluation: A review. *Evaluation in Education*, 5, 1-93.
- Fraser, B.J. & Walberg, H.J. (1981). Psychosocial learning environment in Science classrooms: A review of research. *Studies in Science education*, 8, 67-92.
- Fraser, B.J. (1986). Two decades of research on perceptions of classroom environment. In: B.J. Fraser (ed.), *The study of learning environments*, selected papers AERA 1985. Oregon: Assessment Research.
- Fraser, B.J. (ed.) (1987). *The study of learning environments*, selected papers AERA 1986, 2. Perth: Curtin University of Technology.
- Fraser, B.J., Walberg, H.J., Welch, W.W. & Hattie, J.A. (1987). Synthes of Educational productivity research. *International Journal of Educational Research*, 11, 145-252.
- Fraser, B.J. (1989). Research syntheses on school and instructional effectiveness. *International Journal of Educational Research*, 13, 707-718.
- Freudenthal, H.F. (1979). Structuur der wiskunde en wiskundige structuren; een onderwijskundige analyse. In: *Pedagogische Studiën*, 56, 51-60.
- Freudenthal, H.F. (1984) Soviet research on teaching algebra at the lower grades of the elementary school. *Educational Studies in Mathematics*, 5, 391-412.
- Gagné, R.M. (1975). *The conditions of learning*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Gardner, E.T. & Schumacher, G.M. (1977). Effects of contextual organization on prose retention. *Journal of Educational Psychology*, 69, 146-151.
- Gardner, P.L. (1985). Students's interests in science and technology: an international overview. In: M. Lehrke et al, *Interests in Science and technology education*, 15-34.
- Genderen, D. van (1985a). Context als β -didaktisch begrip. *Tijdschrift voor didactiek der β -wetenschappen*, 3, 183-194.
- Genderen, D. van (1985b). "Traffic": a thematic approach to mechanics in grade 10. In: P.L. Lijnse, *The many faces of teaching and learning mechanics*. Utrecht: wcc, 384-389.
- Genderen, D. van (1989). *Mechanica-onderwijs in beweging*. Dissertatie. Utrecht: wcc.
- Goldstein, H. (1987). *Multilevel models in educational and social research*. London: Charles Grifith & Company, LTD.
- Goodlad, J.J., Klein, M.F. & Tye, K.A. (1979). The domains of curriculum and their study. In: J.L. Goodlad e.a., *Curriculum inquiry: The study of curriculum practice*. New York: McGraw-Hill, 43-76.
- Gravenberch, F.L. (1986). Examenconstructie in HAVO-bovenbouw. In: H.M.C. Eijkelhof e.a., *Op weg naar vernieuwing in het natuurkunde-onderwijs*. SVO/PLON, Selecta reeks, 348-356.
- Grift, W. van der (1987). *De rol van de schoolleider bij onderwijsvernieuwingen*. 's-Gravenhage: VUGA.
- Groot, A.D. de (1961). *Methodologie, grondslagen van onderzoek en denken in de gedragswetenschappen*. Den Haag: Mouton.

- Groot, A.D. de (1974). Over fundamentele ervaringen: prolegomena tot een analyse van gesprekken met schakers. *Pedagogische Studiën*, 51, 329-349.
- Groot, A.D. de (1981). Probleemgericht denken over onderwijs-evaluatie. In: P. Weeda (red), *Aspecten van leerplan evaluatie*. Den Bosch: Malmberg, 7-40.
- Groot, A.D. de (1986). *Begrip van evalueren*. 's-Gravenhage: VUGA.
- Guilford, J.P. (1954). *Psychometric Methods*. New York: McGraw-Hill.
- Gunstone, R.F. (1981). *Cognitive structure and performance after physics instruction*. Paper presented at AERA Congress in 1981. Clayton: Monash University, Australia.
- Halkes, R. & Deykers, R. (1984). Teachers' teaching criteria. In: R. Halkes & J.K. Olson, *Teacher thinking: a new perspective on persisting problems in education*. Lisse: Swets & Zeitlinger, 149-162.
- Harnischfeger, A. & Wiley, D.E. (1978). Conceptual issues in models of school learning. *Journal of Curriculum Studies*, 10, 215-231.
- Hauser, R.M. (1974). Contextual analysis revisited. *Sociological methods and research*, 2, 365-375.
- Hays, W.L. (1976). *Statistics for the social Sciences*. London: Holt, Rinehart & Winston.
- Heckhausen, H. (1980). *Motivation und Handeln*. Berlin: Springer Verlag.
- Hedges, L.V. (1986). Issues in meta-analysis. In: E.Z. Rothkopf (Ed.), *Review of Research in education*, 13. Washington D.C.: American Educational Research Association, 353-398.
- Hellingman, C. e.a. (1982). *PLON-vernieuwingskenmerken op het spoor*. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek.
- Hellingman, C. e.a. (1985). *Verslag van een onderzoek naar transfer bij PLON- en Rijksleerplanleerlingen MAVO 1983/1984*. Arnhem: CITO.
- Helmke, A., Schneider, W. & Weinert, F.E. (1986). Quality of instruction and classroom learning outcomes; the German Contribution to the IEA Classroom Environment Study. *Teaching and Teacher Education*, 2, 1, 1-18.
- Hoeben, W.Th.J.G. (1981). *Praktijkgericht onderzoek en de groei van kennis*. Den Haag: svo-reeks 46.
- Hoeben, W.Th. (1987). Onderwijs: evaluatie en effectiviteit. Een nabeschuiving. In: W.K.B. Hofstee, *Evaluatiemethodologie*. Lisse: Swets & Zeitlinger, 9-21.
- Hofstee, W.K.B. (1980). *De empirische discussie. Theorie van het sociaal-wetenschappelijk onderzoek*. Meppel: Boom.
- Hofstee, W.K.B. (1982). Evaluatie: een methodologische analyse. *Tijdschrift voor onderwijsresearch*, 7 (5), 193-203.
- Hofstee, W.K.B. (1985). Evaluatie: beoordelen van kwaliteit. *Tijdschrift voor Onderwijsresearch*, 10, 285-288.
- Hofstee, W.K.B. (1987). Het causaliteitsvraagstuk in evaluatieonderzoek. In: W.K.B. Hofstee, *Evaluatiemethodologie*. Lisse: Swets en Zeitlinger, 93-108.
- Hooymayers, H.P. (1972). *The setup of a Dutch curriculum innovation project for physics*. Proceedings of a conference on Physics Education. Kiel: IPN.

- Hoymayers, H.P. (1986). Verwachtingen van leraren en PLON-opbrengsten. In: H.M.C. Eijkelhof e.a., *Op weg naar vernieuwing van het natuurkunde-onderwijs*. 's-Gravenhage: SVO/PLON, Selecta reeks.
- Hoymayers, H.P., Lijnse, P.L. & Vos, W. de (1989). *Basisvorming natuurkunde en scheikunde*. Leiden: Martinus Nijhoff.
- Hopkins, K.D. (1982). The unit of analysis: group means versus individual observations. *American Educational Research Journal*. Spring, 19, 1, 5-18.
- Jörg, A.G.D. (1983). *Cognitieve effecten van het PLON-MAVO-curriculum*. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde Didactiek.
- Jörg, A.G.D. e.a. (1990). *Oorzaken van de geringe populariteit van natuurkunde als examenvak bij meisjes in het AVO*. Eindverslag. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek.
- Kamp, M. van der (1980). *Wat neemt de leerling mee van kunstzinnige vorming?* Dissertatie. 's-Gravenhage: Staatsuitgeverij.
- Kanselaar, G. (1989). *Leren en onderwijzen in context*. Oratie. Utrecht: Rijksuniversiteit, ISOR.
- Kanselaar, G. (1990). Onderwijsonderzoek: appels, peren en fruit. In: P.L. Lijnse & W. de Vos. *Didactiek in perspectief*. Utrecht: CDB PRESS, 31-39.
- Kelderman, H. (1987). Itembias detection using the loglinear Rasch Model. In: H. Kelderman, *Quasi-loglinear models for test- and itemanalysis*. Enschede: Universiteit van Twente. 107-141.
- Keller, J.M. (1979). Motivation and instructional design: a theoretical perspective. *Journal of instructional development*, 2, 4, 27-34.
- Klausmeier, H.J. & Ripple, R.E. (1971). *Learning and human abilities: Educational psychology*. New York: Harper and Row.
- Kortland, J. & Loo, F.A. van der (1986). Natuurkunde als gereedschap bij besluitvorming. In: H.M.C. Eijkelhof e.a. *Op weg naar vernieuwing van het natuurkunde-onderwijs* (Selecta-reeks), 66-77.
- Krammer, H.P.M. (1984). *Leerboek en leraar*. svo, Flevodruk Harlinger b.v.
- Krathwohl, D.R., Bloom, B.S. & Masia, R.G. (1964). Taxonomy of educational objectives. *Handbook II: Affective domain*. New York: McKay.
- Kreft, G.G. (1987). *Models and methods for the measurement of school effects*. Amsterdam: G.U. Faculteit Pedagogische, Andragogische en Onderwijskundige Wetenschappen.
- Kreft, G.G. & De Leeuw (1987). Het schatten van schooleffecten. Problemen bij de keuze van het model en de techniek. *Tijdschrift voor Onderwijs Research*, 75-85.
- Kremers, E.J.J. (1978). *Affectieve doelstellingen in het onderwijs en een toepassing voor het vak wiskunde*. CITO memo 277, Arnhem: CITO.
- Kremers, E.J.J. (1981). De wiskunde-attitude schaal: een voorbeeld van een instrument voor het evalueren van affectieve doelstellingen. In: P. Weeda (red), *Aspecten van leerplan-evaluatie*. Den Bosch: Malmberg.
- Kuhlemeier, J.B. (1980). *Observatie-onderzoek naar cognitieve aspecten van de interactie in PLON-onderwijs*. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek.

- Kuhlemeier, H. (1983). Vergelijkend onderzoek naar de perceptie van de leeromgeving in PLON-onderwijs en regulier natuurkunde-onderwijs. *Tijdschrift voor Onderwijsresearch*, 8, 1-16.
- Kulik, J.A. & Kulik, C.C. (1989). *International Journal of Educational Research*, 13, 221-340.
- Lagerweij, N.A.J. (1987). Theorie van de onderwijsvernieuwing. In: J.A. van Kemenade, N.A.J. Lagerweij, J.M.G. Leune & J.M.M. Ritzen (red.), *Onderwijs: Bestel en Beleid*. Deel 3: Onderwijs in ontwikkeling. Groningen: Wolters-Noorhoff.
- Lange, J. de (1987). *Mathematics, Insight and meaning*. Dissertatie. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep OW & OC.
- Lazarsfeld, P.F. & Menzel, H. (1961). On the relation between individual and collective properties. In: A. Etzioni, *Complex organizations*. New York: Holt, Rinehart & Winston, 422-440.
- Lens, W. (1987). Motivatie op school: een theoretische benadering. In: *Pedagogisch Tijdschrift*, 280-300.
- Lewy, A. (1977). The nature of curriculum evaluation. In: A. Lewy (ed), *Handbook of curriculum evaluation*. Parijs: Unesco.
- Lijnse, P.L. (1985). *The many faces of teaching and learning mechanics*. Utrecht: wcc.
- Lijnse, P.L. (1986). Energie tussen leefwereld- en vakstructuur. In: J.S. Ten Brinke, H.P. Hooymayers & G. Kanselaar, *Vakdidactiek en informatietechnologie in curriculumontwikkeling*. Lisse: Swets & Zeitlinger, 75-88.
- Lijnse, P.L. (1990). Natuurkunde-didactiek vanuit β -didactisch perspectief. In: P.L. Lijnse & W. de Vos, *Didactiek in Perspectief*. Utrecht CDB PRESS, 126-142.
- Linden, W.J. van der (1985). Een overzicht van de moderne testtheorie. *Nederlands Tijdschrift voor de Psychologie*, 40, 380-389.
- Lord, F.M., & Novick, M.R. (1974). *Statistical theories of mental test scores*. MA: Addison-Wesley, 1974.
- Luitjes, H. & De Wit, K. (1983). *De natuurkunde op de HAVO en daarna?* Utrecht: Stichting Opleiding Leraren.
- Magnusson, D. (1967). *Test theory*. Reading, M.A.: Addison-Wesley.
- Marsh, H.W. (1982). SEEQ: a reliable, valid and useful instrument for collecting students' evaluations of university teaching. *British Journal of Educational Psychology*, 52, 77-95.
- Marsh, H.W. (1984). Students' evaluations of university teaching: dimensionality, reliability, validity, potential biases, and utility. *Journal of Educational Psychology*, 76, 707-754.
- Masters, G.N. (1982). A Rasch model for partial credit scoring. *Psychometrika*, 47, 149-174.
- Mayer, R.E. & Greeno, J.G. (1972). Structural differences between learning outcomes produced by different instructional methods. *Journal of Educational Psychology*, 63, 165-173.
- Mayer, R.E. (1975). Information processing variables in learning to solve problems. *Review of Educational Research*, 45, 525-541.

- Mayer, R.E. (1983). What are we learnt about increasing the meaningfulness of science prose? *Science Education*, 67, 2, 233-237.
- Meerling (1981). *Methoden en Technieken van Psychologisch Onderzoek, deel II*. Leiden: Subfaculteit Psychologie, Vakgroep Methoden en Technieken, R.U. Leiden.
- Meijer, K. (1981). Naar een meta-evaluatiemodel voor formatieve evaluatie. In: P. Weeda (red), *Aspecten van leerplan evaluatie*. Den Bosch: Malmberg.
- Meijer, J., Leeuw, L. de, Groen, W. & Perrenet, J.Chr. (1986). *Vergelijking van de effecten van wiskunde methoden*, ORD-paper. Amsterdam: subfaculteit Wiskunde en Informatica, Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Mellenbergh, G.J. (1977). *Bekend maar onbemind I*. Amsterdam: Subfaculteit Psychologie, Vakgroep Methodenleer.
- Mellenbergh, G.J. (1985). Vraagonzuiverheid: definitie, detectie en onderzoek. *Nederlands Tijdschrift voor de Psychologie*, 40, 425-435.
- Middelink, J.W. (1978). *Systematische natuurkunde*. Apeldoorn: Van Walraven B.V.
- Miles, M.B. & Huberman, A.M. (1984). *Qualitative data analysis, a source-book of new methods*. London, Sage Publications.
- Miller, R.G. (1981). *Simultaneous Statistical inference*. New York: Springer.
- Molenaar, J.W. (1982). Mensen die het beter meten, een inleiding tot enige latente trek modellen. *Kwantitatieve methoden*, 5, 3-29.
- Moos, R.H. (1973). Conceptualizations of human environments. *American Psychologist*, 26, 8, 652-665.
- Murray, H.A. (1938). *Explorations in Personality*. New York: Oxford University Press.
- Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology*. New York: Meredith.
- Nunnally, J.C. (1967). *Psychometric theory*. New York: McGraw-Hill.
- Nuttall, D.L. & Wilmott, A.S. (1972). *British examinations, techniques of analysis*. London: NFER.
- Oers, B. van (1987). *Activiteit en Begrip, Proeve van een handelingspsychologische didactiek*. Amsterdam: V.U. Boekhandel.
- Olson, J.K. (1984). What makes teachers tick? Considering the routines of teaching. In: R. Halkes & J.K. Olson, *Teacher thinking: a new perspective on persisting problems in education*. Lisse: Swets en Zeitlinger, 35-42.
- Parreren, C.F. van (1970). *Psychologie van het leren II: Actualisering van leerresultaten*. Deventer: Van Loghum Slaterus.
- Parreren, C.F. van (1981a). Onderwijspsychologie. In: C.F. van Parreren, *Onderwijsproceskunde*. Groningen: Wolters-Noordhoff, 120-146.
- Parreren, C.F. van (1981b). Het handelingsmodel in de leerpsychologie. In: C.F. van Parreren, *Onderwijsproceskunde*. Groningen: Wolters-Noordhoff, 60-77.
- Parreren, C.F. van (1981c). Niveaus in de ontwikkeling van het abstraheren. In: C.F. van Parreren, *Onderwijsproceskunde*. Groningen: Wolters-Noordhoff, 92-117.
- Parreren, C.F. van (1982). Begrippen en werkwijzen in het natuurkunde-

- onderwijs. *Verslag Woudschoten, 1982, Hoe leren leerlingen natuurkunde*. Utrecht: Werkgroep Natuurkunde-Didactiek, 4-13.
- Parreren, C.F. van (1988) *Ontwikkeland onderwijs*. Leuven: Acco.
- Pedhazur, E.J. (1982). *Multiple Regression in Behavioral Research*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Pelgrum, W.J. & Plomp, Tj. (1986). *Second International Science Study*. Enschede: Toegepaste Onderwijskunde, T.U. Twente.
- Pelupessy, B. (1986). Leren met en van elkaar. In: H.M.C. Eijkelhof e.a., *Op weg naar vernieuwing van het natuurkunde-onderwijs*. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek, 103-110.
- Perkins, D.N. & Simmons, R. (1987). Patterns of misunderstanding: An integrative model of misconceptions in science, mathematics and programming. In: J.D. Novak (Ed.), *Proceedings of the second international Seminar on misconceptions and educational strategies in Science and Mathematics*. Ithaca, N.Y.: Cornell University, vol. 1, 381-395.
- Perkins, D.N. & Salomon, G. (1987). Transfer and teaching thinking. In: D. Perkins, J. Lockhead & J. Bishop (Eds.), *Thinking: the second international conference*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Perkins, D.N. & Salomon, G. (1989). Are cognitive skills contextbound? *Educational Researcher*, 18(1), 16-25.
- PLON (1973). Interimrapport over de periode 1 augustus 1972 tot maart 1973. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-didactiek.
- PLON (1974). *Doelstellingen paper 1*, (PLON in 74-118b). Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek.
- PLON (1974). *Onderwijsplan (1e concept)*. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek.
- PLON (1974). *ex 74-0501 Trendnota*. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek.
- PLON (1974). *ex 74-0610 Analyse van doelstellingen van Natuurkunde-onderwijs*. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek.
- PLON (1976). *Interimrapport 1976*. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek.
- PLON (1983). *Thema Verkeer voor 4^e klas HAVO*. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek.
- Pines, A.L., Novak, J.D., Posner, G.J. & Kirk, J. van (1978). *The clinical interview: a method for evaluation cognitive structure*. Ithaca, N.Y.: Cornell University, Department of Education.
- Popham, W.J. (1975). *Educational evaluation*, Englewood Cliffs. Prentice Hall Inc.
- Provus, M. (1973). *Discrepancy evaluation*. Berkely, McCutchan.
- Raaymakers, J.G.W. (1984). *Psychologie van het geheugen*. Deventer: Van Loghum Slaterus.
- Rasche, H. (1973). De functie van doelstellingen in het onderwijs. *Pedagogische Studiën*, 50, 521-532.
- Redeker, B. (1985). The difference between the lifeworld of children and the world of physics; a basic problem for teaching and learning mechanics. In: P.L. Lijnse, *The many faces of teaching and learning mechanics*. Utrecht: wcc, 77-95.

- Reichardt, C.S (1979). The statistical analysis of data from non-equivalent group designs. In: T.D. Cook & D.T. Campbell, *Quasi-experimentation*, Rand McNally.
- Reif, F. (1983). Understanding and teaching problemsolving in physics. In: *Proceedings of the first international workshop "Research on physics education"*. Parijs, CNRS, 15-53.
- Reints, A. (1989). Over het gebruik van methodes door leerkrachten. In: A. Reints, R.A. de Jong, N.A.J. Lagerweij. *Over de kwaliteit van het leermiddel*. Tilburg: Zwijsen, 138-150.
- Rentoul, A.J. & Fraser, B.J. (1979). Conceptualization of enquiry-based or open learning environments. *Journal of Curriculum Studies*, 11, 99-109.
- Rost, J. & Sönnichsen, H. (1983). Probabilistische testmodelle für Ratingdaten - Beschreibung der computerprogramme RASBIN und LCABIN, *IPN Kurzberichte*, 28. Kiel: IPN.
- Rost, J. (1984). Measuring the structure of interests by means of questionnaire data. In: M. Lehrke, L. Hoffmann & P.L. Gardner, *Interests in Science and Technology Education*. Kiel: IPN, 89-97.
- Rost, J. (1985). A latent class model for rating data. *Psychometrika*, 50, 1, 37-49.
- Rover, A. de (1973). *Natuurkunde op moderne basis*. Serie voor het MAVO. Leiden: Spruyt, Van Mantgem & De Does B.V.
- Saldern, M. von (1986). Multilevel perspectives on social emotional climate. In: B.J. Fraser, *The study of learning environments*, Salem, Oregon: Assessment research, 69-75.
- Schaefer, G. (1979). Concept formation in biology: the concept of growth. *European Journal of Science Education*, 1, 1, 87-101.
- Scheerens, J. (1983). *Evaluatie-onderzoek en beleid; methodologische en organisatorische aspecten*. Den Haag: Flevodruk (svo-reeks 68).
- Scheerens, J. & Creemers, B.P.M. (1989). Conceptualisering school effectiveness. *International Journal of Educational Research*, 13, 691-704.
- Schoenfeld, A.H. (1985). *Mathematical problem solving*. New York: Academic Press.
- Schoenfeld, A.H. (1987). What's all the fuss about metacognition. In: A.H. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive Science and mathematics education*, Hillsdale, N.Y.: Erlbaum, 189-215.
- Schultz, A. & Luckmann, T. (1979). *Strukturen der Lebenswelt*. Frankfurt: Suhrkamp
- Scriven, M. (1967). The methodology of evaluation. In: R.W. Tyler (ed), *Perspectives of curriculum evaluation*. Chicago: Rand McNally.
- Shavelson, R.J.C. (1974). Methods for examining representations of a subject-matter structure in a student's memory. *Journal of Research in Science Teaching*, 11 (3), 231-249.
- Shevell, K. S. (1975). *A scalability coefficient for dominance and proximity data*. University of Michigan.
- Shrout, P.E. & Fleiss, J.L. (1979). Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychological Bulletin*, 86, 420-428.
- Smith, E.L. & Anderson, C.W. (1983). Effects of teacher's guides on

- teacher planning and classroom instruction in activity based science. *AERA-paper*. Montreal.
- Solomon, J. (1983). Learning about energy: how pupils think in two domains. *European Journal of Science Education*, 5 (1), 49-59.
- Stake, R. (1972). *Responsive evaluation*. University of Illinois: Center for Instructional Research and Curriculum Evaluation..
- Stern, G.C. (1970). *People in context*. New York: Wiley.
- Stokking, K.M. (1984). *Interpreteren en evalueren, methodologie rondom de uitkomsten van onderzoek*. Deventer: Van Loghum Slaterus.
- Stufflebeam, D.L. e.a. (1971). *Educational evaluation and decision making in education*. Peacock Itasca.
- SVO (1980). Evaluatie-onderzoek. Achtergronden en uitgangspunten voor beleidsvoering. svo-memorandum nr. 2. 's-Gravenhage: Staatsuitgeverij.
- Swanborn, P.G. (1973). *Variabelen en hun meting*. Meppel: Boom.
- Swanborn, P.G. (1982). *Methoden van sociaal-wetenschappelijk onderzoek, inleiding in ontwerpstrategieën*. Meppel: Boom.
- Terwel, J. (1984). *Onderwijs maken*. Den Haag: svo.
- Treffers, A. (1987). *Three dimensions. A model of goal and theory description in mathematics instruction, The Wiskobas Project*. Dordrecht: Kluwer.
- Treffers, A. (1990a). Wiskunde-onderwijstheorie of β -onderwijstheorie. In: P.L. Lijnse & W. de Vos, *Didactiek in perspectief*. Utrecht: CDB PRESS, 156-172.
- Treffers, A. (1990b). *Het voorkomen van ongecijferdheid op de basisschool*. Oratie. Utrecht: Rijksuniversiteit, ow&oc.
- Tyler, R.W. (1950). *Basic principles of curriculum and instruction*. Chicago: University of Chicago Press.
- Valk, A.E. van der (1982). Thematische Natuurkunde met veel (differentiatie-) mogelijkheden, *O.L.M.-Bulletin (Ondersteuning Leerplan Ontwikkeling Middenschool)* 2, 107-132.
- Valk, A.E. van der (1986a). Naar een vwo-curriculum met blokken tussen de thema's. In: H.M.C. Eijkelhof e.a., *Op weg naar vernieuwing in het natuurkunde-onderwijs*. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek, 173-182.
- Valk, A.E. van der (1986b). De cyclische ontwikkeling (en evaluatie) van een tweede klas thema. In: R.F.A. Wierstra, *Methoden van curriculum-ontwikkeling en -evaluatie in het Project Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde*. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek, 69-83.
- Valk, A.E. van der & Frederik, J.E. (1986). Plon in de verspreiding. In: H.M.C. Eijkelhof e.a., *Op weg naar vernieuwing in het natuurkunde-onderwijs*, 324-336.
- Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1, 205-221.
- Walberg, H.J. (1976). The psychology of learning environments: behavioral, structural or perceptual? In: L.S. Shulman (Ed.), *Review of Research in Education*, 4, 142-178.

- Walberg, H.J. & Haertel, G.D. (1980). Validity and use of educational environment assessments. *Studies in Educational Evaluation*, 6, 225-238.
- Weeda, P. (1981). CITO en leerplanevaluatie. In: P. Weeda (red.), *Aspecten van leerplanevaluatie*. Den Bosch: Malmberg, 64-73.
- WEN (Werkgroep Examenprogramma's Natuurkunde) (1985). *Examenprogramma natuurkunde C- en D-niveau*, advies aan het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen. Enschede: ACLO-Natuurkunde.
- WEN (Werkgroep Examenprogramma's Natuurkunde) (1988). *Examenprogramma Natuurkunde vwo en havo*. Enschede: ACLO-Natuurkunde.
- Werkgroep Natuurkunde-Didactiek (1973). *Conferentieverslag "Leraren en Leerplanontwikkeling II"*. Utrecht, Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek.
- Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR) (1986). *Basisvorming in het onderwijs*. 's-Gravenhage: Staatsuitgeverij.
- Wierstra, R.F.A. & Zwarts J. (1978). *Gevalsbeschrijving van de lessen "Werken met Water"*. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek.
- Wierstra, R.F.A., De La Parra, B. e.a. (1978). *De konstruktie en evaluatie van de Natuurkunde Attitude Lijst (NAL 1)*. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek.
- Wierstra, R.F.A. (1979). *Leerhouding en leergedrag van PLON-leerlingen*. Verslag PLON-MAVO-conferentie. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek.
- Wierstra, R.F.A. (1980). *Evaluatieverslag thema "Water voor Tanzania"*. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek.
- Wierstra, R.F.A. (1983). *Affectieve effecten van het PLON-MAVO-curriculum*. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek.
- Wierstra, R.F.A. (1984a). *Evaluatieverslag Ioniserende Straling*. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek.
- Wierstra, R.F.A. (1984b). A study of classroom environment and on cognitive and affective outcomes of the PLON-curriculum. *Studies in Educational Evaluation*, 10, 273-282.
- Wierstra, R.F.A. (1985). Effects on inquiry learning and context learning on pupils' motivation and attitudes in the Netherlands. In: M. Lehrke, L. Hoffman & P.L. Gardner, *Proceedings IPN-symposium "Interests in Science and Technology Education"*. Kiel: IPN, 157-166.
- Wierstra, R.F.A. (1986). *Methoden van curriculumontwikkeling en -evaluatie in het Project Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde*. Eindverslag svo-project 0487. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek.
- Wierstra, R.F.A. (1987). Persoonlijke en maatschappelijke relevantie van natuurkundelessen. In: R.F.A. Wierstra, *Methoden van curriculumontwikkeling en -evaluatie in het Project Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde*, eindverslag svo-project 0487. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek.
- Wierstra, R.F.A., Jörg, A.G.D. & Wubbels, Th. (1987). Contextual and individually perceived learning environment in curriculum evaluation.

- In: B.J. Fraser, *The study of learning environments*, 2. Perth: Curtin University of Technology.
- Wierstra, R.F.A., Jacobs, C., Verheul, J. & Wubbels, Th. (1987). *2^e interimrapport svo-project 6006 "Opbrengst van een onderwijsstrategie voor leefwereld- en participatiegericht leren*. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek.
- Wierstra, R.F.A. & Wubbels, Th. (1989). *Opbrengst van een onderwijsstrategie voor leefwereld- en participatiegericht leren*. Eindrapport svo-project 7132. Utrecht: Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurkunde-Didactiek.
- Winer, B.J. (1971). *Statistical principles in experimental design*. New York: McGraw Hill.
- Zee, H. van der (1979). *Data-analyse, een wegwijzer voor onderzoekers en gebruikers van onderzoek*. Meppel: Boom.
- Zegers, F.E. (1989). Het meten van overeenstemming. *Nederlands Tijdschrift voor de Psychologie*, 44, 145-156.

BIJLAGE 4.1 ITEMS EN FACTORLADINGEN ($\geq .30$ EN $\leq -.30$) NAL-1
VRAGENLIJST BIJ ROTATIE OVER 10 FACTOREN.

I	Leswaardering	FACTOREN									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
	1. Ik vind de natuurkundelessen fijn.	-.70									
	13. Natuurkundelessen zijn saai.	.66									
	17. Voordat de natuurkundeles begint, heb ik er meestal niet zoveel zin in.	.59				-.37					
	18. In de natuurkundeles gaat de tijd erg snel voorbij.	-.58									
	21. Ik zou best meer natuurkundelessen in de week willen hebben.	-.59				.44					
	27. In de natuurkundelessen is het gezellig.	-.54									
	38. Natuurkunde is één van de vakken die ik niet leuk vind.	.68				-.30					

III	Taakrelaties met medeleerlingen	FACTOREN									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
	15. Ik schiet sneller op als ik alleen werk dan wanneer ik met anderen samenwerk.			.70							
	20. Als ik met anderen samenwerk, leer ik meer dan wanneer ik alleen werk.			-.65							
	33. Als je in een groepje samenwerkt krijg je meer af.			-.59							
	42. Het oplossen van een vraagstuk of probleem doe ik het liefst in mijn eentje.			.56							
	30. Als een groepje uit meer dan twee leerlingen bestaat, kun je eigenlijk niet goed samenwerken.			.56							
	3. Als je in een groepje werkt, breng je elkaar op veel meer ideeën.			-.50							

IV	FACTOREN	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
<i>Tevredenheid met tempo</i>											
31. Er is bij natuurkunde vaak te weinig tijd om een onderwerp goed te doen.					.66						
34. Als je bij natuurkunde proeven doet, kom je dikwijls tijd te kort.					.60						
49. Het tempo waarin je tijdens de natuurkundelessen moet werken bevalt me wel.					-.55						
43. Voordat je iets goed begrepen hebt in de natuurkundeles moet je alweer verder.					.51					.31	

V Natuurkunde georiënteerde interesse	FACTOREN									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
52. Ik lees graag boeken die iets met natuurkunde te maken hebben.					.69					
41. Ik doe thuis wel eens een proef.					.50					.33
28. Er zouden meer TV-uitzendingen over natuurkunde-onderwerpen moeten zijn.					.45					
44. Ik vind het fijn om thuis van alles in elkaar te knutselen.					.45					
6. Voor mijn hobby's heb ik weinig aan de natuurkundelessen.					-.41					
36. Als er op school een hobbyclub voor natuurkunde kwam, zou ik er zeker lid van worden.					.62					

VI <i>Ervaren leerzaamheid</i>	FACTOREN									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
23. In de natuurkundeles leer je denken.						.46				
45. Bij natuurkunde leer je zelfstandig werken.						.48				
28. Natuurkundelessen zijn niet zo leerzaam.						-.37		.40		
8. In de natuurkundeles leer je dingen waar je ook in andere vakken wat aan hebt.						.39				
4. Door de natuurkundeles begrijp je alledaagse dingen beter.						.33		-.32		

VII Toekomstperspectief ¹⁾	FACTOREN									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
39. Ik denk dat je in erg weinig beroepen echt iets aan natuurkunde hebt.							.65			
48. Je leert bij natuurkunde op school weinig dingen waar je verder wat aan hebt.						.67	.30			

1) Deze schaal laten we verder buiten beschouwing omdat deze uit slechts twee items bestaat.

<i>Overige items</i>	FACTOREN									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
11. Je kunt bij natuurkunde meestal in je eigen tempo werken.						.30				
12. Het is nodig dat iedereen iets van natuurkunde weet.										
32. Wat ik in de natuurkundelessen leer, vind ik meestal interessant.	-.42				.40	.35				
16. Je komt in een blok zoveel nieuwe dingen tegen dat je in de war raakt.								.34		
37. Natuurkunde zal nooit een liefhebberij van mij worden.	.47				-.49					
48. Ik vind dat ik meer uitleg moet krijgen in de natuurkundeles.		.36							.32	

BIJLAGE 5.1 HANDLEIDING VOOR HET INTERVIEW MET DE LE-
RAAR OVER KARAKTERISTIEKE ASPECTEN VAN DE
PLON MAVO-CURSUS RESPECTIEVELIJK DE HAVO/
VWO-ONDERBOUW CURSUS

- 1a Hoe lang bent u al werkzaam in het natuurkunde-onderwijs?
- b Hoeveel jaar (hiervan) werkt u al met PLON?
- c Hoe lang heeft u natuurkunde-onderwijs gegeven met een andere methode?
- d Welke methode(n) heeft u het laatst gebruikt (eventueel nu nog in bepaalde leerjaren), voordat u op PLON over ging?
- e Welke bezwaren had u daartegen?
- f Lukt het u met PLON-materiaal beter om sommige van de bij 1e genoemde problemen te omzeilen?
- g Schat u in dat de organisatie en voorbereiding van PLON-lessen (buiten de lesuren om) op den duur meer/evenveel/minder tijd zal kosten dan bij de andere methoden? Hoeveel tijd?
- 2 Misschien dat u aan de PLON-cursus nog andere karakteristieke aspecten ziet dan u bij 1f en 1g genoemd hebt. Deze vraag gaat over het totaal-beeld dat u heeft van de PLON-cursus (voor HAVO/VWO-leraren: de onderbouwcursus).
 - a Kunt u aangeven wat er aan deze cursus naar uw idee essentieel vernieuwend is (waarin onderscheidt het zich van andere methoden, bijvoorbeeld van die welke u het laatst gebruikt heeft).
 - b In welke thema's (vooral) komt dit vernieuwende goed naar voren? Waar en hoe is dit daar vorm gegeven?
 - c Wat gebeuren er nu voor andere dingen in de les (u, uw leerlingen) vergeleken met de lessen met uw oude methode(n); heeft de methode ook invloed buiten de natuurkunde-les thuis, schoolsituatie e.d.)?
- 3 In de vorige vragen heeft u een aantal aspecten genoemd waarin het PLON-curriculum zich onderscheidt van een meer traditioneel curriculum. Deze aspecten kunt u als leraar meer of minder belangrijk vinden.
 - a Welke vindt u zelf minder belangrijk?
 - b Welke vindt u echt belangrijk om in uw lessen aandacht te geven en hoe gaat dat?
 - c Heeft u ten aanzien van a en b altijd al dat standpunt ingenomen of bent u hier tijdens het werken met PLON gaandeweg anders over gaan denken?
- 4 Denkt u dat leerlingen die met het PLON-curriculum les krijgen, na afloop andere dingen kunnen of kennen (inzichten, vaardigheden, attitudes enz.) als u het vergelijkt met andere meer gangbare methoden (of voorheen gebruikte methoden). Wat dan? Zijn er ook dingen die ze minder goed kunnen?
- 5a Wat vindt u van de onderwerpen waarmee leerlingen in de PLON-cursus bezig zijn?

- b Welke werkvormen vindt u waardevol?
 - c Vindt u dat er genoeg variatie is voor de leerlingen in onderwerpen en activiteiten?
- 6 Heeft u het gevoel dat PLON een soort "eilandje" in de school is doordat leerlingen in andere lessen op heel andere manieren bezig zijn?
Wat is de invloed hiervan op uw lessen?
- 7 De PLON-cursus is opgebouwd uit thema's. Vindt u dat die goed op elkaar aansluiten qua opbouw van vaardigheden?
- 8a Vindt u dat om "goed" met PLON-thema's om te gaan (wat "goed" is volgens uw eigen criteria) een bepaalde manier van lesgeven beter is dan een andere? Welke? Waarop baseert u uw mening?
- b Helpen de lerarenhandleidingen en PLON-bijeenkomsten (eventueel ook andere dingen) u om een bepaalde lesstijl voor PLON-materiaal op te bouwen, waarbij u zich happy voelt?
 - c Bent u sinds u met PLON werkt andere vormen van leerling-beoordeling gaan toepassen? Andere dingen die u beoordeelt, andere beoordelingsprocedures e.d. Hoe gaat dat? Verloopt de determinatie met PLON-materiaal anders dan vroeger?
- 9a Het PLON-materiaal kent aan de leerstofinhoudelijke kant een aantal vernieuwingen met als consequentie o.a. dat bepaalde vertrouwde leerstof niet meer in de cursus terug te vinden is in ruil voor anderssoortige leerstof.
Hoe staat u daar tegenover; voegt u vaak leerstof of lesmateriaal aan een thema toe? Wat dan en wat schrapt u hier voor?
- b Vindt u dat het PLON-curriculum in vergelijking met een traditioneel curriculum andere accenten legt waar het gaat om vaardigheden en denkwijzen die met de methode van de natuurkunde (of de natuurwetenschappen) te maken hebben (bijv. grafieken construeren, hypothesen opstellen, onderzoeksopzet uitwerken enz.)?
- 10 Een leraar die niet met PLON werkte, maar alle thema's een tijdje doorbladerde, kwam tot de conclusie dat formules geen grote rol in het PLON-materiaal spelen. Ziet u dat ook zo en wat vindt u daarvan?
- 11 Aan het lesmateriaal kunt u zien dat er veel aandacht is voor de concrete omgeving van de leerlingen: de natuurkunde wordt bijvoorbeeld in de context van de omgeving aangeboden.
Vindt u het belangrijk dat deze omgevingscontext er in zit en welke effecten verwacht u ervan bij leerlingen?
- 12a Is er tot slot nog iets, wat u kwijt wilt, waar we het onvoldoende over gehad hebben?
- b Wat vond u van het interview?

BIJLAGE 5.2 ITEMS VOOR ERVAREN EN GEWENSTE PARTICIPATIEGERICHTHEID IN DEELONDERZOEK III

De volgende vragen bestaan steeds uit een a-vraag en een b-vraag. Je moet deze goed uit elkaar houden. Lees eventueel de "aanwijzingen voor het invullen" op blz. 2 er op na.

bijna zelden soms vaak zeer
nooit vaak

De leraar staat voor de klas
dingen uit te leggen.

- | | | | | | |
|----------------------------|---|---|---|---|------------|
| a. In mijn lessen komt dit | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 voor |
| b. Ik wil graag dat dit | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 voorkomt |

De leerlingen trekken conclusies uit een leestekst, onderzoek of proef.

- | | | | | | |
|----------------------------|---|---|---|---|------------|
| a. In mijn lessen komt dit | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 voor |
| b. Ik wil graag dat dit | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 voorkomt |

De leerlingen discussiëren met elkaar over natuurkundige problemen.

- | | | | | | |
|----------------------------|---|---|---|---|------------|
| a. In mijn lessen komt dit | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 voor |
| b. Ik wil graag dat dit | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 voorkomt |

De leerlingen doen een onderzoek of proef om een antwoord te vinden op een interessante, maar moeilijke vraag.

- | | | | | | |
|----------------------------|---|---|---|---|------------|
| a. In mijn lessen komt dit | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 voor |
| b. Ik wil graag dat dit | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 voorkomt |

De leerlingen gaan om een antwoord op een natuurkundig probleem te vinden eerst naar de leraar (in plaats van eerst zelf een onderzoek of proef te doen).

- | | | | | | |
|----------------------------|---|---|---|---|------------|
| a. In mijn lessen komt dit | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 voor |
| b. Ik wil graag dat dit | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 voorkomt |

De leerlingen hebben een ideetje en doen een onderzoek of proef om te kijken of dat idee wel klopt.

a. In mijn lessen komt dit	1	2	3	4	5 voor
b. Ik wil graag dat dit	1	2	3	4	5 voorkomt

Alle leerlingen in de klas doen hetzelfde op hetzelfde tijdstip.

a. In mijn lessen komt dit	1	2	3	4	5 voor
b. Ik wil graag dat dit	1	2	3	4	5 voorkomt

De leerlingen gebruiken elkaars ideeën en aanwijzingen.

a. In mijn lessen komt dit	1	2	3	4	5 voor
b. Ik wil graag dat dit	1	2	3	4	5 voorkomt

De leerlingen leggen elkaar dingen uit.

a. In mijn lessen komt dit	1	2	3	4	5 voor
b. Ik wil graag dat dit	1	2	3	4	5 voorkomt

De leerlingen lossen problemen op door informatie op te zoeken in de bibliotheek.

a. In mijn lessen komt dit	1	2	3	4	5 voor
b. Ik wil graag dat dit	1	2	3	4	5 voorkomt

BIJLAGE 5.3 5-PUNT LIKERT-ITEMS VOOR METING VAN AFFECTIEVE OPBRENGSTEN IN DEELONDERZOEK IV
(NAL-3)

WAARDERING NATUURKUNDELESSEN

- In de natuurkundeles gaat de tijd snel voorbij.
- Ik heb het afgelopen jaar meer plezier in het vak natuurkunde gekregen.
- In de natuurkundeles is de sfeer niet zo goed.
- Voordat de natuurkundeles begint, heb ik er meestal weinig zin in.
- Ik vind de natuurkundelessen vervelend.

LEERZAAMHEID

- Je leert door de natuurkundelessen goed na te denken.
- Door de natuurkundeles begrijp je meer van alledaagse dingen om je heen.
- Ik heb veel van de proeven geleerd.
- Ik heb veel van de natuurkundelessen geleerd.
- Ik vind de natuurkundelessen leerzaam.
- Bij natuurkunde leer je zelfstandig problemen op te lossen.

NATUURKUNDE GEORIENTEERDE INTERESSE

- Ik vind het leuk om naar TV-uitzendingen over natuurkunde-onderwerpen te kijken.
- Ik kan natuurkunde goed gebruiken bij mijn hobbies.
- De natuurkundestof sluit weinig aan bij mijn interesses.
- Natuurkunde is een leuk vak.
- Het lijkt me leuk om later als ik werk veel met natuurkunde bezig te zijn.
- Wat ik geleerd heb in de natuurkundeles kan ik goed buiten de school gebruiken.
- Ik lees graag boeken die iets met natuurkunde te maken hebben.
- Ik doe thuis wel eens een proef.

BIJLAGE 5.4 DE SUBSCHALEN VOOR HET METEN VAN ONDER-
WIJSOPVATTINGEN VAN LERAREN IN DEELONDER-
ZOEK IV

	Belangrijke factoren		
	I	II	III
<i>Vak- en prestatiegerichte opvatting</i>			
Een van de belangrijkste opgaven voor een leraar is het niveau van de leerlingen voor zijn vak te verhogen.	.72		
In de natuurkundeles dienen de fysische wetten, regels en principes centraal te staan.	.65		
De leraar moet zich sterk richten op de natuurkunde zoals die op het Centraal Schriftelijk Eindexamen wordt getoetst.	.60		
Bij het geven van natuurkunde-onderwijs moet de vakinhoud centraal staan.	.81		
Je moet er steeds op letten dat leerlingen zich bij het beschrijven van verschijnselen fysisch correct uitdrukken.	.54		
De belangrijkste taak voor een leraar is leerlingen zijn vak bij te brengen.	.79		
Een van de belangrijkste taken van een natuurkundeleraar is er voor te zorgen dat leerlingen voor zijn vak goede eindexamencijfers halen.	.63		
In het natuurkunde-onderwijs moet het niveau van het vak streng bewaakt worden.	.77		

	Belangrijke factoren		
	I	II	III
<i>Opvatting t.o.v. natuurkunde- en samenlevings- onderwijs</i>			
Een van de belangrijkste taken van het natuurkunde-onderwijs is leerlingen dingen te leren, die hen in de maatschappij van pas kunnen komen.			.75
In de natuurkundeles moeten maatschappelijke discussies over voor- en nadelen van fysisch-technologische toepassingen aan de orde komen.			.53
Het behandelen van "natuurkunde en samenlevings"-aspecten moet een belangrijk onderdeel van de lessen zijn.			.76
Natuurkunde-onderwijs dient leerlingen inzicht te geven in maatschappelijke vraagstukken.			.77
In de natuurkundelessen moeten leerlingen gestimuleerd worden een eigen mening te vormen over maatschappelijke vraagstukken waarvan natuurkundige aspecten zitten.			.44
Praten over de gevolgen van fysische uitvindingen voor de samenleving moet onderdeel van de natuurkundeles zijn.			.47
Een natuurkundeleraar moet leerlingen opleiden tot maatschappij-kritische mensen.			.73

Belangrijke factoren

	I	II	III
<i>Leerlinggerichte opvatting</i>			
Leerlingen moeten zoveel mogelijk zelf hun werk organiseren.			.45
Het is belangrijk dat leerlingen door de natuurkundeles gestimuleerd worden fysische verschijnselen en wetten zoveel mogelijk in hun eigen woorden te beschrijven.			.68
Een leraar moet bevorderen dat iedere leerling op school zijn eigen mogelijkheden kan ontwikkelen.			.61
Je moet leerlingen tijdens de les vaak in de gelegenheid stellen om zelf keuzes te maken.			.73
De natuurkunde-stof moet aangeboden worden aan de hand van voor de leerlingen aansprekende situaties.			.56
De leraar moet bij de keuze van onderwerpen in eerste instantie aansluiten bij de beleevingswereld van leerlingen.			.49
Binnen het onderwerp dat aan de orde is, moeten leerlingen hun eigen interesse kunnen volgen.			.55

BIJLAGE 5.5 ITEMS VOOR ERVAREN LEEFWERELD- EN PARTICIPATIEGERICHTHEID IN DEELONDERZOEK IV

LEEFWERELDGERICHTHEID

- In de natuurkundeles wordt de werking van apparaten uitgelegd die je ook buiten de school tegenkomt.
- In de natuurkundeles laat de leraar zien wat alledaagse dingen om je heen met natuurkunde te maken hebben.
- De opdrachten of vraagstukken die leerlingen moeten maken, gaan over dingen die je ook in het dagelijks leven kunt tegenkomen.
- In de natuurkundeles praten we over wat je aan natuurkunde kunt hebben.
- De leraar laat zien dat de natuurkunde die we leren, belangrijk is voor ons eigen leven.

VERBALE PARTICIPATIE

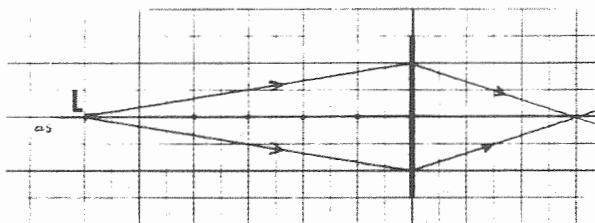
- In de natuurkundeles discussiëren leerlingen over natuurkunde-onderwerpen.
- Leerlingen geven in de natuurkundeles hun mening over allerlei dingen.
- In de natuurkundeles wordt door de leraar echt iets gedaan met wensen en opmerkingen van leerlingen.
- Leerlingen proberen vragen te beantwoorden die opgekomen zijn bij discussies in de klas.

ONDERZOEK

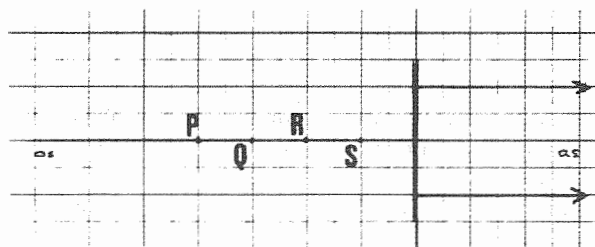
- Leerlingen doen zelf proeven in de natuurkundeles.
- Leerlingen bedenken zelf onderzoekjes of proeven.
- Leerlingen trekken zelf conclusies uit een leestekst, onderzoek of proef.
- Als leerlingen een vraagstuk of opdracht moeten oplossen doen ze dat door een proef te gaan doen.
- In de natuurkundeles kunnen leerlingen proeven doen over iets dat ze zelf bedacht hebben.
- Bij een proef gebruiken leerlingen een boek of stencil waarin precies staat hoe zij het moeten doen.
- Leerlingen zoeken bij een proef zelf uit hoe ze die moeten uitvoeren.

BIJLAGE 6.1 DE TOETSEN IN HET TRANSFERONDERZOEK IN DE 4e
KLAS MAVO (DEELTOETS I = ITEM 1-11, DEELTOETS II
= ITEM 12-22).

- 1 Een leerling ontwerpt van een voorwerp een (scherp) beeld op een scherm.
De voorwerpsafstand v is 10 cm en de beeldafstand b is 15 cm.
Hoe groot is de brandpuntsafstand f van de lens?
- A 5 cm
B 6 cm
C 15 cm
D 45 cm
- 2 Gerrit doet enkele proefjes met één lens en een fietslampje als lichtbron.
Van een van de proefjes heeft hij de stralengang op schaal getekend in
onderstaande figuur.



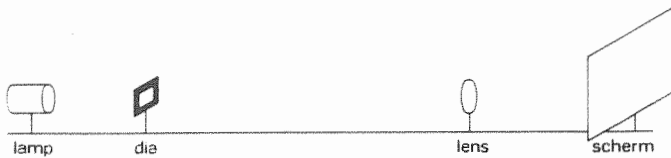
Bij een ander proefje met dezelfde lens merkte hij op dat de uittredende
lichtbundel evenwijdig aan de as liep (zie figuur).



Waar bevond zich bij die proef de lichtbron?

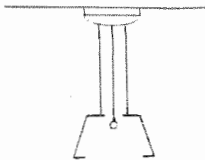
- A in punt P
B in punt Q
C in punt R
D in punt S

- 3 Men heeft op een scherm een scherp beeld van een dia, die verlicht wordt door een lamp (zie figuur). De voorwerpsafstand v is 30 cm; de beeldafstand b is 15 cm.
Men wil een groter beeld van de dia op het scherm hebben.



Op welke manier kan dit?

- A Men kan $v = 15$ cm maken en $b = 30$ cm door de lens naar de dia toe te schuiven.
 - B Men kan v en b kleiner maken en de lens vervolgens zo verschuiven dat weer een scherp beeld ontstaat.
 - C Men kan v en b groter maken en de lens vervolgens zo verschuiven dat weer een scherp beeld ontstaat.
 - D Men hoeft alleen maar het lampje naar links te verschuiven.
- 4 Boven de tafel hangt een lampekop met daarin een gloeilamp (zie figuur). Beide kunnen afzonderlijk hoger of lager gehangen worden. Men wil de lichtvlek op de tafel groter maken. Piet zegt: 'dan moet je de gloeilamp laten zakken'. Ria zegt: 'dan moet je de lampekop laten zakken'.



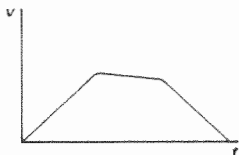
Wie heeft er gelijk?

- A geen van beiden
- B alleen Ria
- C alleen Piet
- D zowel Piet als Ria

- 5 Bij een proef met een bepaalde lens meet men bij een voorwerpsafstand van 6 cm een beeldafstand die eveneens 6 cm is. Men verschuift het voorwerp 2 cm waardoor de voorwerpsafstand 4 cm wordt. Hoe groot wordt nu de beeldafstand?

A 3 cm
 B 4 cm
 C 8 cm
 D 12 cm

- 6 Hieronder is het v, t -diagram getekend van de beweging van een speelgoedautootje zonder motor.



Van welke van onderstaande situaties geeft het diagram de beweging weer?

- A Het autootje rijdt een helling op, dan op een horizontaal stuk en vervolgens een helling af; er is geen wrijving.
 B De beweging is als in A, maar er is wel wrijving.
 C Het autootje rijdt een helling af, dan op een horizontaal stuk en vervolgens een helling op; er is geen wrijving.
 D De beweging is als in C, maar er is wel wrijving.
- 7 Een bromfietser rijdt van Maarssen naar Utrecht-centrum, een afstand van 8 km. De eerste 6 km worden in 10 minuten afgelegd, de laatste 2 km in de stad in 5 minuten. Wat is de gemiddelde snelheid over de totale afstand?
- A 24 km/h
 B 30 km/h
 C 32 km/h
 D 36 km/h

- 8 Een vader maakt verlichting voor het poppenhuis van zijn dochtertje. Hij gebruikt een batterij en twee lampjes. De lampjes zijn gemaakt voor de spanning die de batterij aangeeft. De stroomsterkte is op de lampjes aangegeven. Hoe moeten de lampjes geschakeld worden en hoeveel stroom moet de batterij leveren?

schakeling	stroomsterkte door de batterij
A in serie	de aangegeven stroom
B in serie	2x de aangegeven stroom
C parallel	de aangegeven stroom
D parallel	2x de aangegeven stroom

- 9 P, q en r zijn draden van hetzelfde metaal,
p is even lang als q, maar dikker,
r is even dik als q, maar langer.

P 

q 

r 

De draden worden alle drie op dezelfde spanning aangesloten.
Door welke gaat de meeste stroom en door welke de minste?

- A door p de meeste, door q de minste
B door p de meeste, door r de minste
C door r de meeste, door p de minste
D door r de meeste, door q de minste
- 10 Hieronder zijn een gloeilamp en een TL getekend.
Ze geven beide evenveel licht.

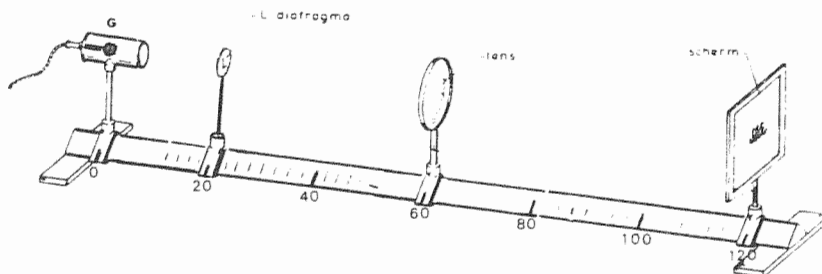


40W
220 V

Door de gloeilamp door een TL te vervangen kan je zuiniger verlichten.
Hoeveel bespaar je jaarlijks als het licht per jaar ongeveer 1200 uur brandt?

- A 72 kWh
B 120 kWh
C 244 kWh
D $22 \cdot 10^3$ kWh
- 11 Een vat bevat 2000 liter (= 2000 kg) water van 15°C.
De temperatuur van het water wordt verhoogd tot 75°C. De soortelijke
warmte van water is 4,2 kJ/kg.°C.
Hoeveel warmte heeft het water dan opgenomen?
- A $7,56 \cdot 10^5$ kJ
B $6,30 \cdot 10^5$ kJ
C $5,04 \cdot 10^5$ kJ
D $1,25 \cdot 10^5$ kJ

- 12 Een leerling heeft onderstaande opstelling gemaakt. Het gloeilampje G verlicht het L-diafragma. Op het scherm wil de leerling via de lens een (scherp) beeld van de L verkrijgen. Bij deze opstelling ziet hij echter een scherpe afbeelding van de gloeidraad van het lampje (G).



Welk antwoord krijgt de leerling als hij de brandpuntsafstand van de lens goed bepaald heeft?

- A 15 cm
 - B 24 cm
 - C 30 cm
 - D 40 cm
- 13 In onderstaande tabel zijn de waarnemingen genoteerd, die een leerling heeft gedaan bij een optica practikum met één lens.

Waarneming	v in cm	b in cm
nr. 1	60	30
nr. 2	40	40
nr. 3	30	60
nr. 4	20	90

De waarnemingen nr. 1 en 2 zijn juist.

Wat kun je zeggen van de overige waarnemingen?

- A nr. 3 en 4 zijn beide juist
- B alleen 3 is juist
- C alleen 4 is juist
- D zowel nr. 3 als nr. 4 zijn onjuist.

- 14 Men heeft met behulp van een diaprojector een dia scherp afgebeeld op een verplaatsbaar scherm. Het beeld is echter te groot voor het scherm. Hoe kan de dia volledig afgebeeld worden op het scherm?

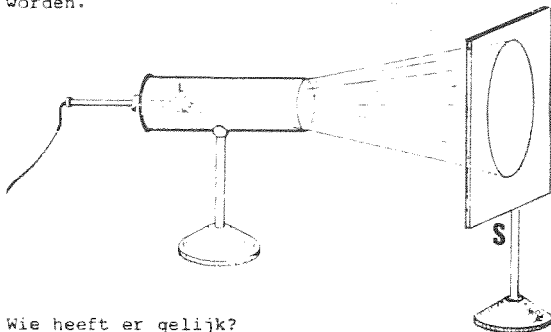
Piet: 'Het scherm moet in de richting van de projector verschoven worden en de lens van de projector moet iets uitgedraaid worden, dat wil zeggen de lens komt verder van de dia af.'

Jan: 'Nee, het scherm moet van de projector af geschoven worden en de lens van de projector moet iets ingedraaid worden, dat wil zeggen de lens komt dichterbij de dia.'

Wie heeft gelijk?

- A alleen Piet
- B alleen Jan
- C geen van beiden

- 15 Bij lichtproeven gebruikt men een lamphouder die bestaat uit een metalen cilinder waarin een gloeilamp L verschoven kan worden (zie figuur). Als de gloeilamp brandt ontstaat er op het scherm S een lichtvlek. De lichtvlek wil men groter maken. Frans beweert dat de lamphouder met lamp dichterbij het scherm geplaatst moet worden. Ellen zegt dat het lampje L in de houder naar rechts geschoven moet worden.

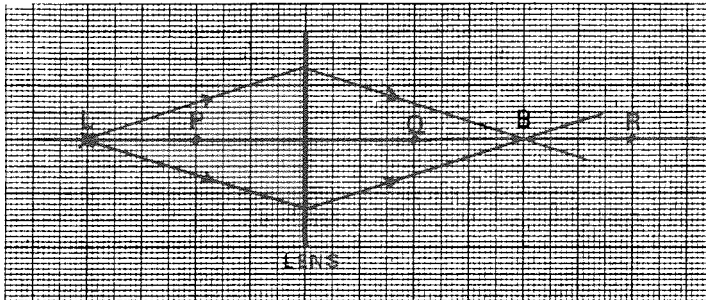


Wie heeft er gelijk?

- A geen van beiden
- B alleen Frans
- C alleen Ellen
- D zowel Frans als Ellen

- 16 In onderstaande figuur is aangegeven hoe een lichtbundel afkomstig van lichtbron L door een bepaalde lens wordt gebroken en zo het beeldpunt B vormt.

Men verplaatst de lichtbron L naar punt P (zie figuur).



Welke van de onderstaande uitspraken is dan juist?

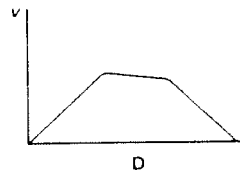
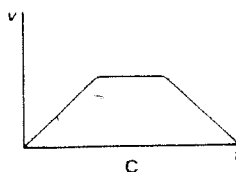
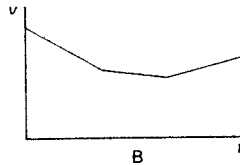
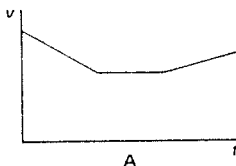
- A De gebroken bundel divergeert dan.
 - B De gebroken bundel loopt dan evenwijdig aan de as verder.
 - C Er wordt een beeld gevormd in Q.
 - D Er wordt een beeld gevormd in R.
- 17 Een speelgoedautootje zonder motor wordt op een rijbaan bij P losgelaten en rijdt naar Q (zie figuur).



Er is sprake van wrijving.

Van de beweging van het autootje wordt een v, t -diagram gemaakt.

Welke van onderstaande diagrammen is het resultaat?

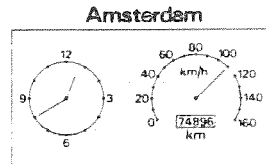
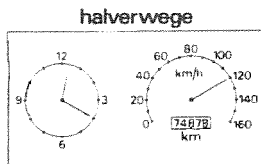
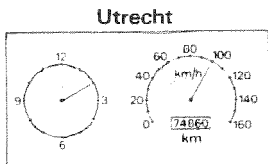


- 18 Een auto rijdt van Utrecht naar Amsterdam.

In het dashboard zitten onder andere een klokje, een kilometerteller en een snelheidsmeter.

Hieronder is het dashboard weergegeven voor het begin van de rit, halverwege en aan het eind van de rit.

Hoe groot is op grond van deze gegevens de gemiddelde snelheid over het hele traject?



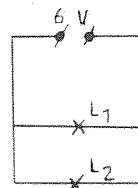
- A 54 km/h
- B 72 km/h
- C 110 km/h
- D 120 km/h

- 19 Op een spanning van 6 volt sluit men de lampjes L_1 en L_2 aan (zie figuur).

Op beide lampjes staat 6V; 0,3A.

Men vraagt nu:

- I Op welke spanning branden de lampjes in deze schakeling?
- II Hoe groot is de stroom die de spanningsbron levert?



spanning	geleverde stroom
A 3V	0,3A
B 3V	0,6A
C 6V	0,3A
D 6V	0,6A

- 20 Bij een proefje wordt een metaaldraad, aangesloten op een accu, gebruikt als dompelaar om water op te warmen. Omdat het nogal langzaam gaat wil men het vermogen van deze dompelaar vergroten. Er worden drie manieren overwogen:

- 1 naast de gebruikte draad een tweede, gelijke draad aansluiten;
- 2 een draad nemen die tweemaal zo kort is als de gebruikte, maar verder gelijk;
- 3 een draad nemen die tweemaal zo lang is als de gebruikte, maar verder gelijk.

Op welke manier(en) vergroot men het vermogen van de dompelaar?

- A op manier 1 wel, op manier 2 niet
- B op manier 1 wel, op manier 3 niet
- C op manier 3 wel, op manier 1 niet
- D op manier 3 wel, op manier 2 niet

- 21 Een koelkast met vermogen 150W is aangesloten op de netspanning van 220V en draait per dag gemiddeld 6 uur.

Hoeveel energie gebruikt de koelkast per dag?

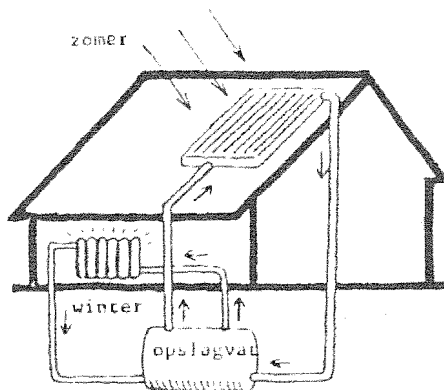
- A 0,9 kWh
- B 900 kWh
- C 3,3 kWh
- D 25 kWh

- 22 Op een huis is een zonnecollector geïnstalleerd.

De warmte die 's zomers wordt opgevangen wordt opgeslagen in een tank met water. 's Winters kan die warmte weer gebruikt worden.

Hoeveel warmte gebruikt men in de winter uit de tank als het water aan het eind van de zomer 65°C en aan het eind van de winter 20°C?

In het opslagvat zit 10.000 liter water.



Tabel met enige gegevens van water

Dichtheid	$1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
Soortelijke warmte	$4,2 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$
Smeltpunt	273 K
Smeltwarmte	$3,34 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$
Verdampingswarmte	$22,6 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$
Kookpunt	373 K

- A $4,8 \cdot 10^5 \text{ kJ}$
- B $1,89 \cdot 10^6 \text{ kJ}$
- C $2,73 \cdot 10^6 \text{ kJ}$
- D $2,26 \cdot 10^{10} \text{ kJ}$

BIJLAGE 6.2 DE SCHAALBAARHEIDSCOEFFICIENT VAN SHEVELL

Shevell heeft een algemene maat ontwikkeld die voor uiteenlopende schaalmodellen (dominantie- en gelijkensdata) kan aangeven in welke mate aan het schaalmodel voldaan is. De coëfficiënt heeft *maximaal* de waarde 1 (in een deterministisch model). De coëfficiënt = 0 als de op grond van toeval verwachte antwoorden worden gevonden. De coëfficiënt heeft de volgende vorm (Shevell, 1975, blz. 7):

$$\hat{S} = \frac{\frac{m}{n_1} - p}{1-p} \quad (1)$$

Uitgaande van schema 6.1 en het door ons gepostuleerde dominantiemodel hebben m , n_1 en p de volgende betekenis:

n_1 = aantal leerlingen dat 1 van de 2 items goed heeft = $N_{10} + N_{01}$ (zie schema 6.1).

m = aantal van deze n_1 antwoordpatronen dat verenigbaar is met het model (dat het T-item het S-item domineert), dit is dus = N_{10} .

p = kans dat een random antwoordpatroon met 1 van de 2 items goed, verenigbaar is met het model (= $\frac{1}{2}$; immers er zijn 2 antwoordpatronen 1-0 of 0-1; alleen het eerste patroon is verenigbaar met het gepostuleerde dominantiemodel).

Als we deze waarden substitueren in formule 1, resulteert dit in:

$$\hat{S} = \frac{2N_{10}}{N_{01} + N_{10}} - 1 = \frac{N_{10} - N_{01}}{N_{10} + N_{01}} \quad (2)$$

BIJLAGE 6.3 TOETSING OF DE SHEVELL SCHAALBAARHEIDSCOEFFICIENT $\hat{S}$ IN PLON-EN CONTROLEGROEP VERSCHILLEN

Voor iedere curriculumgroep berekenen we per itemkoppel $\hat{S} = \frac{N_{10} - N_{01}}{N_{10} + N_{01}}$

De steekproefverdeling van $\hat{S}$ is bij benadering normaal verdeeld met gemiddelde = 0 en standaarddeviatie $\frac{1}{\sqrt{N_{01} + N_{10}}}$ (zie Shevell, 1975).

Hieruit volgt dat voor 2 populaties (PLON- en controle-groep) de toetsingsgrootte $z = \frac{\hat{S}_p - \hat{S}_c}{\sqrt{\frac{1}{N_{01p} + N_{10p}} + \frac{1}{N_{01c} + N_{10c}}}}$ standaardnormaal verdeeld is.

(zie bijvoorbeeld Hays, 1976, p. 313-315).

We zouden deze toetsing nu kunnen uitvoeren voor ieder van de itemkoppels. Beter is het om een simultane toetsing over alle itemkoppels tegelijk uit te voeren (zie Miller, 1981 of Mellenbergh, 1976, p. 14-24). Dit houdt in dat we bij ieder van de S-T koppels die aan de twee criteria uit §6.2.3 voldoen in eerste instantie niet een toets met significantieniveau α uitvoeren, maar met een lager significantieniveau, namelijk α gedeeld door het aantal koppels. Alleen als één of meer van deze toetsen significant zijn, toetsen we vervolgens de verschillen tussen PLON- en controle-groep bij ieder afzonderlijk koppel met het gewone significantieniveau α .

BIJLAGE 7.1 BRIEF AAN DE PLON-LERAREN BIJ AANBIEDING VAN DE VOORTTESTS

Geachte leraar,

Aan het eind van het vorige schooljaar heeft U (of iemand anders van de sectie natuurkunde) de bereidheid uitgesproken mee te werken aan een landelijk onderzoek onder leerlingen van de 4^e klas HAVO naar hun houding t.o.v. de mechanicalessen en de begripsverwerving in die lessen. U werd daarbij genoemd als contactpersoon. We zijn heel blij dat U medewerking wilt verlenen aan ons onderzoek en danken U bij voorbaat voor Uw inspanning.

Zoals afgesproken ontvangt U hierbij de vragenlijsten en andere onderzoeksinstrumenten. We verzoeken U deze in 2 lesuren, vóórdat U met het thema 'Verkeer' begint aan de leerlingen af te nemen. (De lijsten en toetsen voor afname aan het eind van het thema 'Verkeer' zullen U t.z.t. worden toegestuurd.)

Iedere leerling krijgt 2 vragenlijstboekjes in te vullen. Eerst het blauwe boekje en daarna in een volgend lesuur het andere boekje. Aan het eind van deze brief vindt U wat informatie voor de algehele introductie van het onderzoek en ten behoeve van de afname van de vragenlijsten. Mocht U na lezing daarvan nog vragen hebben dan kunt U mij altijd bellen.

Wij verzoeken U de lijsten na afloop niet te bespreken, omdat enkele vragen wellicht bij de 2^e afname later in het kwartaal terugkomen.

Wanneer U daar prijs opstelt kunnen wij U behalve landelijke gegevens ook gegevens over de resultaten van de vragenlijstafname in Uw klas verstrekken. Op het antwoordstrookje kunt U aangeven of U een dergelijke rapportage op prijs stelt. Deze antwoordstrook kunt U tezamen met de ingevulde vragenlijsten aan ons opsturen in bijgaande geadresseerde en gefrankeerde antwoordenvolpoe.

Met dank voor de medewerking en met vriendelijke groet.

Ronny Wierstra

INFORMATIE TEN BEHOEVE VAN DE AFNAME

Het lijkt ons belangrijk om de leerlingen voorafgaande aan het invullen van de lijsten te vertellen dat het onderzoek door een extern instituut wordt uitgevoerd. Het moet de leerling duidelijk zijn dat het onderzoek niet door de school gedaan wordt, maar dat de school (sectie) om medewerking gevraagd is. Niemand van de school komt te weten hoe een leerling de vragenlijst heeft ingevuld. (De naam op de voorkant dient alleen om te weten welke vragenlijsten door dezelfde leerling zijn ingevuld. Het is op zichzelf niet belangrijk welke leerling dat is). We verzoeken

BIJLAGE 7.2 BRIEF AAN DE NIET-PLON-LERAREN BIJ AANBIEDING VAN DE NATESTS

Geachte leraar,

Hierbij ontvangt U de laatste zending leerlingvragenlijsten voor het onderzoek aan het leerstofonderdeel mechanica in 4-HAVO. We verzoeken u de lijsten niet na het totale thema Mechanica af te nemen, maar na het kinematica en dynamica deel (dus vóórdat u met arbeid en mechanische energie begint)¹

Naast de leerlingvragenlijsten vindt U hierbij ook één vragenlijstboekje dat voor U bestemd is (blauwe vragenlijst voor de leraar).

Het pakket voor de leerling bestaat uit 2 boekjes: het groene boekje, bestaande uit vragenlijsten en het rode boekje, zijnde een toets. Indien mogelijk verzoeken wij u eerst het groene boekje af te nemen en in een volgend uur de toets.

We zouden het zeer op prijs stellen als U beide boekjes wilt afnemen aan de klas(sen) die ook de vorige keer heeft (hebben) meegedaan. De voormetingen verliezen hun waarde als ze niet door deze nieuwe afname gevolgd worden. Leerlingen uit die klas(sen) die door omstandigheden vorige keer niet hebben meegedaan, kunnen nu wel meedoen.

Tot slot danken we U bij voorbaat voor Uw medewerking aan dit onderzoek en vragen U de lerarenvragenlijst en de leerlingboekjes z.s.m. na afname aan ons op te sturen in bijgaande gefrankeerde retourenvelop. We kunnen dan snel aan de gegevensverwerking beginnen en U - als U daar prijs op stelt - ook uitgesplitste gegevens van Uw klas(sen) opsturen.

Met vriendelijke groet,

Ronny Wierstra

1. N.B. In de instructies aan de leerlingen hebben we gezegd dat alle vragenlijsten betrekking hebben op het leerstofonderdeel "krachten en bewegingen" en niet op de natuurkunde in het algemeen. Wilt u, indien nodig, aan de leerlingen duidelijk maken op welke voorgaande lessen de vragenlijsten betrekking hebben. (Misschien heeft u altijd de term mechanicalessen naar de leerlingen toe gebezigd).

**BIJLAGE 7.3 SCHALEN VOOR LEEFWERELD- EN PARTICIPATIEGE-
RICHTHEID (L, RESP. P)**

De volgende vragen hebben betrekking op de onderwerpen en activiteiten, die in de natuurkundeles kunnen voorkomen. Het gaat er nu om dat je aangeeft, hoe vaak naar jouw mening deze onderwerpen en activiteiten bij de lessen over krachten en bewegingen aan bod zijn geweest.

Een voorbeeld: (bijna) nooit zeer vaak

In de natuurkundeles werkten we in groepen 1 2 3 4 5

Als je vindt dat dit zeer vaak is voorgekomen, omcirkel je dus 5; als je daarentegen vindt dit (bijna) nooit voorkwam, omcirkel je 1. De andere cijfers liggen daar tussenin.

Sommige vragen lijken misschien op elkaar, maar maak je daar niet druk om.

Geef zoveel mogelijk je eerste indruk.

nooit	(bijna) nooit	zeer vaak
-------	---------------	-----------

In de lessen ging het behalve over natuur- kundige wetten en principes ook over maatschappelijke en historische achter- gronden. (L)	1	2	3	4	5
---	---	---	---	---	---

In de lessen waren we zelf actief met de stof bezig. (P)	1	2	3	4	5
--	---	---	---	---	---

Een onderdeel van de natuurkundelessen was praten over de gevolgen van natuurkundige ontdekkingen voor de samenleving. (L)	1	2	3	4	5
--	---	---	---	---	---

Natuurkundige theorie en wat je ermee kunt doen werden als één geheel behandeld. (L)	1	2	3	4	5
--	---	---	---	---	---

	1	2	3	4	5
In de lessen konden we proberen doen over iets dat we zelf bedacht hadden. (P)					

Verschijselen uit het dagelijks leven die met krachten en bewegingen te maken hadden, werden verklaard met behulp van natuurkunde. (L)

	(bijna) nooit				zeer vaak
Er werden dingen behandeld die je van pas kunnen komen als je straks een praktische beroepsopleiding zou gaan volgen. (L)	1	2	3	4	5
In de natuurkundelessen werd aandacht besteed aan informatie uit kranten en tv. (L)	1	2	3	4	5
In de natuurkundelessen deden we veel zelf. (P)	1	2	3	4	5
De klas bepaalde mee wat er in de les gebeurde. (P)	1	2	3	4	5
Wij hadden gelegenheid om zelf te bedenken met welke onderwerpen uit de natuurkunde wij aan de slag wilden. (P)	1	2	3	4	5
In de natuurkundelessen werd aandacht besteed aan het uitleggen van apparaten die je in het dagelijks leven tegenkomt. (L)	1	2	3	4	5
In de lessen deden we zelf proeven. (P)	1	2	3	4	5
Niet alleen de leraar, maar ook de leerlingen beslisten over de volgorde en inhoud van de stof. (P)	1	2	3	4	5
De leraar gaf ons veel eigen verantwoordelijkheid. (P)	1	2	3	4	5
In de lessen kwamen er situaties van buiten de school aan bod die je lieten zien wat natuurkunde met het dagelijks leven te maken heeft. (L)	1	2	3	4	5
Wij mochten zelf uitzoeken welke onderzoeken of proeven er gedaan werden. (P)	1	2	3	4	5
De vraagstukken die we kregen gingen over onderwerpen uit het dagelijks leven. (L)	1	2	3	4	5
Natuurkundige formules werden zo behandeld, dat je kon zien wat je er in de praktijk mee kunt doen. (L)	1	2	3	4	5

	(bijna) nooit				zeer vaak
In de lessen werd er gediscussieerd over natuurkundige onderwerpen. (P)	1	2	3	4	5
Behalve de leraar, trokken ook de leerlingen conclusies uit een onderzoek, proef of boek. (P)	1	2	3	4	5
De theorie werd geïllustreerd aan de hand van voorbeelden uit het dagelijks leven. (L)	1	2	3	4	5
In de lessen was de leraar aan het woord. (P)	1	2	3	4	5
In de lessen werden praktische toepassingen van de natuurkunde behandeld. (L)	1	2	3	4	5
De leraar liet je ruimte voor eigen initiatieven. (P)	1	2	3	4	5
De proeven hadden te maken met dingen uit het dagelijks leven. (L)	1	2	3	4	5

BIJLAGE 7.4 LERAREN OVER LEEFWERELDGERICHTHEID

Voor- en nadelen van een leefwereldgerichte behandeling van mechanica die leraren noemen (aan het eind van de leefwereld- en participatiegerichtheidsvragenlijst mechanica). De vraag luidde: "Leerlingen in de mechanicalessen confronteren met situaties uit het dagelijks leven heeft m.i. de volgende voordelen/nadelen.

Voordelen

- Het inzicht geven dat natuurkunde verweven is met veel dingen om je heen en niet een op zich staand vak is.
- Inzicht vergroten, genuanceerder denken over verkeersveiligheid.
- Duidelijk maken wat je met natuurkunde kunt doen om processen te begrijpen en beschrijven.
- Ze kunnen het zich beter voorstellen (sommige leerlingen tenminste).
- Ik gebruik veel situaties uit het dagelijks leven waarbij juist dat begrip wat ik wil gaan bespreken duidelijk tot uiting komt.
- De herkenbaarheid; natuurkunde is uit de praktijk ontstaan!
- Dit boeit de leerlingen meer en past in hun belevingswereld. Het brengt gemakkelijker discussies op gang.

Nadelen of kritische kanten

- Velen op de HAVO interesseert het maar zeer weinig
- Ik behandel bijna nooit apparaten of machines waar veel verschillende delen van de natuurkunde gebruikt worden, omdat de leerlingen volgens mij dan geen inzicht in de aparte delen kunnen krijgen. Op het eind van de 5^e klas is dat wel nuttig.
- De praktijk zit ingewikkelder in elkaar, zodat je met je huidige kennis niet alles kunt verklaren.

- Het vergroot de motivatie en de herkenbaarheid.
- Motivatie (herkenbaarheid)
- Voordeel voor de goede leerlingen die met de theoretische basisstof geen moeite hebben.
- Extra belangstelling
- Dan spreekt het de leerlingen aan.
- Eenvoudiger situaties zijn vaak wel goed bruikbaar om de kern van de theorie te illustreren en concreet te maken.
- Meer gemotiveerd
- Kennis die functioneel is in het dagelijks leven
- Herkenbaarheid, betrokkenheid
- Het sticht daarnaast ook verwarring als de herkenning uitblijft.
- De realiteit is vaak zo complex dat te veel vereenvoudigd moet worden om op HAVO stof, en wel alleen mechanica, uit te komen dat van realiteit geen sprake meer is.
- Nadeel voor de zwakke leerlingen die met standaardproblemen uit het boek al veel moeite hebben.
- Heeft alleen zin in combinatie met de bijbehorende theorie (geen doel op zichzelf).
- Dagelijkse voorbeelden zijn vaak natuurkundig en technisch complex.
- Wel oppassen dat structuren duidelijk worden.
- Een goede werksfeer en relatie klas-leraar is zo noodzakelijker dan bij een "droge methode". Mijn relatie met deze klas is niet goed.
- De werkelijkheid is vaak moeilijker!

- Probleemherkenning en wellicht beter onthouden van natuurkundige relaties
- Belangwekkender, interessanter en natuurlijker.
- Betrokkenheid, motivatie, relevantie
- Beter begrijpen van de stof.
- Sommige leerlingen begrijpen de stof beter.
- De mechanica-regels en formules gelden niet of nauwelijks; een modelmatige benadering heeft dan voordelen.
- Botsende auto's k n vervelende herinneringen oproepen bij leerlingen die bij echte botsingen betrokken zijn geweest.
- De klassieke mechanica-formules moeten er wel in gestopt worden: soms een beetje gekunsteld.
- De werkelijkheid is complex. Leerlingen voelen zich dan snel onzeker "Wat heb ik nou geleerd?" vragen ze zich dan af.
- Velen verwarren de slordige termen uit het dagelijks leven met de fysisch juiste betekenis. (Vb. windkracht-windenergie-windsnelheid zijn in dagelijks leven vaak synoniemen.)

BIJLAGE 7.5 DE SCHALEN VOOR DE ATTITUDE T.O.V. LEEFWERELD- EN PARTICIPATIEGERICHT NATUURKUNDE-ONDERWIJS

Nu je een paar jaar natuurkunde hebt gehad, heb je misschien voor bepaalde onderwerpen en activiteiten die in de les kunnen voorkomen, een grotere voorkeur dan voor andere. In deze vragenlijst proberen we iets over jouw voorkeur te weten te komen. De beantwoording van de vragen gaat als volgt. Bij elke vraag worden twee mogelijkheden aangegeven, mogelijkheid a en b. Het is de bedoeling dat je aangeeft welk van beide mogelijkheden jouw voorkeur heeft.

	voor- keur voor a	lichte voor- keur voor a	geen voor- keur	lichte voor- keur voor b	voor- keur voor b
	1	2	3	4	5
a) in de les doen we allemaal hetzelfde					
b) in de les kan de ene leerling iets anders doen dan de andere					

Stel nu, dat je zonder meer de voorkeur geeft aan bijvoorbeeld mogelijkheid a, dan omcirkel je 1. Als je wat minder goed kunt kiezen uit a of b, maar je hebt toch een lichte voorkeur voor een van beide, dan omcirkel je 2 bij een lichte voorkeur voor a, en 4 bij een lichte voorkeur voor b. Heb je echt helemaal geen voorkeur voor a of b, dan omcirkel je 3. Doe dat echter alleen als je het echt niet weet, of als het je echt niets uitmaakt; denk er dus goed over na of je het een toch niet iets liever hebt dan het andere.

Het is niet belangrijk of in de natuurkundelessen zoals je die tot nu toe gehad hebt, mogelijkheid a of b van toepassing was. Het gaat erom wat jij het liefste hebt, los van wat er in jouw lessen is gebeurd de afgelopen jaren. Er zijn ook geen goede of foute antwoorden; jouw voorkeur kan best anders zijn dan die van een andere leerling.

	keur voor a	voor- keur voor a	voor- keur	voor- keur voor b	keur voor b
	1	2	3	4	5
a) Praktijksituaties worden gebruikt om de theorie te illustreren.					
b) Praktijksituaties worden gebruikt om te laten zien wat natuurkunde met het dagelijks leven te maken heeft. (L)					

De leerling kan de leerling de
 informatie geven over de
 achtergrond van de
 natuurkundige wetten en
 principes.

voor- lichte geen lichte voor-
 keur voor- voor- voor- keur
 voor a keur keur keur voor b
 voor a voor b

- a) In de lessen gaat het alleen over de natuurkundige wetten en principes.
- b) In de lessen wordt daarnaast ook nog informatie gegeven over de maatschappelijke en historische achtergronden. (L)

De leerling kan de leerling de
 informatie geven over de
 achtergrond van de
 natuurkundige wetten en
 principes.

1 2 3 4 5

- a) Alleen de leraar bepaalt welke onderzoeken of proeven er gedaan worden.
- b) De leerlingen mogen zelf ook uitzoeken welke onderzoeken of proeven er gedaan worden. (P)

De leerling kan de leerling de
 informatie geven over de
 achtergrond van de
 natuurkundige wetten en
 principes.

1 2 3 4 5

- a) Als de leraar een opdracht of een proef opgeeft, dan vertelt hij precies over welk stukje theorie dat gaat.
- b) Als de leerlingen een proef moeten doen, of een opdracht krijgen, zoeken ze zelf uit om welk stukje theorie het gaat. (P)

De leerling kan de leerling de
 informatie geven over de
 achtergrond van de
 natuurkundige wetten en
 principes.

1 2 3 4 5

- a) Een probleem uit het dagelijks leven is uitgangspunt voor de lessen. (L)
- b) Een probleem uit de natuurkunde is het uitgangspunt voor de lessen.

De leerling kan de leerling de
 informatie geven over de
 achtergrond van de
 natuurkundige wetten en
 principes.

1 2 3 4 5

- a) Als de leraar tijd over heeft, probeert hij je te laten zien wat natuurkunde met de dingen om je heen te maken heeft. (L)
- b) Als de leraar tijd over heeft dan behandelt hij extra examenopgaven.

De leerling kan de leerling de
 informatie geven over de
 achtergrond van de
 natuurkundige wetten en
 principes.

1 2 3 4 5

	voor- keur voor a	lichte voor- keur voor a	geen voor- keur	lichte voor- keur voor b	voor- keur voor b
a) De leerlingen krijgen vraagstukken waaraan je kunt zien dat ze iets met het dagelijks leven te maken hebben. (L)	1	2	3	4	5
b) De leerlingen krijgen vraagstukken waarbij niet zo direct duidelijk is of ze iets met het dagelijks leven te maken hebben.					
a) De leraar doet demonstratieproeven.	1	2	3	4	5
b) In de les doen de leerlingen zelf proeven. (P)					
a) Alleen de leraar beslist over de volgorde en inhoud van de stof.					
b) De leerlingen beslissen mee over de volgorde en inhoud van de stof. (P)	1	2	3	4	5
a) In de lessen worden praktische toepassingen van de natuurkunde behandeld. (L)	1	2	3	4	5
b) In de lessen worden theoretische wetten verklaard.					
a) De leraar trekt conclusies uit een onderzoek, proef of boek.	1	2	3	4	5
b) De leerlingen trekken conclusies uit een onderzoek, proef of boek. (P)					
a) In de lessen wordt de nadruk gelegd op natuurkundige formules.	1	2	3	4	5
b) In de lessen wordt de nadruk gelegd op het begrijpen van de dingen om je heen. (L)					
a) In de les doen de leerlingen zelf proeven. (P)	1	2	3	4	5
b) In de les zitten de leerlingen naar de leraar te luisteren.					

De vragen hieronder gaan over hetzelfde als de vorige vragen, dus over jouw voorkeur voor bepaalde onderwerpen en activiteiten in de les. De formulering is alleen iets anders. Er wordt nu steeds maar één mogelijkheid gegeven. Je hoeft dus niet meer te kiezen, maar je kunt nu aangeven hoe vaak die mogelijkheid volgens jou moet voorkomen. Een voorbeeld:

In de natuurkundeles heb je iets te zeggen over de manier waarop de stof behandeld wordt.

nooit zelden soms vaak zeer
vaak

Ik wil graag dat dit 1 2 3 4 5 voorkomt

Als je wilt dat dit zeer vaak voorkomt, omcirkel je dus 5; als je niet wilt dat leerlingen hier iets over te zeggen hebben, omcirkel je 1. De andere cijfers liggen daar tussenin.

nooit zelden soms vaak zeer
vaak

Een onderdeel van de natuurkundeles is praten over de gevolgen van natuurkundige uitvindingen voor de samenleving. (L)

1 2 3 4 5 voorkomt

Ik wil graag dat dit

In de les kunnen de leerlingen proeven doen over iets dat ze zelf bedenken. (P)

1 2 3 4 5 voorkomt

Ik wil graag dat dit

In de les discussiëren de leerlingen over natuurkundige onderwerpen. (P)

1 2 3 4 5 voorkomt

Ik wil graag dat dit

*nooit zelden soms vaak zeer
vaak*

In de natuurkundeles wordt
aandacht besteed aan informatie
uit kranten en t.v. (L)

Ik wil graag dat dit 1 2 3 4 5 voorkomt

In de natuurkundeles werken de
leerlingen in groepen. (P)

Ik wil graag dat dit 1 2 3 4 5 voorkomt

In de natuurkundeles krijgen
leerlingen te maken met maat-
schappelijke vraagstukken waar-
aan natuurkundige aspecten
zitten. (L)

1 2 3 4 5 voorkomt

Ik wil graag dat dit

In de natuurkundeles wordt
aandacht besteed aan het uitleg-
gen van apparaten die je in het
dagelijks leven tegenkomt. (L)

Ik wil graag dat dit 1 2 3 4 5 voorkomt

In de les doen de leerlingen zelf
proeven. (P)

Ik wil graag dat dit 1 2 3 4 5 voorkomt

BIJLAGE 7.6 SCHALEN VOOR ERVAREN LEERZAAMHEID EN WAARDERING VAN DE NATUURKUNDELESSEN

Je hebt nu al een paar jaar natuurkunde gehad. Je hebt dus een mening over natuurkunde en natuurkundelessen. We willen graag weten wat je daar van vindt. Daarom hebben we op de volgende bladzijden een aantal uitspraken opgeschreven, bijvoorbeeld:

erg	mee	weet	niet	erg
mee	eens	ik	mee	mee
eens	eigen-	eens	oneens	
	lijk			
	niet			

Ik vind het leuk als de leraar in de natuurkundeles een proef bespreekt

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Bij deze uitspraak kun je aangeven in hoeverre je het ermee eens bent. Er zijn geen goede of foute antwoorden, het gaat erom wat jij ervan vindt. Zoals je ziet staan rechts van de uitspraak 5 antwoorden met de cijfers 1 t/m 5.

Het cijfer 1 betekent dat je het met de uitspraak erg eens bent.

Het cijfer 5 betekent dat je het met de uitspraak erg oneens bent.

De andere cijfers (antwoorden) zitten daar tussen in.

Het is de bedoeling dat je over alle uitspraken jouw mening geeft door één antwoord (cijfer) waarvan je vindt dat het op jou van toepassing is te omcirkelen.

Bij het geven van je antwoord is het niet nodig dat je erg lang over een uitspraak nadenkt, want het gaat om je eerste indruk.

Als je je een keer vergist hebt en je wilt het antwoord veranderen, dan zet je een kruis (X) door het oude antwoord en omcirkel je het nieuwe:

dus zò:	vergissing	1	2	3	4	5
	nieuw antwoord	1	②	3	4	5

erg	mee	weet	niet	erg
mee	eens	ik	mee	mee
eens	eigen-	eens	oneens	
	lijk			
	niet			

Ik vind natuurkunde een leuk vak. (W)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Door de natuurkundelessen begrijp je meer van alledaagse dingen om je heen.
(LZ)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

	<i>erg mee eens</i>	<i>mee eens eigen-</i>	<i>weet ik eens lijk niet</i>	<i>niet mee oneens</i>	<i>erg mee</i>
Doordat je natuurkunde gehad hebt kun je beter bepaalde dingen uit kranten of TV begrijpen. (LZ)	1	2	3	4	5
Ik vind natuurkunde op school saai. (W)	1	2	3	4	5
Bij natuurkunde leer je zelfstandig problemen oplossen. (LZ)	1	2	3	4	5
Natuurkunde helpt je weinig om dingen uit je omgeving beter te begrijpen. (LZ)	1	2	3	4	5
Ik denk dat ik natuurkunde dit jaar wel leuk zal vinden. (W)	1	2	3	4	5
Ik vond de natuurkunde lessen meestal erg de moeite waard. (W)	1	2	3	4	5
Ik heb weinig van de natuurkundelessen geleerd. (LZ)	1	2	3	4	5
In de natuurkundeles ging de tijd snel voorbij. (W)	1	2	3	4	5
Natuurkunde zal nooit een liefhebberij van mij worden. (W)	1	2	3	4	5
Ik vind de natuurkunde-lessen vervelend. (W)	1	2	3	4	5
Je leert door de natuurkundelessen goed na te denken. (LZ)	1	2	3	4	5
In de natuurkundeles leer je weinig dingen waar je wat aan hebt. (W)	1	2	3	4	5
Ik vind de natuurkundestof weinig interessant. (W)	1	2	3	4	5
Ik heb veel geleerd over toepassingen van natuurkunde. (LZ)	1	2	3	4	5
Ik heb weinig van de proeven geleerd. (LZ)	1	2	3	4	5

BIJLAGE 7.7 SCHALEN VOOR ERVAREN LEERZAAMHEIDEN WAAR- DERING VAN DE MECHANICALESSEN (LZ, RESP. W)

In de afgelopen weken heb je les gehad over krachten en bewegingen. We willen graag weten wat je hiervan gevonden hebt. Daarom hebben we op de volgende bladzijden een aantal uitspraken opgeschreven. Deze hebben alleen betrekking op de lessen over krachten en bewegingen en niet op de natuurkundelessen in het algemeen.

Een voorbeeld:

erg	mee	weet	niet	erg
mee	eens	ik	mee	mee
eens		eigen-	eens	oneens
		lijk		
		niet		

Ik vond het leuk als de leraar in de natuurkundeles een proef besprak.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Bij deze uitspraak kun je aangeven in hoeverre je het ermee eens bent. Er zijn geen goede of foute antwoorden, het gaat erom wat jij ervan vindt. Zoals je ziet staan rechts van de uitspraak 5 antwoorden met de cijfers 1 t/m 5.

Het cijfer 1 betekent dat je het met de uitspraak erg eens bent.

Het cijfer 5 betekent dat je het met de uitspraak erg oneens bent.

De andere cijfers (antwoorden) zitten daar tussen in.

Het is de bedoeling dat je over alle uitspraken jouw mening geeft door één antwoord (cijfer) waarvan je vindt dat het op jou van toepassing is te omcirkelen.

Bij het geven van je antwoord is het niet nodig dat je erg lang voor een uitspraak nadenkt, want het gaat om je eerste indruk.

Als je je een keer vergist hebt en je wilt het antwoord veranderen, dan zet je een kruis (X) door het oude antwoord en omcirkel je het nieuwe:

Dus zò: vergissing

1	2	3	4	5
---	---	--------------	---	---

nieuw antwoord

1	②	3	4	5
---	---	---	---	---

erg	mee	weet	niet	erg
mee	eens	ik	mee	mee
eens		eigen-	eens	oneens
		lijk		
		niet		

Door deze lessen ben ik meer gaan begrijpen van alledaagse dingen om me heen. (LZ)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Ik heb weinig van de proeven geleerd. (LZ)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

	<i>erg mee eens</i>	<i>mee eens</i>	<i>weet ik eigen- lijk niet</i>	<i>niet mee eens oneens</i>	<i>erg mee oneens</i>
Ik heb in deze lessen veel geleerd over toepassingen van natuurkunde. (LZ)	1	2	3	4	5
Voordat de lessen begonnen, had ik er meestal weinig zin in. (W)	1	2	3	4	5
De lessen hebben er voor gezorgd dat ik beter bepaalde dingen uit kranten of TV begrijp. (LZ)	1	2	3	4	5
Ik vond de lessen saai. (W)	1	2	3	4	5
De lessen hielpen je weinig om dingen uit je omgeving beter te begrijpen. (LZ)	1	2	3	4	5
Ik vond deze lessen meestal de moeite waard. (W)	1	2	3	4	5
Ik heb weinig van deze lessen geleerd. (LZ)	1	2	3	4	5
In deze lessen ging de tijd snel voorbij. (W)	1	2	3	4	5
Ik vond deze lessen leerzaam. (LZ)	1	2	3	4	5
Ik vond de lessen vervelend (W)	1	2	3	4	5
In deze lessen leerde je weinig dingen waar je echt wat aan hebt. (LZ)	1	2	3	4	5
Ik vond de stof weinig interessant. (W)	1	2	3	4	5
De natuurkundelessen hebben mij het gevoel gegeven dat natuurkunde te maken heeft met de dingen om je heen. (LZ)	1	2	3	4	5

Kijk nu alleen nog even na of je geen vragen hebt overgeslagen en ga dan verder met het volgende onderdeel.

BIJLAGE 7.8 HET LEERVERSLAG

In deze vragenlijst willen we je vragen op te schrijven wat je van bepaalde onderdelen van mechanica geleerd hebt. Wij vragen je per onderdeel 2 leerervaringen op te schrijven. Daarmee bedoelen we die 2 dingen, waarvan je vindt dat je er het meest van geleerd hebt.

Wij zullen eerst twee voorbeelden geven van leerlingen die voor ons hebben opgeschreven wat zij geleerd hebben van andere lessen, namelijk over het onderwerp elektriciteit. De vraag die hen gesteld werd was:

Elektriciteit: 'Ik heb geleerd, dat/hoe.....

Voorbeeld 1: Ineke schreef op:

- hoe hoger de spanning over een lamp is, hoe meer stroom er doorheen gaat en hoe meer licht de lamp geeft.
- hoe ik een stekker kan repareren.

Voorbeeld 2: Ronny schreef op:

- dat de verhouding tussen de spanning over een draad en de stroom door die draad constant is, $\frac{V}{I} = R$
- dat onderzoekers als Volt, Ampère en Ohm belangrijk werk gedaan hebben op het gebied van de elektriciteitsleer. Daarom werden belangrijke eenheden naar hen genoemd: de volt voor spanning, de ampère voor stroom en de ohm voor weerstand.

Probeer in wat je opschrijft zo duidelijk en gedetailleerd mogelijk te zijn.

Schrijf dus niet op: Ik heb geleerd over stekkers.

maar wel: Ik heb geleerd uit welke onderdelen een stekker bestaat;

of: Ik heb geleerd hoe ik een kapotte stekker kan repareren.

niet: Ik heb geleerd over spanning en stroom.

wel: Ik heb geleerd hoe hoger de spanning over een lamp is, hoe meer stroom er doorheen gaat en hoe meer licht de lamp geeft.

of: Ik heb geleerd dat de verhouding tussen de spanning over een draad en de stroom door die draad constant is:

$$\frac{V}{I} = R.$$

Schrijf nu op wat je geleerd hebt over de volgende onderdelen:

Bewegingen:

Ik heb geleerd dat/hoe

Krachten:

Ik heb geleerd dat/hoe

Botsingen:

Ik heb geleerd dat/hoe

Enkele andere dingen die ik bij mechanica geleerd heb (en nog niet heb opgeschreven):

Ik heb geleerd dat/hoe

BIJLAGE 7.9 - VOORBEELDEN VAN L-CODES IN HET LEERVERSLAG

L1

- kracht is oorzaak van een snelheidsverandering
- dat er verschillende botsingen zijn, elastische en inelastische
- de 2^e wet van Newton
- de kracht via een veerunster te bepalen
- hoe kracht en versnelling samenhangen
- wat kracht en snelheid met elkaar te maken hebben
- dat voor een puntmassa die in bepaalde banen beweegt, bepaalde wetten gelden
- dat je proeven meerdere malen moet uitvoeren om een redelijk resultaat te krijgen.
- $F = m \cdot a$
- dat de snelheid van een voorwerp groter wordt als de kracht groter wordt
- dat de zwaartekracht 9,8 m/sec is
- dat alles wat beweegt niet van zelf vooruit komt. Er is altijd een kracht nodig om het voorwerp snelheid te geven. Hoe groter de kracht is, hoe meer snelheid het voorwerp krijgt.

L2

- mijn gewicht in de lift steeds verschillend is, terwijl mijn massa constant blijft
- hoe een lift er voor kan zorgen dat je verschillende massa's kan krijgen.
- hoe het mogelijk is een vrachtwagen op bierglazen te laten rusten zonder dat het glas breekt

L3

- over de kreukzone van een auto
- dat een veiligheidsgordel rek moet hebben
- wat er bij auto rijden allemaal komt kijken
- wat een gevaar je loopt in het verkeer
- wat er met de krachten in een veiligheidsgordel gebeurt
- dat de luchtweerstand op je fiets toeneemt, als je harder rijdt
- hoe langer de botsing duurt, hoe minder druk de inzittende op zich krijgt
- er krachten op de persoon in de auto uitgeoefend worden, die je kunt berekenen met formules
- hoe groter de kreukelzone, hoe kleiner de kracht
- hoe je kunt berekenen hoeveel afstand er op de linker rijstrook moet zijn tussen jou en een eventuele tegenligger als je wilt inhalen

BIJLAGE 7.10 TEKSTCONSTRUCTIETEST (VOORMETING)

In de komende tijd krijg je bij natuurkunde les over krachten, bewegingen botsingen en energie. Hierna geven we je steeds twee woorden die te maken hebben met de lessen over die onderwerpen. Het is de bedoeling dat je een stukje schrijft (van een paar zinnen) waarin beide woorden in verband met elkaar worden gebruikt. Waarover het stukje gaat mag je zelf weten.

Als voorbeeld geven we hieronder de teksten weer die drie leerlingen maakten over een ander onderwerp: elektriciteit.

Woorden: stroom, spanning.

Tekst: In het dagelijksleven kom je veel dingen tegen die met elektriciteit te maken hebben. de belangrijkste begrippen die daarbij een rol spelen zijn stroom en spanning. Hoe hoger de spanning over een lamp is, hoe meer stroom er doorheen gaat en hoe meer licht de lamp geeft.

Woorden: stroom, spanning.

Tekst van een andere leerling: De spanning van het elektriciteitsnet in huis is 220 V. Door de spanning kan een stopcontact stroom leveren bijvoorbeeld voor lampen, de koelkast of een kachel. Als je meer apparaten aansluit wordt er meer stroom door de centrale aan je huis geleverd, maar de spanning blijft gelijk.

Woorden: kortsluiting, zekering.

Tekst: Elektriciteit kan erg gevaarlijk zijn. Wanneer bijvoorbeeld ergens kortsluiting ontstaat kan er brand ontstaan. Bij kortsluiting gaan er erg grote stromen door de draden lopen. Een zekering zorgt ervoor dat in zo'n geval de stroom wordt onderbroken.

Wil je nu zelf twee stukjes schrijven die te maken hebben met de onderwerpen bewegingen, krachten en energie.

Woorden: versnelling, snelheid

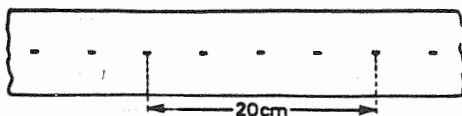
Tekst:

Woorden: kracht, versnelling.

Tekst:

BIJLAGE 7.11 DE MEERKEUZE-TOETS VOOR MECHANICA

1. Met een tijdtikker is de beweging van een wagentje vastgelegd. De tijdtikker geeft 50 tikken per seconde.



Hoe groot was de gemiddelde snelheid van het wagentje op het aangegeven stuk?

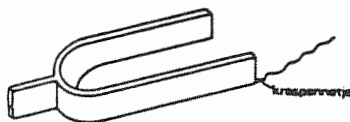
- A 0,4 m/s []
- B 0,5 m/s []
- C 2,0 m/s []
- D 2,5 m/s []

2. Een fietser remt gedurende 2,0 seconden waarbij zijn snelheid verandert van 8 m/s naar 5 m/s. De beweging kan als eenparig vertraagd beschouwd worden.

Hoe groot is zijn vertraging?

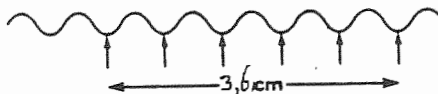
- A 0,7 m/s² []
- B 1,5 m/s² []
- C 3,0 m/s² []
- D 6,0 m/s² []

3. Een stemvork trilt 100 keer per seconde. Aan de stemvork is een kraspennetje vastgemaakt. Dit pennetje dompelen we in inkt. We trekken de stemvork over een stuk papier. Het resultaat zie je hiernaast.



Hoe groot was de gemiddelde snelheid, waarmee de stemvork voortgetrokken werd?

- A 0,72 cm/s []
- B 1,80 cm/s []
- C 18,00 cm/s []
- D 72,00 cm/s []



4. Een fietser trekt op zijn sportfiets (gezamenlijke massa 72 kg) op tot een snelheid van 3,6 km/h met een gemiddelde versnelling van $6,0 \text{ m/s}^2$.

Bereken de gemiddelde nettokracht die voor deze versnelling zorgt.

- A 12 N []
B 72 N []
C 432 N []
D 720 N []

5. Op schepen werd vroeger de snelheid ten opzichte van het water als volgt bepaald. Een houten bord 'de log' werd uitgeworpen; dit bord stond daarna praktisch stil ten opzichte van het water. De loglijn bevatte knopen op 7,71 m afstand van elkaar. Er werd gemeten hoeveel knopen tussen de vingers doorgleden in een tijd van 15 seconden.



Bij een bepaald schip telde iemand precies 5 knopen in 15 seconden.

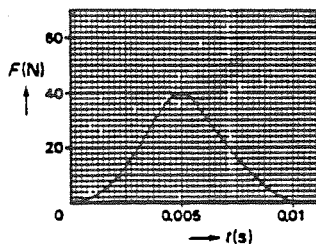
Bereken de snelheid van het schip.

- A 0,33 m/s []
B 0,51 m/s []
C 2,06 m/s []
D 2,57 m/s []

6. Een kegel met massa 500 g wordt getroffen door een bowlingbal met massa 3 kg. In het diagram is de kracht, die de bal op de kegel uitoefent tijdens de botsing, als functie van de tijd weergegeven.

Hoe groot is de maximale versnelling van de kegel?

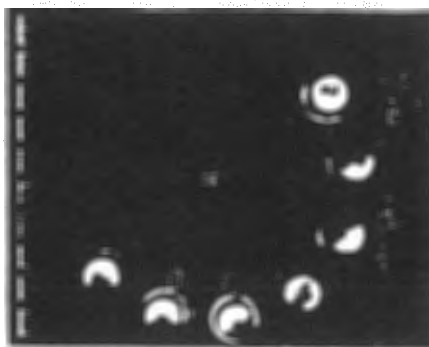
- A 13 m/s² []
 B 20 m/s² []
 C 40 m/s² []
 D 80 m/s² []



7. Op de foto hiernaast staat een puck die een cirkelbeweging uitvoert. De opnamen werden telkens na 0,2 s gemaakt. De omtrek van de cirkel is 96 cm.

Bereken de snelheid van de puck.

- A 9,6 cm/s []
 B 19,2 cm/s []
 C 40,0 cm/s []
 D 80,0 cm/s []



8. Wanneer twee elektrisch geladen platen tegenover elkaar staan heerst er een elektrisch veld tussen de platen. Een elektrisch geladen deeltje ondervindt in zo'n veld een elektrische kracht.

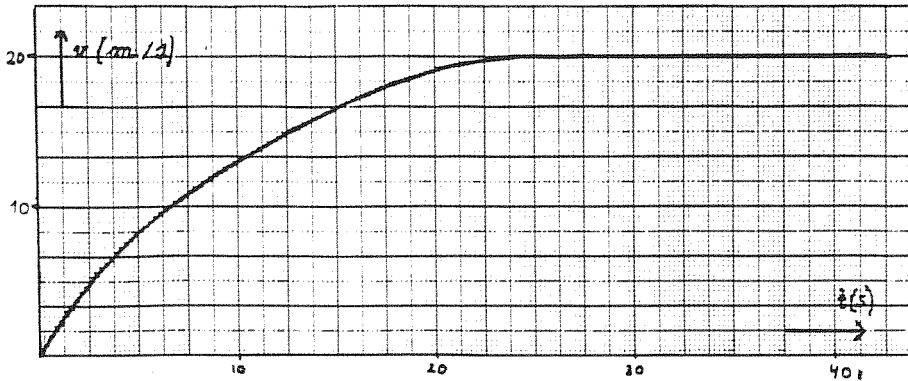
In een bepaalde proef bevindt zich een elektrisch geladen oliedruppeltje tussen twee geladen platen. Het druppeltje ondervindt een elektrische kracht. Ten gevolge van die kracht wordt het druppeltje (massa 0,05 g) eenparig versneld vanuit stilstand tot een snelheid van 0,05 m/s in 0,01 s. Het druppeltje legt in die tijd een afstand van $2,5 \cdot 10^{-4}$ m af.

a. Hoe groot is de kracht op het oliedruppeltje.

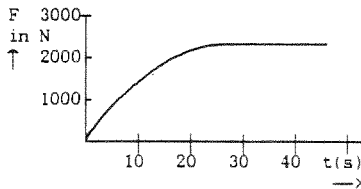
- | | | |
|---|-----------------------------------|-----|
| A | $2,5 \cdot 10^{-4}$ N | [] |
| B | $2,5 \cdot 10^{-3}$ N | [] |
| C | $12,5 \cdot 10^{-6}$ N | [] |
| D | Uit deze gegevens niet te bepalen | [] |

b. Motiveer je antwoord.

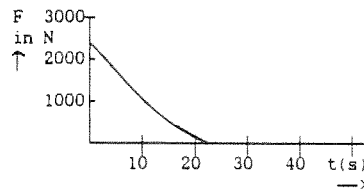
9. In het diagram is de snelheid weergegeven van een auto die optrekt van 0 tot 20 m/s. De massa van de auto is 1000 kg.



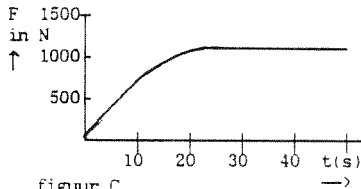
- a. Welk van de volgende figuren geeft het verloop van de som van de krachten op de auto het beste weer?



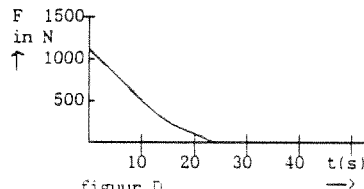
figuur A



figuur B



figuur C



figuur D

- fig. A ☐
 fig. B ☐
 fig. C ☐
 fig. D ☐

- b. Motiveer je keuze.

Je vindt hieronder tot slot enkele situaties beschreven waarover steeds uitspraken gedaan worden die natuurkundig gezien, juist of onjuist kunnen zijn. We vragen je achter elke uitspraak één hokje aan te kruisen waarmee je aangeeft:

- of je zeker weet dat de uitspraak juist is
- of je denkt dat de uitspraak juist is
- of je niet weet of de uitspraak juist of onjuist is
- of je denkt dat de uitspraak onjuist is
- of je zeker weet dat de uitspraak onjuist is

ik weet zeker dat dit juist is
ik denk dat dit juist is
ik weet het niet
ik denk dat dit onjuist is
ik weet zeker dat dit onjuist is

10. Als je op de fiets met een constante snelheid rijdt (bv. 15 km/h) is de voortstuwende kracht op de fiets groter dan de totale tegenwerkende wrijvingskrachten.

[] [] [] [] [] []

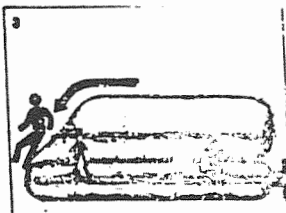
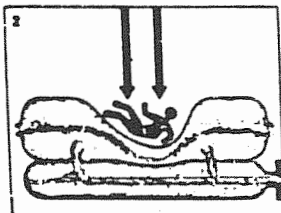
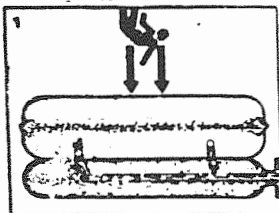
11. Als je tegen een zware kist duwt zonder dat hij in beweging komt, is de som van de krachten op de kist nul.

[] [] [] [] [] []

12. Twee fietsers A en B rijden met een constante snelheid van respectievelijk 15 km/h en 20 km/h. Is de volgende bewering juist? Op fietser B werkt een grotere nettokracht dan op fietser A.

[] [] [] [] [] []

13. In de tekeningen hieronder zie je een zogenaamde sprongredder. Hij wordt gebruikt op plaatsen waar mensen van grote hoogte naar beneden moeten springen.



Geef van de volgende 2 uitspraken aan in hoeverre je denkt dat ze juist zijn.

- a. Hij verkleint de kracht op de mensen tijdens het neerkomen.
b. Hij verkleint de snelheidsverandering van de persoon die neerkomt.

[] [] [] [] [] []

[] [] [] [] [] []

14. De maan beschrijft een cirkelvormige baan om de aarde. De omlooptijd is constant. Is de volgende bewering juist?

Op de maan werkt een kracht in de richting van de snelheid.

[] [] [] [] [] []

ik weet zeker dat dit juist is

ik denk dat dit juist is

ik weet het niet

ik denk dat dit onjuist is

ik weet zeker dat dit onjuist is

ik weet zeker dat dit juist is

ik denk dat dit juist is

ik weet het niet

ik denk dat dit onjuist is

ik weet zeker dat dit onjuist is

15. Een kist wordt met een kleine, maar constante snelheid opgehesen. Op de kist werken alleen maar zwaartekracht en de trekkracht van het touw omhoog. De volgende uitspraak gaat over een verplaatsing van de kist 2 meter omhoog. Is deze uitspraak juist?

Bij een constante hijssnelheid van 0,2 m/s is de trekkracht op de kist groter dan bij een hijssnelheid van 0,1 m/s.

[] [] [] [] [] []

16. Als een schaatser door een bocht naar links rijdt oefent het ijs een kracht naar links op de schaatser uit.

[] [] [] [] [] []

17. Een kreukelzone van een auto heeft als functie de remmende kracht op de inzittenden bij een botsing te verkleinen.

[] [] [] [] [] []

18. De rek in een veiligheidsgordel heeft als functie de snelheidsverandering bij een botsing te verkleinen.

[] [] [] [] [] []

BIJLAGE 7.12 INSTRUCTIE VOOR BEOORDELING VAN DE TAAK- INZET VAN LEERLINGEN DOOR DE LERAAR

Als ondersteuning bij de verwerking van de vragenlijstgegevens van de leerlingen willen we graag uw indruk weten over de taakinzet van de leerlingen gedurende de mechanicalessen.

Uw indrukken zullen we **niet** gebruiken om van *individuele* leerlingen de geschatte taakinzet vast te leggen, maar wel om in de *totale* groep leerlingen na te gaan hoe de taakinzet verband houdt met scores op andere vragenlijsten. Van de individuele leerling blijven de gegevens - zoals alle andere gegevens - dus anoniem.

We begrijpen dat u niet meer dan een subjectieve, globale indruk kunt geven en vragen u daarom om een heel globale schatting.

Onze vraag is: Wilt u de totale groep leerlingen die aan het onderzoek heeft meegedaan in gedachten in de volgende groepen indelen:

in groep A de 10% leerlingen met de hoogste taakinzet bij dit thema
in groep B de 20% leerlingen die daarna de hoogste taakinzet hebben
(in groep C de 40% leerlingen wiens taakinzet in de grote middenmoot ligt)
in groep D de 20% leerlingen die relatief minder taakinzet tonen
in groep E de 10% leerlingen met de laagste taakinzet

Groep C, de grootste groep leerlingen, kunt u dus buiten beschouwing laten.

U vult het makkelijkst eerst groep A en groep E in en dan groep B en groep D.

Mijn indruk: in groep A plaats ik de volgende leerlingen (graag naam en voornaam):

In groep B:

In groep C:

In groep D:

In groep E:

- Let wel: U wordt steeds gevraagd om een relatief oordeel binnen de groep leerlingen. De opgegeven percentages mag u daarbij als benaderingen beschouwen.

Als uw klas uit 25 leerlingen bestaat, mag u bijvoorbeeld 2 of 3 leerlingen in groep A stoppen, maar plaatst u wel minstens 5 leerlingen in groep B enz.

Hartelijk dank voor de moeite!

BIJLAGE 7.13 GEMIDDELDEN VAN DE CURRICULUMGROEPEN OP DE
AFFECTIEVE VARIABELEN IN HET MECHANICA-
ONDERZOEK

		N	leerz. nat.	leerz. mech.	waard. nat.	waard. mech.
Middelink	j	177	3.60	3.48	3.51	3.36
	m	49	3.68	3.68	3.42	3.32
Scoop	j	59	3.57	3.55	3.58	3.59
	m	22	3.47	3.36	3.44	3.24
PLON	j	83	3.56	3.33	3.39	3.24
	m	40	3.53	3.41	3.20	3.01

SAMENVATTING

In dit proefschrift wordt gerapporteerd over evaluatie-onderzoek dat in de periode 1982-1989 gedaan is aan de experimentele versie van de onderwijsleerpakketten voor MAVO en HAVO van het Project Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde (PLON). Het gaat hier om onderzoek gericht op een van de PLON-doelstellingen, namelijk het meer betekenisvol maken van natuurkunde(-onderwijs) voor leerlingen door middel van een curriculum dat gekarakteriseerd kan worden als leefwereld- en participatiegericht.

In *hoofdstuk 1* wordt ingegaan op het PLON project en de begrippen leefwereld- en participatiegericht natuurkunde-onderwijs. Leefwereldgerichtheid betreft de mate waarin tijdens het onderwijs de behandelde fysische kennis expliciet gepresenteerd wordt in relatie tot de alledaagse werkelijkheid en de buitenschoolse ervaringen van leerlingen. Participatiegericht natuurkunde-onderwijs betekent dat werkvormen benadrukt worden waarin de leerling relatief zelfstandig, niet voortdurend gestuurd en begeleid door de leraar, een leertaak uitvoert, waarbij er mogelijkheden zijn voor eigen inbreng. Als centrale probleemstelling van het onderzoek wordt de vraag geformuleerd in hoeverre het PLON-curriculum en met name de leefwereld- en participatiegerichtheid van het curriculum leidt tot onderwijs dat door leerlingen als betekenisvol wordt ervaren en in hoeverre dit gevolgen heeft voor de cognitieve opbrengsten. Uiteenzet wordt hoe leefwereld- en participatiegerichtheid in het PLON-curriculum in thema's is vorm gegeven.

In *hoofdstuk 2* wordt de evaluatie-strategie in het PLON behandeld in relatie tot de ontwikkelingsstrategie in het project. Het standpunt wordt ingenomen dat de PLON-evaluatie niet volstaan kan met een eenmalig onderzoek, maar dat er een programma opgezet moet worden van op elkaar aansluitende deelonderzoeken. Omdat de curriculumontwikkeling zich op hetzelfde moment op meerdere schooltypen (MAVO, HAVO en vwo) en leerjaren richt, geldt hetzelfde voor het (evaluatie-) onderzoeksprogramma. Er wordt in dit hoofdstuk gepleit om (summatief) evaluatie-onderzoek zoveel mogelijk op te zetten vanuit een theoretisch model waarin causale relaties tussen aspecten van het curriculum en effecten bij leerlingen geformuleerd worden.

In *hoofdstuk 3* wordt het theoretisch model achter het onderzoek gepresenteerd. Het model is in eerste instantie bedoeld als denkmodel dat steun geeft bij het verscherpen van de algemene probleemstelling, het genereren van deelonderzoeken, operationaliseren van variabelen en het interpreteren van de resultaten. In het theoretisch model worden relaties aangegeven tussen curriculum, de leeromgevingsvariabelen leefwereld- en participatiegerichtheid, affectieve variabelen en cognitieve leereffecten. Mede op basis van het model wordt de globale probleemstelling uit hoofdstuk 1 nader gepreciseerd in vier onderzoeksvragen:

- A. In hoeverre ervaren leerlingen die onderwijs gehad hebben met het PLON-curriculum de natuurkundelessen als leefwereld- en participatiegericht?
- B. In hoeverre ervaren zij de natuurkundelessen als betekenisvol en in hoeverre heeft dat te maken met de leefwereld- en participatiegerichtheid van de natuurkundelessen?
- C. In hoeverre worden met het PLON-curriculum conventioneel-fysische leereffecten bereikt die niet achterblijven bij de effecten van reguliere curricula?
- D. In hoeverre worden er met het PLON-curriculum "leefwereldgeoriënteerde" leereffecten bereikt?

In *hoofdstuk 4* wordt een overzicht gegeven van de deelonderzoeken en van een aantal algemene ontwerpbeslissingen die bij ieder van de deelonderzoeken een rol spelen. Daaronder valt de beslissing om in alle deelonderzoeken niet alleen onderzoek te doen aan PLON-klassen maar ook aan controleklassen die andere curricula gebruiken. Ingegaan wordt op de problematiek van het analyseniveau en op de wijze van operationalisering van de kernvariabelen door middel van vragenlijsten en toetsen. Op basis van eerder verricht instrumenteel-nomologisch onderzoek wordt geconcludeerd dat de ervaren betekenisvolheid geoperationaliseerd kan worden via leerlingvragenlijsten voor leerzaamheid en leswaardering.

In *hoofdstuk 5* wordt verslag gedaan van onderzoek aan de PLON-eerste-fase-cursus (MAVO- en HAVO/VWO onderbouw). Het gaat hier om een samenhangend programma van vier deelonderzoeken gericht op de onderzoeksvragen A, B en C. Het blijkt dat PLON-leerlingen de lessen als meer participatiegericht en enigszins meer leefwereldgericht ervaren dan leerlingen uit de controlegroep. In zowel de PLON- als de controlegroep gaat een grotere leefwereld- en participatiegerichtheid van de lessen samen met het meer betekenisvol vinden van deze lessen door de leerling. In de onderzoeken in 4-MAVO werd gevonden dat PLON-leerlingen de lessen als meer leerzaam ervaren dan leerlingen uit de controlegroep en soms ook meer waarderen. In een onderzoek in 3-MAVO/HAVO bij leraren die gemiddeld korter met PLON-lesmateriaal werken dan in de voorgaande onderzoeken werd geen verschil in leerzaamheid gevonden tussen PLON-groep en controlegroep. Uit het geheel aan onderzoeken blijkt dat PLON-leerlingen het minstens even goed doen als leerlingen uit de controlegroep wat betreft conventioneel-fysische kennisopbrengst.

In *hoofdstuk 6* wordt een onderzoek naar cognitieve transfer in 4-MAVO beschreven in het kader van onderzoeksvraag C. Onderzocht wordt in hoeverre PLON-leerlingen natuurkundige kennis en vaardigheden verwerven die ze ook en goed toepassen in contexten die "verder afstaan" van de leefwereldcontext uit de aanleersituatie. Beschreven wordt hoe paarsgewijs standaard- en transferitems geconstrueerd werden en hoe de gepostuleerde relaties tussen de items worden nagegaan. Het blijkt dat PLON-leerlingen in transfervaardigheid niet onderdoen voor andere leerlingen.

In *hoofdstuk 7* wordt een onderzoek beschreven aan het leerstofonderdeel mechanica in 4-HAVO. Door de concentratie op één leerstofgebied is

het mogelijk exploratief onderzoek te doen naar onderzoeksvraag D. De leefwereldgeoriënteerde leereffecten werden gemeten door middel van een leerverslag en een tekstconstructietest. In het leerverslag vragen we leerlingen via een korte, vrij open vragenlijst naar fundamentele leerervaringen. In de tekstconstructietest wordt de leerling gevraagd een tekst te produceren waarin twee met name genoemde fysische begrippen in relatie tot elkaar moeten voorkomen. Nagegaan wordt in hoeverre leefwereldcontexten in de respons op beide instrumenten aan bod komen. Overeenkomstig de resultaten in hoofdstuk 5 blijkt dat PLON-leerlingen de lessen als beduidend meer participatiegericht en enigszins meer leefwereldgericht ervaren dan leerlingen uit de controlegroep. Leefwereld- en participatiegerichtheid hebben in beide groepen een positieve invloed op de affectieve opbrengsten, waarbij leefwereldgerichtheid vooral invloed heeft op de ervaren leerzaamheid en participatiegerichtheid vooral op de leswaardering. Verder blijkt dat PLON-leerlingen de mechanicalessen niet leerzamer vinden en niet meer waarderen dan leerlingen uit de controlegroep. Een mogelijke verklaring is dat andere karakteristieken van het PLON-materiaal en/of de wijze waarop leraren hiermee omgaan (zoals de feedback die de leerling krijgt) de positieve effecten van leefwereld- en participatiegerichtheid neutraliseren. In de conventionele mechanica-kennis wordt geen verschil tussen PLON- en niet-PLON-leerlingen gevonden. Met betrekking tot de leefwereldgeoriënteerde leereffecten vonden we dat PLON-leerlingen in het leerverslag meer leerervaringen rapporteren die aan de leefwereld refereren.

In *hoofdstuk 8* wordt teruggekeken op de resultaten van het onderzoek. Er worden mogelijke consequenties voor de onderwijspraktijk gegeven en aanbevelingen voor de ontwikkeling van lesmateriaal en lerarenhandleidingen. Vanwege de positieve invloed van leefwereld- en participatiegerichtheid op de affectieve opbrengsten wordt voorgesteld nader onderzoek te doen naar het didactisch handelen van de leraar met betrekking tot deze aspecten. Dit onderzoek zou helderheid kunnen verschaffen met betrekking tot de vraag hoe het komt dat PLON-lessen minder leefwereldgericht ervaren wordt door leerlingen dan wij dachten. Ook kan dan wellicht inzicht verkregen worden in het onderzoeksresultaat, dat de grotere leefwereld- en vooral participatiegerichtheid van PLON-lessen niet in alle gevallen tot leerzamer en meer gewaardeerde lessen leiden. In dit hoofdstuk wordt voorts nader ingegaan op de methodologie van het vervolgonderzoek. Tenslotte wordt een vergelijking gemaakt tussen leefwereldgerichtheid van natuurkunde-onderwijs en van onderwijs in enkele andere vakken en wordt de vraag opgeworpen in hoeverre de door ons gevonden resultaten ook voor die vakken zouden gelden.

SUMMARY

This thesis reports on evaluative research that was done between 1982 and 1989 on the experimental version of the curriculum materials of the PLON-project, a physics curriculum development project for general secondary education in the Netherlands.

The research focuses on one of the PLON objectives, i.e. making physics instruction more meaningful for pupils by means of a curriculum that can be characterized as being reality-centred and participation-centred.

Chapter 1 introduces the PLON project and the concepts "reality-centred" and "participation-centred" physics instruction. Reality-centredness refers to the extent to which the physics knowledge is presented explicitly in relation to everyday life and to the out-of-school experiences of pupils. Participation-centred instruction means that the emphasis is on learning activities in which the pupil performs a learning task in rather an independent and autonomous way and is not permanently guided and controlled by the teacher. The main purpose of the research is to discover to what extent the PLON curriculum and especially the reality-centredness and the participation-centredness of it result in instruction that pupils experience as meaningful and to find out how PLON affects the cognitive outcomes. The investigations focus on the curricula for the lower secondary level (MAVO) and the intermediate secondary level (HAVO). An explanation is given of how reality-centredness and participation-centredness are elaborated in the PLON units.

In *chapter 2* the strategy of evaluation in PLON is treated in relation to the strategy of curriculum development in the project. One of the viewpoints is that PLON evaluation cannot be restricted to a single investigation; a research programme needs to be set up which consists of a number of part-investigations that are closely linked to each other. Because the curriculum development is concerned with different types of schools (MAVO, HAVO, VWO) and age-groups, these types of schools also must be the subject of the (evaluative) research programme. Further, it is emphasized that (summative) evaluation research should be undertaken as far as possible on the basis of a theoretical model which postulates causal relations between aspects of the curriculum and pupil effects.

In *chapter 3* the theoretical model behind the research is presented. In the first instance the model is an instrument which helps to specify the general research problem, generate part-investigations, operationalize variables and interpret the results. The theoretical model incorporates relations between curriculum, the learning environment variables "reality- and participation-centredness", affective variables and cognitive learning effects. On the basis of the model the central research theme presented in chapter 1 is subdivided into four research questions:

- A. To what extent do pupils who follow the PLON curriculum experience the physics lessons as reality-centred and participation-centred?
- B. To what extent do they experience physics lessons as meaningful and

to what extent is this related to the reality- and participation-centredness of the physics lessons?

- C. To what extent are the conventional physics learning effects attained with the PLON curriculum comparable to the effects of regular curricula?
- D. To what extent are "reality-oriented" learning effects attained with the PLON curriculum.

In *chapter 4* an overview is given of the part-investigations and of several general design-decisions which play a role in each of these investigations. One of these is the decision to investigate not only PLON classes but also control classes which use other curricula. The chapter also deals with the problem of the level of analysis and the way of operationalizing the core variables. On the basis of earlier instrumental-nomological research it is concluded that the experienced meaningfulness can be operationalized by means of pupil questionnaires designed to monitor instructiveness and appreciation.

In *chapter 5* research is reported on the PLON course for MAVO and for the lower forms of HAVO/VWO. It refers to a closely interconnected programme of four part-investigations that focus on the research questions A, B and C. It appears that the PLON pupils experience the lessons as more participation-centred and somewhat more reality-centred than do pupils from the control group. In both the PLON group and the control group greater reality- and participation-centredness of lessons appeared to be correlated with greater meaningfulness of the lessons. In the investigations of 4-MAVO we found that PLON pupils experience the lessons as more instructive than do pupils from the control group and sometimes their appreciation is also higher. In an investigation in 3-MAVO/HAVO with teachers who on average worked with PLON materials for a shorter time than teachers in previous investigations, no difference in instructiveness was found between the PLON group and the control group. From all the investigations it appeared that PLON pupils attain conventional physics knowledge at a level that is no lower than that of control pupils.

In *chapter 6* an investigation into "cognitive transfer" in 4-MAVO is described within the framework of research question C. The investigation concerns the extent to which PLON pupils attain physics knowledge and skills that they are inclined and able to apply in contexts which are "further away" from the reality-contexts of the teaching-learning situation. A description is given of how standard- and transfer-items are constructed in pairs and of how the postulated relations between the items are checked. It appears that PLON students are not inferior to other pupils in transfer ability.

In *chapter 7* research into mechanics instruction in 4-HAVO is described. By concentrating on the course content for one subject-area one has an opportunity to investigate research question D. The reality-oriented learning effects were measured by means of a "learner report" and a text construction test. In the learner report we use a short, fairly unstructured questionnaire to ask pupils about their fundamental learning experiences. In the text construction test the pupil is asked to write a

text linking two specific physics concepts. We traced the extent to which reality-related contexts occurred in the responses to both instruments. In accordance with the results in chapter 5, PLON pupils appear to experience the lessons as being considerably more participation-centred and somewhat more reality-centred than do pupils in the control group. In both groups reality- and participation-centredness exert a positive influence on the affective outcomes; reality-centredness increases the instructiveness and participation-centredness heightens appreciation of the lessons. PLON pupils do not find the mechanics lessons more instructive nor do they appreciate the lessons more than pupils from the control group. A possible explanation is that other characteristics of the PLON materials and/or the way in which teachers handle them (e.g. feedback to the pupil) neutralize the positive effects of reality- and participation-centredness. No difference is found between PLON- and non-PLON pupils as far as conventional knowledge of mechanics is concerned. With regard to the reality-oriented learning effects we found that PLON pupils reported more learning experiences referring to everyday life than did pupils from the control group.

In *chapter 8* the results of the research are reviewed. Possible consequences for educational practice are outlined and recommendations are given for the development of curriculum materials and guides for teachers. Because reality-centredness and participation-centredness have a positive influence on the affective outcomes and on some cognitive outcomes it is proposed that follow-up research should be done on the teacher's teaching behaviour. This research might reveal why pupils experience PLON lessons as being less reality-centred than we expected. Such a study may help us to understand why the greater reality-centredness and participation-centredness of PLON lessons do not in all instances lead to lessons that are more instructive and more highly appreciated by pupils. In this chapter some suggestions are made about methodological aspects of follow-up research. Finally, we draw a comparison between reality-centredness of physics instruction and reality-centredness of instruction in some other school subjects in order to estimate to what extent our results might be applicable to these other subjects.

CURRICULUM VITAE

Ronny F.A. Wierstra werd op 3 mei 1942 geboren te Bandoeng. Het diploma gymnasium-B behaalde hij in 1960 aan het 1^e Christelijke Lyceum te Haarlem. Aansluitend studeerde hij enkele jaren wis- en natuurkunde aan de Vrije Universiteit te Amsterdam. In 1962 begon hij aan de studie psychologie aan dezelfde universiteit. Gedurende de studie bezette hij vele studentassistentenschappen op het gebied van de experimentele psychologie en methoden en technieken van sociaal wetenschappelijk onderzoek. Nadat hij zijn militaire dienst vervuld had van 1966 to 1967 legde hij in 1971 het doctoraalexamen psychologie af met hoofdrichting experimentele psychologie en bijvakken statistiek en bedrijfspsychologie. In dat zelfde jaar werd hij benoemd tot onderwijscoördinator aan de Faculteit der Geneeskunde aan de Vrije Universiteit te Amsterdam. In 1973 kreeg hij een halftime aanstelling als docent psychologie aan de Subfaculteit Pedagogiek te Leiden. Tegelijkertijd werd hij aan de vakgroep Natuurkunde-Didactiek van de Rijksuniversiteit Utrecht halftime aangesteld als methodoloog-evaluator in het Project Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde (PLON), welke aanstelling in 1974 omgezet werd in een volledige betrekking. Sinds die tijd heeft de verhouding tussen theorie- en praktijkgericht onderzoek in de gedragswetenschappen en de relatie tussen onderwijspsychologie en vakdidactiek zijn speciale belangstelling. Vanaf 1986 houdt hij zich bezig met onderzoek binnen het voorwaardelijk gefinancierd onderzoeksprogramma "Begripsontwikkeling en Curriculumonderzoek" van het Centrum voor Didactiek van Wiskunde en Natuurwetenschappen (CDW) aan de Rijksuniversiteit Utrecht.