

Een vorm van differentiatie bij natuurkunde

een praktijkgerichte benadering met het BHE-model

P.L.Licht

V.U.-Amsterdam, Natuurkundig Laboratorium

Vakgroep Natuurkunde-Didactiek

Samenvatting

Na in het eerste artikel te zijn ingegaan op de achtergronden en de doelen van het project DBK-natuurkunde en op de structuur van het ontwikkelde curriculum, besteden we in dit tweede artikel aandacht aan het uitgevoerde onderzoek. We stellen achtereenvolgens de vragen, de aard, de instrumenten en de opzet van het onderzoek aan de orde. Vervolgens presenteren we de belangrijkste onderzoeksresultaten en gaan we in op de betekenis van deze gegevens met het oog op het gehanteerde differentiatie-model voor het onderbouwonderwijs bij natuurkunde. Onze conclusie is dat het BHE-model slechts in beperkte mate aan zijn doel beantwoordt in heterogene onderbouwklassen en afgewisseld zou moeten worden met meer open modellen zoals bijvoorbeeld het projectmodel.

1. De onderzoeksvragen

De centrale onderzoeksvragen in de deelprojecten van klas 3 havo-vwo en klas 2 mavo-havo-vwo hebben betrekking op twee belangrijke aspecten van het DBK-project, te weten de 'heterogeniteit' en het '(zelf)determinatieproces' in de gekozen klassen. De vragen luiden:

- A. In hoeverre is de toegepaste vorm van DBK een oplossing voor de heterogeniteit van de gekozen klassen, toegespitst op het vak natuurkunde ?
- B. In hoeverre geeft de toegepaste vorm van DBK informatie ten behoeve van de determinatie en de zelfdeterminatie van de leerlingen, toegespitst op de keuze
 1. mavo, havo of vwo (voor leerlingen in een twee-jarige, verlengde brugperiode - afgekort vbp);
 2. havo of vwo (voor leerlingen in een drie-jarige vbp);
 3. wel of geen natuurkunde in de bovenbouw (voor derde-klas havo-leerlingen);
 4. wel of geen B-richting (voor derde-klas vwo-leerlingen) ?

We gaan hieronder allereerst in op de operationalisatie van deze vragen, omdat een afbakening van het onderzoeksterrein en van de binnen het onderzoek gehanteerde begrippen een essentieel en vaak moeilijk onderdeel vormt van onderzoek aan onderwijs.

Het begrip 'heterogeniteit' hebben we opgevat als een combinatie van cognitieve en affectieve verschillen tussen leerlingen met een zekere mate van verwevenheid tussen beide (zie o.m. Kelly, 1974). Het betreft vragen in hoeverre het onderwijs naar de mening van leraar en leerlingen is aangepast aan en relevant is voor de leerlingen in de heterogene groep. Bij de cognitieve heterogeniteit denken we niet alleen aan de eventuele verschillen in de uiteindelijk behaalde resultaten per leerstofeenheid (blok), maar ook aan de verschillende manieren waarop de leerlingen tot deze resultaten kunnen komen. Dit laatste betekent dat we de leerweg van de leerlingen willen vaststellen zowel per blok als per cursusjaar. Een leerweg wordt gekarakteriseerd door drie gegevens per blok: de mate waarin de leerling moet herhalen, de mate van verandering in resultaat van de formatieve (F-toets) naar de summatieve (S-toets), en het uiteindelijke resultaat op de S-toets. De leerweg per cursusjaar wordt door dezelfde drie gegevens gekarakteriseerd, maar dan bekeken over alle blokken uit de cursus. We komen hier later op terug.

Om voor het vaststellen van de mate van aangepastheid van het onderwijs niet alleen op de leerresultaten te zijn aangewezen, is het zinvol ook onderzoek te doen naar de houding van de leerlingen ten opzichte van natuurkunde wat de ervaren moeilijkheid van het vak, het tempo en de zelfstandigheid in de lessen en de doelduidelijkheid van de lessen betreft.

Naast voorgaande, in zekere zin al affectieve aspecten, beperken we ons bij de operationalisatie van het begrip affectieve heterogeniteit tot de mate van plezier in en de ervaren relevantie van het vak en de lessen. We beschouwen dit als de 'motivatie voor het vak'.

Teneinde de gegevens op cognitief en affectief gebied beter te kunnen interpreteren is het daarnaast nodig een beeld te hebben van de omstandigheden waaronder op school is gewerkt. We hebben in onderzoeksvraag A derhalve drie deelgebieden onderscheiden, namelijk vragen over: de cognitieve resultaten van de leerlingen; het affectief effect op de leerlingen; de manier van werken met het DBK-curriculum door de leraren en de leerlingen en hun mening daarover.

Binnen onderzoeksvraag B komen zowel de determinatie door de leraar als de zelf-determinatie door de leerling aan de orde. Het gaat derhalve om twee deelgebieden, namelijk vragen over: het determinatieproces aan de leraren; het zelfdeterminatieproces aan de leerlingen. We gaan hier niet nader in op de operationalisatie van

vraag B, omdat we beide processen al uitvoerig aan de orde stelden. Per onderscheiden deelgebied heeft een steeds verdergaande operationalisering geleid tot de onderzoeks-instrumenten zelf.

2. De aard van het onderzoek

Het onderzoek is te karakteriseren als een 'exploratieve veldstudie'; dit betekent dat we relaties bestuderen tussen meningen en leerprestaties van groepen leerlingen in de reële klassesituatie, zonder dat de relatieve relevantie van de te meten variabelen vooraf duidelijk is (De Groot, 1961; Kerlingen, 1973). Dit laatste wordt onder meer veroorzaakt door een gebrek aan bruikbare theorie op dit onderzoeksterrein en de tamelijk specifieke vraagstelling.

Het onderzoek kent een 'vergelijkend aspect', omdat het doel van het project, natuurkunde-onderwijs mogelijk te maken in heterogene klassen, niet alleen wordt onderzocht op scholen met een vbp. Met het opnemen van meer homogeen samengestelde mavo-, havo- en vwo-klassen in het onderzoek is het mogelijk om gegevens op cognitief en affectief gebied van deze klassen te vergelijken met die van de overeenkomstige deelgroepen uit heterogeen samengestelde klassen. Op grond van de keuze van schooltype aan het einde van de vbp kunnen namelijk achteraf potentiële mavo-, havo- en vwo-leerlingen worden onderscheiden.

Als laatste moet het 'longitudinale aspect' van het onderzoek worden vermeld. De leerlingen worden gedurende minimaal een cursusjaar gevolgd in hun werken met het DBK-curriculum.

De belangrijkste inhoudelijke beperkingen in het onderzoek zien we in het achterwege laten van sociologische aspecten en in het zijdelings aanroeren van het keuzeproces binnen de school. Een belangrijke randvoorwaarde van het onderzoek was echter dat het slechts één vak mocht betreffen. Daarom komt de vraag of de sociale integratie van leerlingen in heterogeen samengestelde klassen wordt bevorderd, niet aan de orde. We hebben bewust het keuzeproces binnen de school buiten het onderzoek gelaten, omdat het verzamelen van de betreffende gegevens via andere kanalen dan via de sectie natuurkunde kan verlopen en omdat natuurkunde maar één van de vakken is die in dit proces een rol spelen.

3. De onderzoeksinstrumenten en de opzet van het onderzoek

In het onderstaande beschrijven we hoe we zijn gekomen tot het gebruik van

verschillende onderzoeksinstrumenten gedurende de cursus, uitgaande van de vijf deelgebieden van vragen.

Voor de beantwoording van de vragen op het gebied van de cognitieve heterogeniteit wilden we de leerweg per blok en per jaar kunnen vaststellen van elke leerling. Bovendien wilden we van zoveel mogelijk leerlingen gegevens hebben over de mate van beheersing van de extrastof. Het lag voor de hand gebruik te maken van de F-, S- en extrastoftoetsen, die deel uitmaken van het curriculum. Deze zijn onder andere vanwege de omvang van de steekproef in meerkeuzevorm geformuleerd en als zodanig met een computer te verwerken. De afname van deze toetsen is per blok vastgelegd.

Voor de beantwoording van de vragen omtrent de affectieve heterogeniteit hebben we gebruik gemaakt van attitudemetingen, waarvoor een afzonderlijk instrument is ontwikkeld. Deze metingen binnen het DBK-project werden uitgevoerd aan de hand van beweringen, waarbij de ondervraagde op geprecodeerde antwoordschalen kan aangeven in hoeverre hij het met de bewering eens is. De omvang van de steekproef en het gegeven dat de attitudelijst minstens driemaal zou worden gebruikt bij alle leerlingen, waren de belangrijkste motieven voor de gekozen vorm. De lijst is tweemaal afgenomen in het tweede leerjaar (in oktober en maart) en éénmaal in het derde leerjaar (in januari). Uit de lijst konden met behulp van factor-analyse in totaal zes betrouwbare schalen van vragen worden geconstrueerd, die op hun beurt konden worden samengenomen tot twee componenten: een relevantie-component, die vragen bevat over de mate van plezier in en belangstelling voor het vak en de lessen en de relevantie van het vak voor jezelf; een aangepastheid-component, die vragen bevat over de ervaren moeilijkheid van het vak, het tempo en de doelduidelijkheid in de lessen en de vereiste zelfstandigheid (zie ook Prinsen, 1978).

Voor de beantwoording van de vragen over de manier van werken ligt het voor de hand gebruik te maken van observaties in de klas, logboeken en interviews met leraren. Vanwege de bewerkelijkheid van genoemde instrumenten is noodgedwongen gebruik gemaakt van een vragenlijst. Dit is het enige instrument waarmee alle betrokken leraren werden bereikt. Gekozen werd voor een lijst waarin bijna alle vragen geprecodeerd waren, omdat zowel het aantal leraren als het aantal aan de orde te stellen aspecten van het onderwijs groot waren. De lijst is afgenomen in de paasvacantie. De lerarenvragenlijst leverde ook de belangrijkste bijdrage aan de beantwoording van de vragen over het determinatieproces.

Voor de beantwoording van de vragen over de zelfdeterminatie verzamelden we enerzijds onder alle leerlingen informatie met behulp van de zogenaamde dbk-vragenlijst en anderzijds bij een beperkte groep leerlingen met behulp van een interview.

De dbk-vragenlijst kwam wat vorm betreft overeen met de attitudenvragenlijst. Daarnaast werd gekozen voor een interview met een relatief open karakter, vanwege het gevaar dat de exploratie van een relatief onbekend onderzoeksterrein met alleen een geprecodeerde vragenlijst een te geringe validiteit zou kunnen hebben. Zowel de dbk-vragenlijst als het interview zijn afgenomen in de weken na de paasvacantie, omdat in die fase van het schooljaar het (zelf)determinatieproces voor veel leerlingen afgerond moet worden. Mede geïnspireerd door een model dat Engel, Blackwell en Kollat (1978) maakten ter verklaring van het besluitvormingsproces van de consument bij het kiezen van een product, wilden we weten hoe de leerlingen in klas 4 terugkijken op het determinatie- en keuzep proces in het voorafgaande leerjaar. Dit is in beperkte mate onderzocht met behulp van een leerlingvragenlijst aan het einde van klas 4.

Om een betrouwbaar beeld te krijgen van het effect van de toegepaste vorm van differentiatie is gekozen voor een onderzoeksgroep van betrekkelijk veel scholen, leraren en leerlingen. De voordelen van een grote steekproef zijn dat mogelijke uitval van scholen, leraren of leerlingen niet zo sterk wordt gevoeld en deelgroepen van leerlingen uit de totale steekproef betrouwbaar met elkaar vergeleken kunnen worden vanwege de spreiding per deelgroep over scholen en leraren. De nadelen van een grote steekproef zijn dat een zekere dwang ontstaat in de richting van kwantitatieve analyses en de contacten met een deel van de betrokken leraren gering zijn. Toch hebben we gekozen voor een brede opzet, omdat generaliseerbare onderzoeksgegevens over de invulling en het gebruik van het BHE-model in het voortgezet onderwijs ontbreken. Het longitudinale karakter van het onderzoek heeft het voordeel dat de ontwikkeling van de leerlingen over een langere periode kan worden gevolgd. Het nadeel is dat de uitval van leerlingen relatief groot wordt en dat het uitvoeren van een herhalingsonderzoek binnen de totaal beschikbare tijd vaak niet mogelijk is.

De onderzoeksresultaten hebben voor het deelproject in leerjaar 3 havo-vwo betrekking op 2304 leerlingen in 91 klassen (31 havo, 13 vbp, 47 vwo) op 19 scholen; voor het deelproject in leerjaar 2 mavo-havo-vwo op 2023 leerlingen in 75 klassen (39 mavo, 21 vbp, 15 havo-vwo) op 17 scholen. Per deelproject maakten alle leerlingen gebruik van hetzelfde curriculum.

4. De gehanteerde criteria bij de beantwoording van de onderzoeksvragen

De beantwoording van de onderzoeksvragen kon naar onze mening slechts zinvol plaatsvinden als vooraf criteria werden vastgesteld op grond waarvan de resultaten

beoordeeld konden worden. Een probleem hierbij bleek te zijn dat niet alle criteria op bekende gegevens uit de theorie of de praktijk konden worden gebaseerd. Voor die criteria waarvoor dit wel kon beperken we ons in het onderstaande tot de vermelding van literatuurgegevens. Het waren vooral praktijkervaringen uit andere projecten en discussies met de leraren uit het project die tot onderstaande normen hebben geleid.

We spreken binnen het gekozen BHE-model van een oplossing voor de cognitieve heterogeniteit, als:

1. (bijna) alle leerlingen komen tot een voldoende beheersing van de basisstof. Het kan zijn dat de ene leerling hiervoor intensiever moet herhalen dan de andere, maar het dient voor (bijna) allen haalbaar te zijn. De leerlingen die het vereiste beheersingsniveau al bereiken op de eerste toets van een blok (70% van de toetsvragen correct beantwoorden; Novick en Lewis, 1974; Slavenburg en Creemers, 1979; Contreras, 1975), moeten de mogelijkheid krijgen om extrastof te doen. Ook hierbij geldt dat (bijna) alle leerlingen die extrastof doen tot voldoende beheersing van deze stof moeten kunnen komen;
2. bij het werken met het BHE-model zo min mogelijk sprake is van taak- en niveau-fixatie voor leerlingen. We spreken zowel van taakfixatie als meer dan een kwart van de leerlingen regelmatig moet herhalen of als meer dan 10% van de leerlingen meer moet gaan herhalen in de loop van de cursus. Dit laatste heeft overigens meer betrekking op achteruitgang dan op fixatie. Dit geldt deels ook voor de volgende omschrijving. We spreken zowel van niveaufixatie als meer dan 10% van de leerlingen regelmatig tot onvoldoende beheersing van de basisstof komt of als meer dan 10% van de leerlingen achteruitgaat in beheersingsniveau in de loop van de cursus (Van den Berg en Terwel, 1980);

en

3. de resultaten op de basisstof en de extrastof voor de potentiële mavo-, havo- en vwo-leerlingen in de vbp wat gemiddelde betreft op hetzelfde niveau liggen als voor 'collega-leerlingen' in meer homogene klassen en wat variantie betreft goed vergelijkbaar zijn.

We spreken van een oplossing voor de affectieve heterogeniteit, als:

1. de motivatie voor het vak en de houding ten opzichte van het vak zich voor leerlingen met verschillende cognitieve resultaten, voor leerlingen uit verschillende klastypen en voor leerlingen van beide sexen analoog ontwikkelen en per deelgroep op zijn minst hetzelfde blijven gedurende de cursus. Dit betekent bijvoorbeeld dat geen sprake is van een oplossing voor de affectieve heterogeniteit als leerlingen

met lage cognitieve resultaten gedurende de cursus minder plezier gaan beleven aan het vak terwijl leerlingen met hogere cognitieve resultaten op affectief gebied gelijk blijven of zelfs 'stijgen';

en

2. de motivatie voor het vak en de houding ten opzichte van het vak zich voor potentiële mavo-, havo- en vwo-leerlingen in de vbp analoog ontwikkelen aan en op zijn minst op hetzelfde niveau liggen als voor de mavo-, havo- en vwo-leerlingen in meer homogene klassen. Dit betekent dat de deelgroepen in de vbp op affectief gebied goed vergelijkbaar moeten zijn met de overeenkomstige groepen in de meer homogene klassen.

Bij het onderzoek naar de determinatie en de zelfdeterminatie gaat het vooral om een beschrijving van de rol die specifieke aspecten uit het DBK-onderwijs zoals herhaal- en extrastof spelen in beide processen.

5. De onderzoeksresultaten

Het DBK-na onderzoek levert een groot aantal gegevens op die betrekking hebben op de behaalde leerlingresultaten en op de ervaringen van leerlingen en leraren met DBK-onderwijs. De hier vermelde gegevens geven wellicht geen compleet beeld van het project.

..... op cognitief gebied

Gemiddeld over de blokken bereikt ruim 69% van de leerlingen het beheersingscriterium van 70%. We achten dit resultaat weinig schokkend, ook al geeft ruim de helft van de leraren aan dat de leerresultaten t.o.v. vroeger zijn verbeterd. Het niveau van de basisstof blijkt echter te hoog te zijn, in het derde-klas project met name voor de havo- en potentiële havo-leerlingen en in het tweede-klas project voor de mavo- en potentiële mavo-leerlingen. In het algemeen kan gesteld worden dat we ondanks de aanwezige les- en ondervinding in de verschillende schrijfgroepen, maar matig geslaagd zijn in het vastleggen van een niveau dat leidt tot haalbare basisstof voor (bijna) alle leerlingen. Bij het vasthouden aan zoveel mogelijk onderwerpen uit de leerstoflijst is, al of niet bewust, te veel gerekend op een aanzienlijk effect van de differentiële periode met name voor de 'zwakke' leerlingen. Maar zij blijken niet meer dan andere leerlingen te profiteren van de herhaal mogelijkheden. Het gemiddeld effect van de differentiële periode op de cognitieve resultaten van de basisstof is een verbetering van 5% van de eerste (F-)toets naar de

tweede (S-) toets in het percentage goed gemaakte vragen. Dit resultaat is niet hoog te noemen. Als we evenwel de leerlingen die hoog scoren op de eerste toets (hoger dan 80%) buiten beschouwing laten, is het gemiddelde effect 11,7%, wat neerkomt op bijna 3 vragen in een toets van 25 vragen. Elke docent weet uit ervaring dat een dergelijk verschil in resultaat tussen twee van zijn klassen op dezelfde toets aanzienlijk genoemd mag worden.

Vanuit de schoolpraktijk bekeken kan dit resultaat dan ook positief worden beoordeeld. Toch heft de differentiële periode de verschillen in leerprestaties op de basisstof niet op. Het beheersingsniveau komt voor de totale groep hoger te liggen, maar bijvoorbeeld de verschillen tussen mavo, havo en vwo zijn na de differentiële periode niet kleiner. De cognitieve resultaten op de basisstof blijken op uiteenlopende manieren tot stand te komen. Op basis van de cognitieve gegevens per blok (het S-toetsresultaat, de mate van herhalen en de mate van vooruitgang van F- naar S-toets) konden we per leerling vier jaarvariabelen vaststellen (zie tabel 1 voor een globaal overzicht).

Tabel 1: Overzicht van de jaarvariabelen

code	omschrijving Jaargegeven	bereik	betekenis van de hoogste waarde
JB	beheersing Basisstof	1-9	S-toetsscore altijd > 80%
JWNH	mate van Wel/Niet Herhalen	1-3	altijd maximaal 1 herhaalblad per blok
JSF	mate van verschil tussen S- en F-toetsscore	1-9	altijd meer dan 2 punten vooruit van F + S-toets
JES	beheersing Extrastof	1-5	extrastof-toetsscore altijd > 80%

Uitgaande van de jaargegevens die betrekking hebben op de basisstof konden in totaal zeven leerwegen worden onderscheiden, waarmee van 93% van de leerlingen globaal is aan te geven hoe de cognitieve resultaten tot stand kwamen gedurende de cursus.

Uit tabel 2 is af te lezen dat goede tot zeer goede basisstofresultaten regelmatig tot stand komen na veel (25% van de leerlingen), gemiddeld (7%) of niet herhalen (20%) in de differentiële periode. Matige tot goede basisstofresultaten (tussen 62 en 80% van de vragen correct beantwoord) komen regelmatig tot stand na veel (18% van de leerlingen) of gemiddeld tot niet herhalen (19%) in de differentiële periode.

Afgezien van de leerlingen in leerweg 1 (11%; regelmatig gemiddeld tot veel herhalen, geen vooruitgang na de differentiële periode en slechte S-toetsresultaten), komt de gekozen werkwijze blijkbaar tegemoet aan verschillen in leertempo en aanleg voor de leertaak.

Tabel 2: De leerwegen in klas 3 havo-vwo (N = 1662)

Leerweg	Mate van herhalen	S-toetsresultaten	Differentieel effect	Percentage lln./leerweg
1	gemiddeld tot veel	slecht tot twijfelachtig	niet vooruit	11
2	veel	twijfelachtig tot redelijk	niet achteruit	18
3	gemiddeld	redelijk	niet achteruit	4
4	niet tot gemiddeld	redelijk tot goed	niet vooruit	15
5	veel	goed tot zeer goed	niet achteruit	25
6	gemiddeld	goed tot zeer goed	niet achteruit	7
7	niet of weinig	goed tot zeer goed	niet achteruit	20

De gevonden taakfixatie in de differentiële periode, te weten ca. 40% van alle leerlingen behoort tot de regelmatige 'herhalers' en 13% van de leerlingen gaat meer herhalen in de loop van de cursus, beoordelen we in het licht van de criteria als een negatief resultaat. Dit gegeven komt overeen met bevindingen in andere projecten (Van den Berg en Terwel, 1980; Kellington, 1978, Morawietz, 1980). De gevonden niveaufixatie beoordelen we deels positief, omdat slechts 6% van de leerlingen regelmatig tot onvoldoende prestaties komt (score lager dan 62%) en deels negatief, omdat 13% van de leerlingen in de loop van het cursusjaar achteruit gaat in prestaties. Hieraan moet worden toegevoegd dat zeer veel leerlingen (86%) binnen zekere grenzen regelmatig tot dezelfde prestaties komen.

Zonder hier uitgebreid de resultaten per jaarvariabele per klastype te presenteren, kan gesteld worden dat de potentiële vwo-leerlingen in de verlengde brugperiode tot lagere cognitieve resultaten komen op de basisstof (leerjaar 2) en op de extrastof (leerjaar 3) dan de vwo-leerlingen in meer homogene klassen. We komen hier later op terug.

De potentiële mavo- en havo-leerlingen komen tot cognitieve resultaten die nauwelijks afwijken van die van 'echte' mavo- en havo-leerlingen.

In het derde-klas project komen de potentiële havo-leerlingen zelfs tot aanzienlijk betere basisstofresultaten dan de havo-leerlingen in meer homogene klassen.

..... op affectief gebied

Met behulp van de ontwikkelde attitudelijst konden de verschillen in motivatie tussen de klastypen worden vastgesteld en het verloop van de attitude.

Uit de gegevens in tabel 3 is af te lezen dat de verschillen op affectief gebied tussen de deelgroepen in de vbp en de overeenkomstige meer homogene groepen over het algemeen gering zijn. Ook in het deelproject van klas 3 mavo-havo-vwo vertonen de attitudegegevens dit beeld. Maar in beide projecten geldt dat de potentiële vwo-leerlingen op de relevantie-component lager scoren dan de vwo-leerlingen in de meer homogene klassen.

Tabel 3: De gemiddelde scores en de varianties op de beide attitude-componenten van homogene klassen vergeleken met deelgroepen uit de vbp (deelproject klas 3 havo-vwo)

groep + componenten ↓	bereik	havo-homogeen		havo in vbp		vwo-homogeen		vwo in vbp	
		gem.	var.	gem.	var.	gem.	var.	gem.	var.
relevantie	0-4	2,36	0,47	2,36	0,49	2,46*	0,46	2,27	0,50
aangepastheid	0-4	2,59	0,64	2,63	0,64	2,74	0,60*	2,79	0,80

* het verschil tussen de homogene en de heterogene groep is significant op het 1% niveau (hogere waarden voor het gemiddelde kunnen als gunstig worden opgevat)

Wat het attitudeverloop betreft zijn er nauwelijks verschillen tussen de klastypen, tussen de leerwegen en tussen de sexen. De relevantie-component vertoont een sterke daling in het begin van het tweede leerjaar en blijft vervolgens constant. De aangepastheid-component vertoont een daling in de loop van klas 2 maar stijgt vervolgens weer naar het beginniveau in de loop van het derde leerjaar.

We beschouwen de geringe verschillen in aangepastheidscore als een positief resultaat. Ook al is de klas homogeen of heterogeen van samenstelling, de leerlingen beschouwen het curriculum en de werkwijze in gelijke mate aangepast aan hun mogelijkheden. Als in de heterogene situatie te nadrukkelijk gemikt zou zijn op één niveau en één werkwijze voor de hele klas, zou dit resultaat op de aangepastheid-component niet zijn bereikt.

Op de verschillen in relevantiescore komen we later terug.

..... op het gebied van de determinatie en zelfdeterminatie

We concentreren ons hier op de vraag in hoeverre de informatie over het werken aan de herhaalstof en de extrastof een bijdrage levert aan het determinatie- en zelfdeterminatieproces.

De leraren die hebben meegewerkt aan de totstandkoming van het curriculum en hebben deelgenomen aan discussies op plenaire vergaderingen op de V.U. zijn positiever in hun mening over het verloop van het determinatieproces dan de leraren die de curriculumontwikkeling meer op afstand hebben gevolgd.

Eerstgenoemden maken ook meer gebruik van de extrastof en bijbehorende toetsen om tot een advies aan de leerling te komen. Maar voor alle leraren geldt dat de basisstofresultaten veruit de belangrijkste informatiebron vormen. De herhaalstof speelt in dit geheel een ondergeschikte rol.

Ook de leerlingen gebruiken de rapportcijfers en de resultaten op de basisstof als de belangrijkste informatiebronnen voor de zelfdeterminatie. In het derde-klas project blijken de leerlingen in de factoren 'aantal herhaalbladen' en 'werken met de extrastof' eerder te zoeken naar een bevestiging van hun mening over de eigen kwaliteiten dan naar gegevens om deze mening bij te stellen.

Met behulp van discriminatie-analyse zijn verschillende variabelen op cognitief en affectief gebied in relatie gebracht met de keuze van vak en richting aan het einde van de cursus. In klas 3 van de verlengde brugperiode blijken de jaarvariabelen 'mate van herhalen' (JWNH) en 'resultaten op de extrastof' (JES) voor de keuze van schooltype nauwelijks indicatoren van enig gewicht te zijn. Pas in de heterogener samengestelde tweede klas mavo-havo-vwo krijgen deze variabelen als indicatoren voor de schooltype-keuze meer gewicht. Zo neemt voor de totale groep in klas 2 vbp het percentage leerlingen waarvan de keuze van schooltype correct geclassificeerd kan worden met bekende variabelen op cognitief en affectief gebied met 7% toe (van 81 naar 88%) als de variabelen JWNH en JES in de analyses worden betrokken.

Dit percentage geldt ook als de door leerlingen van zichzelf gegeven indeling in goed-middelmatig-slecht in natuurkunde in verband wordt gebracht met bekende variabelen (van 66 naar 73%). Let wel, het gaat hier om een toename van 7%, nadat de meer traditionele informatiebronnen zoals basisstofresultaten en affectieve gegevens al in de analyses waren opgenomen.

Toch moeten we ook in het tweede-klas deelproject constateren dat de variantie in de basisstofresultaten zo groot is, dat het zelfdeterminatie- en keuzeprocess in belangrijke mate op de basisstofgegevens gebaseerd kunnen worden. Dit betekent dat de specifieke DBK-aspecten 'herhaalstof' en 'extrastof' wel een aanvulling kunnen

zijn op de gewenste informatie voor het (zelf)determinatieproces, maar dit proces zelf niet drastisch hebben gewijzigd.

..... op het gebied van werken met DBK-natuurkunde

Een kort overzicht van de gegevens op dit gebied leidt tot het volgende beeld: de meeste leraren (75% of meer) zijn tevreden over de inhoud van de basisstof en de variatie in werkwijzen in de basisstof-periode, over de kwaliteit van de toetsen en de verwijzing naar de herhaalstof en over de herhaalstof zelf. Maar over de extrastof lopen de meningen uiteen. We zijn er onvoldoende in geslaagd bij elk blok extrastof te ontwikkelen, waaruit een keuze te maken is voor zowel 'zwakke' als 'goede' leerlingen, voor meer theoretisch of meer praktisch ingestelde leerlingen en voor leerlingen die al in een vroeg stadium weten in het volgende leerjaar wel of geen natuurkunde meer te hebben. Toch bepaalt dit slechts voor een deel de ontevredenheid over de extrastof. De mening van de leraar over de extrastof vertoont meer samenhang met zijn mening over de sfeer in de klas en de werkhouding en de mate van zelfstandigheid van leerlingen gedurende de differentiële periode.

Veel leraren (76%) geven dan ook aan dat de vereiste mate van zelfstandigheid en de gehanteerde werkvormen in de natuurkunde-lessen (sterk) afwijken van de andere lessen op school.

De leerlingen beoordelen de aanwezigheid van een diagnostische toets en herhaalstof als (zeer) positief en zien ook het effect ervan op hun resultaten. Maar evenals de docenten zijn ook zij genuanceerder in hun oordeel waar het de extrastof betreft. Het zijn vooral de leerlingen in de hogere leerwegen en de jongens, die de extrastof positief beoordelen.

6. Wat te doen met deze resultaten ?

Met het gekozen differentiatiemodel komen we slechts ten dele tegemoet aan de heterogeniteit van de klas. Het samenhouden van de havo- en vwo-leerlingen in klas 3 komt vooral de potentiële havo-leerlingen ten goede en berokkent de potentiële vwo-leerlingen geen nadeel op de basisstof.

Vooraf in vwo-klassen leiden de extrastof-toetsen tot verschillen in resultaat tussen leerlingen die elkaar op de basisstof weinig in resultaat ontlopen. In vergelijking met dit gegeven kunnen de extrastof-resultaten in de vbp niet worden beschouwd als een bijdrage aan een oplossing voor de cognitieve heterogeniteit in dit klastype. Het lijkt erop dat de 'goede' vbp-leerlingen de extrastof niet nodig hebben

om zich te profileren voor klas 4 met natuurkunde, mede omdat de basisstof al sterk discriminerend werkt. In klas 2 vbp ligt deze situatie enigszins anders. De resultaten van de potentiële havo- en vwo-leerlingen ontlopen elkaar op de basisstof weinig. De 'druk' op leraren en leerlingen om de extrastof te gebruiken in het (zelf)determinatieproces wordt daardoor groter.

Op affectief gebied is met name het effect op de potentiële vwo-leerlingen teleurstellend. Hun plezier in het vak en de ervaren relevantie van het vak en de lessen nemen af gedurende de cursus en zijn (significant) lager dan bij vwo-leerlingen in meer homogene klassen. Uit het onderzoek wordt niet duidelijk waaraan dit resultaat moet worden toegeschreven. Wel constateerden we dat de leraren in meer homogene vwo-klassen de extrastof een duidelijker plaats geven in het totale onderwijsleerproces, zowel wat beschikbare tijd als aan de leerlingen te stellen eisen op het punt van verwerking en resultaat betreft. Als door een verbreding van de groep en een verlaging van het basisstofniveau, zoals in klas 2 vbp in vergelijking met klas 3 vbp het geval is, de noodzaak toeneemt om de differentiële periode bij de zelfdeterminatie en de keuze een rol te laten spelen, is het met de gekozen vorm van DBK mogelijk dat de herhaal- en extrastof in beide processen een aantoonbare rol gaan spelen.

Toch kunnen we over dit resultaat maar matig tevreden zijn. Slechts door het veranderen van de randvoorwaarden konden de effecten van het gehanteerde model in de gewenste richting worden omgebogen. Een combinatie van resultaten op cognitief en affectief gebied brengt ons tot de conclusie dat de strakke scheiding tussen basis- en extrastof de 'goede' leerlingen in de heterogene klas niet ten goede komt. Op grond hiervan en de in de praktijk ontstane behoefte om het starre ritme van 'basisstof-toets-differentiële stof-toets' te doorbreken, willen we pleiten voor een andere aanpak.

Bij een beperkt aantal traditioneel moeilijke onderwerpen uit de onderbouwleerstof, zoals begrippen als kracht, dichtheid en spanning, lijkt het zinvol het BHE-model te blijven toepassen. Het leereffect van de formatieve toets en de erop volgende differentiële lessen is bij verschillende blokken in het DBK-project voldoende aangetoond. De sterke gerichtheid op de basisstof benadeelt vanwege de beperkte omvang van de betreffende leerstof en lestijd geen van de leerlingen. Daarentegen mag verwacht worden dat een goede basis wordt gelegd voor zelfstandige exploratie in de andere blokken. Binnen die andere blokken dient dan gebruik te worden gemaakt van een meer open differentiatiemodel zoals bijvoorbeeld het projectmodel. In dit model is niet nadrukkelijk sprake van gemeenschappelijk te beheersen basisstof.

De leerlingen kunnen uit een keuzeprogramma die opdrachten uitvoeren die over-

eenstemmen met hun interesses en capaciteiten. Het betreft nog steeds differentiatie binnen één vak, maar het accent komt te liggen op groepswork en het maken van eigen keuzes door de leerlingen. De 'goede' leerlingen raken het gevoel kwijt dat ze eigenlijk teveel doen vergeleken met de rest van de klas, omdat de scheiding tussen basis- en extrastof wegvalt. In de praktische uitvoering lijkt het projectmodel hogere eisen te stellen aan de leraar. Toch moeten leraren die al enige jaren ervaring hebben opgedaan met het BHE-model in staat worden geacht deze andere werkwijze geleidelijk te kunnen inbouwen in hun onderwijs.

Dit voorstel past binnen een strategie van geleidelijke gewinning aan differentiatie binnen klasseverband, zoals de vakgroep didactiek natuurkunde van de V.U. deze al enige jaren voorstaat. Het komt ons voor dat de overgang van het BHE-model naar het projectmodel aanzienlijk minder ingrijpend is dan de overgang van klassikaal-frontaal onderwijs naar het projectmodel.

Door enkele jaren te werken met een meer gesloten differentiatiemodel worden veel leraren in staat gesteld voor zichzelf een begaanbare route uit te stippelen naar gedifferentieerder en meer open onderwijs.

Literatuurverwijzingen

- Berg, G. van den, Terwel, J. *Formatieve evaluatie van interne differentiatie, de resultaten van de eerste en tweede evaluatieronde van het CURNIL-project op de scholen-gemeenschap Nieuwelant*, Utrecht: R.U., vakgroep Onderwijskunde, 1980.
- Contreras, G. *Mastery Learning: The relation of different criterion levels and aptitude to achievement, retention and attitude in a seventh grade geography unit*, Dissertatie. Georgia: university van Georgia, 1975.
- Groot, A.D.de. *Methodologie*, Den Haag: Mouton, 1961.
- Kellington, S.H., Mitchell, A.C. *An evaluation of New Science Worksheets for Scottish Integrated Science*, London: Heineman Educational Books, 1978.
- Kelly, A.V. *Teaching Mixed Ability Classes, an individualized approach*, hoofdstuk 8, London: Harper and Row, 1974.
- Kerlinger, F.N. *Foundations of behavioral research*, London: Holt, Rinehart and Winston, 1973.
- Licht, P. *Differentiatie binnen klasseverband voor natuurkunde; een onderzoek in de leerjaren 3 havo-ivo en 2 mavo-havo-ivo*, Dissertatie. Amsterdam: V.U., 1982.
- Morawietz, H. *Unterrichtsdifferenzierung, Ziele, Formen, Beispiele und Forschungsergebnisse*, Weinheim und Basel: Beltz Verlag, 1980.
- Novick, M.R., Lewis, C. *Test length for criterion-referenced measurement*, In: C.W.Harris e.a., *Problems in criterion-referenced measurement*, Los Angeles: Center for Study of Evaluation, 1974.
- Prinsen, L. *De Leerlingvragenlijsten binnen het DBK-na project*, Doctoraalscriptie. Amsterdam: V.U., 1978.

Slavenburg, J.H., Creemers, B.P.M. *Leren leren door beheersingsleren*, In: E.Warries e.a., *Beheersingsleren een leerstrategie*, in de serie *Onderwijskunde*, nr.11, Groningen: Wolters Noordhoff, 1979.