

S.P. van 't Riet

HET DIDACTISCH HANDELEN VAN WISKUNDEDOCENTEN MET BETREKKING TOT INTERNE DIFFERENTIATIE

*Een onderzoek naar het interne-differentiatiegedrag
van wiskundeleraars in eenjarige brugklassen
van MAVO-HAVO-VWO-scholengemeenschappen*

FOLIANTI

**HET DIDACTISCH HANDELEN VAN WISKUNDEDOCENTEN
MET BETREKKING TOT INTERNE DIFFERENTIATIE**

De uitgave van dit boek is mede mogelijk gemaakt door financiële bijdragen van:

- Bureau Procesondersteuning van de Christelijke Hogeschool Windesheim te Zwolle
- Dienst Onderwijs, Dienstverlening en Studentenzaken van de Christelijke Hogeschool Windesheim te Zwolle
- Educatieve Partners Nederland te Houten, uitgever van *Getal en Ruimte*, wiskundemethode voor het voortgezet onderwijs
- Woltersgroep Groningen te Groningen, uitgever van *Moderne Wiskunde*, wiskundemethode voor het voortgezet onderwijs

Copy-right Folianti - Zwolle, 1995

ISBN 90-802435-1-5

NUGI 724

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door middel van druk, fotokopie, microfilm, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

VRIJE UNIVERSITEIT

**HET DIDACTISCH HANDELEN VAN WISKUNDEDOCENTEN
MET BETREKKING TOT INTERNE DIFFERENTIATIE**

Een onderzoek naar het interne-differentiatiegedrag
van wiskundeleraars in eenjarige brugklassen
van MAVO-HAVO-VWO-scholengemeenschappen

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

ter verkrijging van de graad van doctor aan
de Vrije Universiteit te Amsterdam,
op gezag van de rector magnificus
prof.dr E. Boeker,
in het openbaar te verdedigen
ten overstaan van de promotiecommissie
van de faculteit der psychologie en pedagogiek
op maandag 10 april 1995 te 15.45 uur
in het hoofdgebouw van de universiteit, De Boelelaan 1105

door

Simon Peter van 't Riet

geboren
te Broek op Langedijk

Promotor: prof.dr J. Schouten

Copromotoren: dr S.E. Huisman
dr J.H.C. Vonk

Referent: dr J.J.H. van den Akker

VOORWOORD

Aan het begin van dit boek wil ik mijn dank uitspreken aan allen die mij bij het onderzoek en het schrijven terzijde hebben gestaan:

Mijn promotor prof.dr Jac. Schouten. Met goede herinnering denk ik terug aan de kritische en geanimeerde gesprekken over het onderzoek. Zijn praktijk- en doelgerichte benadering van het onderwijs heb ik als lerarenopleider bijzonder op prijs gesteld.

Dr J.H.C. Vonk, die vanaf het eerste uur bij het onderzoek betrokken was. Aan zijn deskundige adviezen en stimulerende begeleiding is het mede te danken dat het onderzoek uitgroeide en met dit boek tot voltooiing werd gebracht.

Dr S.E. Huismans, die als methodologisch begeleider steeds voor me klaar stond en tot mijn genoegen discussies over de inhoudelijke kant van het onderzoek niet uit de weg ging.

Dr J.J.H. van den Akker, die als referent bijdroeg aan de afronding van het werk.

Drs A.H. de Gruyter, die aanvankelijk als co-onderzoeker het onderzoek hielp in de steigers te zetten.

Drs G. Haveman die het onderzoek met mij uitbouwde en zonder wie ik het werk niet had kunnen volbrengen. Aan zijn kameraadschap blijf ik een warme herinnering houden.

Erkentelijkheid spreek ik uit aan het adres van alle docenten die aan het onderzoek hebben meegewerkt. Zonder hun bereidheid is onderzoek dat nauw aansluit bij de praktijk van het wiskundeonderwijs niet mogelijk. Dat geldt ook voor de uitgevers van de wiskundemethoden Getal en Ruimte (Educatieve Partners Nederland te Houten) en Moderne Wiskunde (Woltersgroep Groningen te Groningen), die meewerkten bij het zoeken van scholen voor het hoofdonderzoek. De bereidwilligheid van vele schoolleiders hun docenten om medewerking aan het onderzoek te vragen heb ik eveneens zeer op prijs gesteld.

En last but not least dank aan de heer D. Broeren voor zijn hulp bij het schrijven van de summary.

Ik spreek de hoop uit dat dit boek een bijdrage zal leveren aan de verbetering van de lerarenopleiding wiskunde en het wiskundeonderwijs.

Zwolle, februari 1995

INHOUD

1	Context, uitgangspunt en vraagstelling van het onderzoek	1
1.1	De context van het onderzoek	1
1.2	Het handelingstheoretische uitgangspunt van het onderzoek	3
1.3	De vraagstelling van het onderzoek	5
2	Interne-differentiatiegedrag, wiskundemethoden en groeperingsvormen	10
2.1	Het begrip 'differentiatie'	10
2.2	Verschillen tussen leerlingen in het wiskundeonderwijs	12
2.2.1	Verschillen in algemene leerlingkenmerken	12
2.2.2	Verschillen in vakspecifieke leerlingkenmerken	13
2.2.3	Verschillen in leeractiviteiten	14
2.3	Differentiatiemethodieken en verschillen tussen leerlingen	16
2.3.1	Differentiatie op macro-niveau	16
2.3.2	Differentiatie op meso-niveau	17
2.3.3	Differentiatie op micro-niveau	18
2.4	Interne-differentiatiegedrag	25
2.4.1	Interne-differentiatiegedrag als vorm van didactisch handelen	25
2.4.2	Vormen van interne-differentiatiegedrag	29
2.4.3	De ontwikkeling van een meetinstrument voor interne-differentiatiegedrag	30
2.5	Differentiatie en wiskundemethoden	31
2.6	Het onderzoek naar groeperingsvormen en interne differentiatie	33
2.6.1	Homogeen versus heterogeen groeperen	33
2.6.2	Effecten van groeperingsvormen	34
2.6.3	Groeperingsvormen in relatie tot onderwijsleerprocessen	35
2.6.4	Ontwikkelingen in het onderzoek naar effecten van groeperingsvormen	36
2.6.5	Onderzoek naar interne differentiatie	38
2.6.6	Onderzoek naar intern-differentiërend handelen en groeperingsvormen	39
2.6.7	Onderzoek van factoren die intern-differentiërend handelen beïnvloeden	40

2.6.8	Onderzoek naar de realiseerbaarheid van interne differentiatie	41
2.6.9	Conclusies	42
3	Hypothesen en opzet van het onderzoek	44
3.1	De variabelen van het onderzoek	44
3.2	De operationalisering van de afhankelijke variabelen	45
3.2.1	De keuze van het te ontwikkelen instrument	45
3.2.2	Observaties	46
3.2.3	Docentenvragenlijsten	48
3.2.4	Leerlingenvragenlijsten	49
3.2.5	Vragenlijsten en scores voor interne-differentiatiegedrag	52
3.3	De operationalisering van de onafhankelijke variabelen	53
3.3.1	De differentiatiemethodieken van wiskundemethoden	53
3.3.2	Heterogeen versus homogeen groeperen	54
3.3.3	Overige factoren	58
3.4	De onderzoekshypothesen	59
3.4.1	Hypothese over de perceptie van interne-differentiatiegedrag door docenten en lesgroepen	59
3.4.2	Hypothesen over de invloed van wiskundemethoden en groeperingsvormen op interne-differentiatiegedrag	60
3.5	De opzet van het onderzoek	62
4	De ontwikkeling van de vragenlijsten over interne-differentiatiegedrag	65
4.1	Het ontwikkeltraject	65
4.2	Inventarisatie en classificatie van interne-differentiatiegedrag	66
4.3	Open interviews	67
4.3.1	Opzet van de open interviews	67
4.3.2	Conclusies uit de open interviews	69
4.4	De constructie van de vragenlijst ID	70
4.4.1	De eerste versie van de gesloten vragen	70
4.4.2	De constructie van een betrouwbare vragenlijst	71
4.5	De validiteit van de vragenlijst ID	76
4.5.1	De cognitieve validiteit van de ID-LR	76
4.5.2	De overte-gedragsvaliditeit van de ID-LR	79
4.5.3	Conclusies	83

5	Differentiatiemethodieken van wiskundemethoden	84
5.1	Inleiding	84
5.2	De keuze der wiskundemethoden	84
5.3	Analyse van auteursmateriaal (Fase 3)	85
5.3.1	Differentiatie in Getal-en-Ruimte	86
5.3.2	Differentiatie in Moderne-Wiskunde 5e editie	89
5.3.3	Vergelijking Getal-en-Ruimte met Moderne-Wiskunde	94
5.4	Analyse van de leerstof (Fase 4)	94
5.4.1	De selectie van een representatief deel van de leerstof	95
5.4.2	Kritische leerstofkenmerken van produktgeoriënteerde differentiatie	98
5.4.3	Kritische leerstofkenmerken van procesgeoriënteerde differentiatie	102
5.4.4	Conclusies	112
6	Het toetsingsonderzoek	113
6.1	De realisering van het onderzoeksdesign	113
6.2	Het verzamelen van de data	116
6.2.1	De vragenlijsten voor docenten en leerlingen	116
6.2.2	De beantwoording van de vragenlijsten	118
6.2.3	Samengestelde scores	119
6.3	Betrouwbaarheidsanalyses en validiteitscontroles	119
6.3.1	De interbeoordelaarsbetrouwbaarheden van de lesgroepen	119
6.3.2	Controle van de inhoudsbetrouwbaarheid van de subvragenlijsten	121
6.3.3	Controle van de cognitieve validiteit	121
6.3.4	Controle van de overte-gedragsvaliditeit	121
6.4	De checks op de onafhankelijke variabele groeperingsvormen	122
6.5	De toetsing van de hypothesen	125
6.5.1	Inleiding	125
6.5.2	De toetsing van de perceptiehypothese	125
6.5.3	De toetsing van hoofdhypothese 1 betreffende wiskundemethoden	129
6.5.4	De toetsing van hoofdhypothese 2 betreffende groeperingsvormen	132
6.5.5	De toetsing van de nevenhypothese betreffende algemene lesgroepniveaus	136
6.6	Effecten van covariaten (exploratieve analyse)	139

6.7	Interpretatie, aanvullende analyses en voorlopige conclusies	142
6.7.1	Betrouwbaarheid, validiteit en leerlingenpercepties	142
6.7.2	Het effect van interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden	148
6.7.3	Het effect van groeperingsvormen en algemene lesgroepniveaus	157
7	Discussie en aanbevelingen voor lerarenopleiding en wiskundeonderwijs	164
7.1	Discussie	164
7.1.1	Terugblik op de onderzoeksvraagstelling en het theoretisch kader	164
7.1.2	Bruikbaarheid en verbetering van de onderzoeksinstrumenten	166
7.1.3	De opzet van het toetsingsonderzoek	167
7.1.4	De resultaten	169
7.1.5	Suggesties voor verder onderzoek	172
7.2	De betekenis van het onderzoek voor de lerarenopleiding	174
7.2.1	Beroepsvereisten en beroepsbekwaamheden met betrekking tot interne differentiatie	175
7.2.2	Aanbevelingen voor de lerarenopleiding	177
7.2.3	Concrete bijdragen aan een opleidingsleerplan voor het vak wiskunde	179
7.2.4	Slotopmerking	182
7.3	Aanbevelingen voor het wiskundeonderwijs	183
7.4	Eindconclusies	187
	Summary	189
	Literatuur	194
	Bijlagen	199

1 CONTEXT, UITGANGSPUNT EN VRAAGSTELLING VAN HET ONDERZOEK

1.1 *De context van het onderzoek*

In de jaren tachtig kwam een samenwerkingsverband tot stand tussen de Vrije Universiteit (VU) te Amsterdam en de Christelijke Hogeschool Windesheim (CHW) te Zwolle op het gebied van de eerste-graadslerarenopleiding aan de VU.¹ In het kader daarvan ontstond de mogelijkheid voor docenten van de tweede-graadslerarenopleiding te participeren in de voorwaardelijk gefinancierde onderzoeksprogramma's van de universitaire lerarenopleiding. De situatie met betrekking tot het onderzoek was gecompliceerd. Enerzijds bestond er sinds 1984 een onderzoeksprogramma van de vakgroep Onderwijskunde ten behoeve van de Lerarenopleiding (VOLO) met als thema 'de professionele ontwikkeling van docenten in het voortgezet onderwijs'², anderzijds liepen er in de diverse faculteiten vele los van elkaar staande, vaak kleinere onderzoeksprojecten met een vakdidactisch thema. Pogingen om dit onderzoek onder één noemer te brengen leidden tot een concept-onderzoeksprogramma met als gemeenschappelijk thema 'didactische differentiatie'.³

Vanuit de lerarenopleiding wiskunde waren er interessante en belangrijke aanknopingspunten te vinden bij de gekozen thematiek. Wat wisten we als lerarenopleiders af van het didactisch handelen van wiskundedocenten met betrekking tot differentiatie? Was differentiatie niet een veel breder verschijnsel dan alleen het creëren van verschillende onderwijsleercondities? Waren er de afgelopen jaren niet steeds meer wiskundemethoden verschenen met verschillende aanpakken van het differentiatieprobleem? Wat deden wiskundedocenten nu eigenlijk wel en niet met dat aangeboden materiaal? Konden er omstandigheden zijn die hun handelen kwalitatief en kwantitatief beïnvloedden? Daarbij was in de jaren tachtig het algemene gevoel dat de groepen in het aanvankelijk voortgezet

-
- 1 Voorts was de Hogeschool Holland te Diemen bij dit samenwerkingsverband betrokken.
 - 2 Dit programma richtte zich op een beschrijving en analyse van het handelen van docenten.
 - 3 In de nota 'Aanzet voor een onderzoeksproject voor het gemeenschappelijke thema: Didactische Differentiatie' van 3 december 1986 (Brinkman e.a., 1986) werd 'didactische differentiatie' omschreven als een variant van interne differentiatie waarbij communale doelen worden nagestreefd (p. 6).

onderwijs eerder heterogener dan homogener zouden worden, waardoor onder docenten de behoefte aan interne differentiatie zou kunnen toenemen.⁴

De vraag ontstond, wat we op grond van systematisch verzamelde kennis wisten over *vormen* van didactisch handelen van wiskundedocenten met betrekking tot interne differentiatie en over *factoren* die daarop van invloed konden zijn. Om drie redenen leek die vraag van groot belang. De eerste reden was er een van zuiver wetenschappelijk belang: meer aan de weet zien te komen over het beroep van leraar. En dan niet hoe dit beroep *moet* worden uitgeoefend (normatief), maar hoe het *wordt* uitgeoefend (empirisch). Een tweede reden was meer zicht te krijgen op de vraag hoe het onderwerp differentiatie het beste onderwezen kon worden aan studenten in de lerarenopleiding wiskunde. De derde reden was dat kennis omtrent het gedrag van leraren gebruikt zou kunnen worden om langs de weg van beïnvloeding en maatregelen het onderwijs te verbeteren.

In 1989 kwam er onderzoeksformatie beschikbaar voor docenten van de hogeschool. Aansluiting werd gezocht bij het onderzoeksprogramma van VOLO en in overleg met de programmacoördinator dr J.H.C. Vonk werd een onderzoeksvoorstel ingediend. De vraagstelling werd beperkt tot het probleem, wat verstaan moet worden onder intern-differentiërend handelen van wiskundedocenten, wat die docenten in hun lessen wel en niet aan differentiatie doen en door welke omgevingsfactoren dit intern-differentiërend handelen qua vorm en mate beïnvloed wordt. De vraag naar het effect van dit intern-differentiërend handelen op de leerresultaten van de leerlingen werd buiten beschouwing gelaten. Dit uit oogpunt van ter beschikking staande middelen⁵, maar ook omdat de leerresultaatgerichtheid van veel onderzoek tot dan toe weinig had bijgedragen aan onze kennis van het differentiërend handelen van docenten.⁶ De bij het onderzoek te hanteren methoden zouden afhankelijk van het te onderzoeken deelaspect meer kwantitatief of kwalitatief kunnen zijn. Na de zomer van 1989 gingen we van start. Vanaf september 1991 werd de taak van medeonderzoeker A.H. de Gruyter overgenomen

4 Zie b.v. de SLO-publikatie "Naar aanleiding van...", 1983, p. 5.

5 Het ontbreken van leerresultatenonderzoek wordt vaak als bezwaar tegen onderzoek aangedragen, omdat de zeggingskracht er minder door zou worden (Creemers, 1991, p. 57). Echter, het design wordt er zeer veel ingewikkelder door: de grootschaligheid neemt toe, omdat er meer lessen en meer klassen bij het onderzoek betrokken moeten worden; er moet met controlegroepen gewerkt worden; er moeten voor- en natoetsen ontwikkeld en afgenomen worden; er moet gecorrigeerd worden voor leerlingkenmerken zoals IQ en sociaal milieu; allerlei variabelen zoals 'gelegenheid tot leren', leerboekkenmerken en instructiekenmerken, die de prestaties van de leerlingen kunnen beïnvloeden, moeten in het onderzoek worden meegenomen (zie: Creemers, 1991, p. 44, 48, 58, 78).

6 Zie ook paragraaf 2.6.2.

door drs. G. Haveman. Beiden leverden belangrijke bijdragen met betrekking tot literatuurstudie, instrumentontwikkeling, afname van vragenlijsten, presentatie van resultaten op het BERA-congres te Liverpool in 1993 en algehele reflexie.

1.2 Het handelingstheoretische uitgangspunt van het onderzoek

In het voorafgaande is enkele keren sprake geweest van didactisch en differentiërend handelen van docenten. Daarbij kan differentiërend handelen gezien worden als een bijzondere categorie van didactisch handelen. Met betrekking tot het begrip 'handelen' stellen we ons op een handelingstheoretisch standpunt, waarbij het begrip 'handelen' wordt opgevat als een bijzondere categorie gedrag, te weten intentioneel en door denkprocessen gereguleerd gedrag.⁷ Daarbij moet dan niet alleen aan het aspect van het waarneembare gedrag gedacht worden maar ook aan het cognitieve aspect, omdat aan dit handelen van docenten subjectieve theorieën ten grondslag liggen. Aansluitend bij Corporaal (1988, p. 4-5) omschrijven we de subjectieve theorie van een docent als 'een samenstel van in principe actualiseerbare cognities, waarin de subjectieve zienswijze op ervaren en handelen weerspiegeld wordt, en die onderling een rationele samenhang vertonen'. Een subjectieve theorie bestaat dus uit voor de persoon coherente informatie-eenheden of cognities, waarbij 'coherent' niet per definitie 'logisch coherent' behoeft te betekenen.⁸ Deze subjectieve theorieën spelen een rol bij de wijze waarop een docent zijn situatie, zijn handelen en de resultaten daarvan opvat. Het didactisch handelen van een docent wordt nu gekenmerkt door intentionaliteit, doelgerichtheid, een hiërarchische opbouw⁹ en wisselwerking met de omgeving. De subjectieve theorie van de docent vormt de kennisgrondslag voor zijn didactisch handelen. Het geheel van het didactisch handelen wordt ook wel het 'handelingsrepertoire' van de docent genoemd.

Peters en Beijaard (1982, p. 36) signaleren bij het onderzoek naar leerkrachtgedrag op basis van cognities het probleem van de relatie tussen denkprocessen enerzijds en gedrag in de zin van waarneembare handelingen anderzijds. Zij noemen deze relatie essentieel, maar tevens problematisch vanwege het ontbreken van een adequate psychologische theorie met betrekking tot de minder gestructureerde en meer complexe situaties waarmee docenten in het

7 Corporaal, 1988, p. 4 e.v. Een bespreking van relevante literatuur op het gebied van handelingstheorieën vindt men aldaar op pag. 1 e.v.

8 Deze coherentie kan ook bestaan uit analogieën, associaties, etc.

9 Bijv. eerst een plan maken voor de les in zijn geheel, daarna voor de onderdelen ervan.

onderwijs te maken hebben.¹⁰ Een zelfde problematische relatie kan gesignaleerd worden tussen de subjectieve theorieën van een docent en diens waarneembare gedrag. We moeten daarbij bedenken dat docenten een mentale representatie van hun eigen onderwijsgedrag hebben, welke deel uitmaakt van hun subjectieve theorie. Daarom is voor onderzoek naar leerkrachtgedrag niet alleen het door anderen waarneembare gedrag van de docent van belang, maar moet ook het beeld dat de docent van het eigen gedrag heeft in het onderzoek worden betrokken.

Voor het onderzoek dat verricht wordt vanuit en met oog op de lerarenopleiding, kan hieraan worden toegevoegd, dat vorming en beïnvloeding van het didactisch handelen van docenten en aanstaande docenten voor een groot, zo niet voor het grootste deel verlopen via hun cognities, en dat het ontstaan en de ontwikkeling van hun subjectieve theorieën daarbij van doorslaggevend belang zijn. Ook waar bijscholing en opleiding een praktisch karakter hebben, zoals in instituuts- of schoolpracticum, zal het uiteindelijke leerresultaat in de vorm van overte gedragsverandering voornamelijk totstandkomen door middel van de cognitieve reflectie op het vertoonde gedrag. Daarom is het voor een opleider niet alleen van belang te weten hoe het waarneembare gedrag van docenten volgens meer objectieve maatstaven verloopt, maar ook welke cognities docenten van hun eigen onderwijsgedrag hebben. Het is vanuit deze opvatting over didactisch handelen dat we in ons onderzoek niet alleen geïnteresseerd zijn in door anderen waarneembaar gedrag van docenten, maar vooral ook in de zelfwaarneming ervan die een belangrijke component vormt in de cognities die het didactisch handelen sturen.

Een van de consequenties van dit gezichtspunt is bijvoorbeeld, dat we bij de bestudering van de relaties tussen enerzijds de prestaties van de leerlingen en de verschillen in die prestaties en anderzijds het gedrag van docenten ten opzichte van de leerlingen meer hebben aan prestatiemetingen zoals deze door de docenten zelf verricht worden in de vorm van proefwerken, rapportcijfers e.d., dan aan metingen met behulp van een door de onderzoeker gekozen of geconstrueerd cognitief meetinstrument zoals een intelligentietest. Het zijn namelijk de leerresultaten zoals de docenten die zelf meten, welke hun beeld van de leerlingen en van de verschillen tussen de leerlingen het sterkst bepalen. Bij het onderzoek naar didactisch handelen is het daarom van belang aandacht te besteden aan die informatiebronnen die de docenten zelf gebruiken voor hun beeldvorming over het onderwijsleerproces.

10 Peters en Beijaard, 1982, p. 41.

1.3 De vraagstelling van het onderzoek

Als we interne differentiatie voorlopig omschrijven¹¹ als het rekening houden met individuele verschillen van leerlingen tijdens in klasseverband uitgevoerd onderwijs, dan zullen we het didactisch handelen van docenten, dat gericht is op interne differentiatie voortaan '*interne-differentiatiegedrag*' noemen. Op grond van bovenstaande beschouwingen kunnen we de aanvankelijke, globale vraagstelling van het onderzoek aldus samenvatten:

'Welke vormen van interne-differentiatiegedrag vertonen wiskundedocenten in het voortgezet onderwijs en welke factoren zijn van invloed op de mate waarin zij die vormen van gedrag vertonen?'

Het is duidelijk dat de voorlopige probleemstelling, op deze wijze geformuleerd, nog erg breed is en dat om redenen van uitvoerbaarheid een aantal beperkingen opgelegd dienden te worden. Deze beperkingen lagen in de keuze van de sector van het voortgezet onderwijs waarin het onderzoek zou worden uitgevoerd, en in de keuze van de factoren waarvan de invloed op het interne-differentiatiegedrag werd onderzocht. Omdat een breed en tijdrovend onderzoek niet tot de mogelijkheden behoorde, werd besloten het onderzoek te beperken tot scholen voor voortgezet onderwijs met een eenjarige brugperiode. Naar men mag verwachten zal de samenstelling van brugklassen heterogener zijn dan die van de vervolklassen, welke tot verschillende afdelingen behoren.¹² Daarom zal de noodzaak tot en behoefte aan interne differentiatie in brugklassen groter zijn dan in de hogere leerjaren. Bovendien speelt in eenjarige brugklassen de problematiek van de selectie voor het vervolgonderwijs sterker dan in hogere leerjaren waarin die selectie al grotendeels heeft plaatsgevonden. Daardoor is in deze brugklassen naast de mogelijkheid van *interne* differentiatie ook steeds een element van selectie met oog op toekomstige *externe* differentiatie aanwezig.

Voorts kon het onderzoek beperkt worden tot scholen voor MAVO, HAVO en VWO, omdat er zowel bij de samenstelling van scholengemeenschappen als bij de ontwikkeling van schoolmethoden sprake was van een vrij duidelijke scheiding tussen LBO(VBO)/MAVO enerzijds en MAVO/HAVO/VWO anderzijds. Binnen de beschikbare middelen was het niet mogelijk beide combinaties van schooltypen in het onderzoek te betrekken. Aangezien het LBO een aantal verschillende schooltypen omvatte, waarin het wiskundeonderwijs en de gebruikte

11 Zie voor een nauwkeuriger definitie: hoofdstuk 2.

12 Zie bijv.: Terwel e.a., 1988, p. 10.

wiskundemethoden een grote diversiteit te zien gaven, lag het voor de hand het onderzoek te richten op scholen voor MAVO, HAVO en VWO.

Vervolgens moest er een keuze gemaakt worden uit de factoren die van invloed konden zijn op het interne-differentiatiegedrag van docenten. Aanvankelijk werd onderscheid gemaakt tussen zes soorten factoren:

- *docentenkenmerken*, zoals leeftijd, sexe, opleiding, leservaring, meerdere bevoegdheden, enz.;
- *leerlingenkenmerken*, zoals wiskundige voorkennis, wiskundig vermogen, faalangstigheid, enz.;¹³
- *lesgroepkenmerken*, zoals heterogeniteit versus homogeniteit (kortweg aangeduid als 'groeperingsvormen'), prestatieniveau, enz.;
- *schoolmethode- en leerstofkenmerken*, zoals de indeling van de leerstof met oog op differentieel gebruik, de openheid versus geslotenheid van opgaven, enz.;
- *schoolkenmerken*, waarbij gedacht kan worden aan geografische ligging, denominatie, het organisatieklimaat van de school, het beleid dat de school of de vakgroep voert met oog op differentiatie, enz.;
- *lessituatiekenmerken*, zoals de inrichting van lokalen, inroostering van de lessen en andere omstandigheden waaronder de lessen plaatsvinden.

Op grond van de relevantie voor de onderwijspraktijk vermoedden we dat de laatste categorie factoren, die van de *lessituatiekenmerken*, voor het onderzoek niet erg interessant was. Deze factoren worden vaak door toevallige omstandigheden bepaald en zijn eerder van invloed op het didactisch handelen in algemene zin, dan dat er invloed van te verwachten is op het interne-differentiatiegedrag van docenten. Daarom hebben we deze lessituatiekenmerken slechts zijdelings¹⁴ in het verdere onderzoek betrokken.

Problematisch is ook de rol van *leerlingenkenmerken* in de zin van kenmerken van individuele leerlingen. Het is namelijk de vraag wat verstaan moet worden onder 'de invloed van kenmerken van individuele leerlingen op het interne-differentiatiegedrag van docenten'. Invloedsrelaties zijn immers steeds relaties waarbij de variatie van de ene grootte afhankelijk is van de variatie van de

13 Het gaat daarbij om de vraag hoe de individuele kenmerken van een bepaalde leerling het interne-differentiatiegedrag van de docent ten opzichte van deze bepaalde leerling beïnvloeden in vergelijking met dat gedrag ten opzichte van medeleerlingen. Beschouwt men leerlingenkenmerken als variabelen van de klas, dan vallen zij samen met de volgende categorie factoren.

14 D.w.z. als covariaten van de onafhankelijke variabelen en slechts in een exploratieve setting.

andere grootheid. Invloedsrelaties zijn daarom nooit een zaak van individuele instanties. Bij interne differentiatie reageren docenten niet op geïsoleerde leerlingen, maar op leerlingen als deel van een groep. Het gaat daarbij niet om leerlingkenmerken op zichzelf, maar om verschillen in dergelijke kenmerken tussen leerlingen. Daarom zijn er met betrekking tot de invloed van individuele leerlingkenmerken op interne-differentiatiegedrag twee mogelijkheden:

- a) leerlingkenmerken worden opgevat als variërend in een groep leerlingen;
- b) leerlingkenmerken worden opgevat als variërend in de tijd.

Omdat het in ons onderzoek gaat om veel-één-relaties (groepen leerlingen met elk één docent) kunnen leerlingkenmerken in geval a) ook benaderd worden als lesgroepkenmerken, waarbij met name de variantie van het leerlingkenmerk binnen de lesgroep een belangrijke grootheid is. In geval b) wordt de vraagstelling heel anders, te weten hoe de wijze waarop de leerling in de loop van het schooljaar verandert, het interne-differentiatiegedrag van de docent ten opzichte van die leerling beïnvloedt. Een dergelijke vraagstelling heeft slechts een beperkte draagwijdte. Zij kan onderzocht worden door de aard van de interacties tussen de docent en de individuele leerling te bestuderen, waarbij steeds de vraag aan de orde is, of verandering van de leerling in de loop van het schooljaar van invloed is op het interne-differentiatiegedrag dat de docent ten opzichte van de leerling vertoont. Een dergelijke aanpak strekt zich over langere tijd uit en lijkt zich in eerste instantie meer voor kwalitatief dan voor kwantitatief onderzoek te lenen. Behalve vanwege de beperkte draagwijdte van de zo verkregen informatie voor de vraagstelling van ons onderzoek, kon ook op grond van de beschikbare tijd en middelen niet voor een omvangrijke toepassing van deze individuele benadering worden gekozen. Daarom hebben we de rol van leerlingkenmerken beperkt tot die van mogelijkheid a).

Meer perspectief boden de andere vier categorieën factoren. Bij het maken van een keuze uit deze factoren speelden twee overwegingen een rol. In de eerste plaats hebben we ons afgevraagd, welke factoren in de onderwijspraktijk het meest beïnvloedbaar zijn. Dan namelijk is de kans het grootst dat de door het onderzoek verkregen kennis zal kunnen doorwerken in het handelingsrepertoire van (aanstaande) docenten en in keuzen die binnen het onderwijs gemaakt worden. In de tweede plaats is in verband met het opzetten van een onderzoek van belang welke factoren bij de samenstelling van een proefgroep systematisch gevarieerd kunnen worden. Op grond van beide overwegingen lag de keuze voor lesgroepkenmerken en wiskundemethode- of leerstofkenmerken het meest voor de hand. Met name het lesgroepkenmerk 'groeperingsvorm' (heterogeniteit versus homogeniteit) speelt bij de organisatie van het onderwijs in scholengemeen-

schappen een belangrijke rol. Bovendien is er veel onderzoek gedaan naar de effecten van groeperingsvormen op de leerprestaties van de leerlingen.¹⁵ Ook was te verwachten dat er bij de samenstelling van een onderzoeksgroep voor beide groeperingsvormen voldoende scholen beschikbaar zouden zijn.

Met betrekking tot wiskundemethode- en leerstofkenmerken golden dezelfde overwegingen. Vakgroepen wiskunde zien zich om de zoveel jaar voor de vraag naar hun methodekeuze gesteld. Kennis van de invloed die methoden hebben op het interne-differentiatiegedrag van docenten, kan een rol spelen bij het beantwoorden van de vraag welke methode het meest geschikt is voor een vakgroep. Ook waar het gaat om de samenstelling van een onderzoeksgroep bood de keuze voor wiskundemethoden perspectief. Het Nederlandse voortgezet onderwijs kende aan het einde van de jaren tachtig voor wiskunde twee veel gebruikte methoden die reeds bij oppervlakkige kennismaking grote verschillen vertonen, juist ook op het gebied van de gehanteerde differentiatiemethodiek¹⁶, te weten Getal en Ruimte¹⁷ en Moderne Wiskunde¹⁸. Indien nadere analyses van deze wiskundemethoden hun bruikbaarheid voor het onderzoek kon vaststellen, dan moest het mogelijk geacht worden bij de samenstelling van de onderzoeksgroep het gebruik van deze methoden systematisch over de subgroepen te variëren.

Dergelijke overwegingen bestonden er niet of in mindere mate bij de factoren docentkenmerken en schoolkenmerken. Niet duidelijk was het welke docentkenmerken invloed op interne-differentiatiegedrag zouden kunnen hebben. Wellicht kunnen leservaring en (initieel) opleidingsniveau een rol spelen, maar de beïnvloedbaarheid van beide binnen de school is gering. Bovendien kon de mogelijkheid een onderzoeksgroep samen te stellen waarin dergelijke kenmerken systematisch gevarieerd waren, niet hoog worden aangeslagen. Datzelfde gold voor schoolkenmerken. Weliswaar is het voeren van een beleid op het gebied van interne differentiatie van belang te achten voor het interne-differentiatiegedrag van de individuele docenten, maar alleen reeds het bepalen van de aard van dergelijk beleid ('het ene beleid is het andere niet') zou naar verwachting tot geheel onvergelykbare situaties leiden. Daarom werd besloten deze op zich niet onbelangrijke factoren slechts in een exploratieve setting als covariaten van de onafhankelijke variabelen in het onderzoek te betrekken.

Na al deze overwegingen en keuzen kwamen we tot de volgende aanscherping van de onderzoeksvraagstelling:

15 In paragraaf 2.6 komen we hierop uitgebreider terug.

16 We spreken hier van 'methodiek' om verwarring met het woord 'methode' in de zin van 'schoolmethode' te voorkomen.

17 Dijkhuis e.a., 1983.

18 Abels e.a., 1987, 1988.

- (a) In welke mate en in welke vormen vertonen wiskundedocenten in de eenjarige brugklas van MAVO-, HAVO- en VWO-scholen interne-differentiatiegedrag?
- (b) Welke invloed hebben de factoren 'differentiatiemethodieken van wiskundemethoden' en 'groeperingsvormen' op het interne-differentiatiegedrag van wiskundedocenten?
- (c) Welke andere factoren zoals docentkenmerken, lesgroepkenmerken, schoolkenmerken en lessituatiekenmerken zijn mede van invloed op het interne-differentiatiegedrag van wiskundedocenten?

Ook zo geformuleerd liet de vraagstelling nog een aantal zaken open en moesten er bij de concretisering ervan in een onderzoeksopzet nadere keuzen gemaakt worden. Die worden beschreven in hoofdstuk 3. Voorafgaand zullen we in hoofdstuk 2 het theoretisch kader van het onderzoek nader uitwerken.

2 INTERNE-DIFFERENTIATIEGEDRAG, WISKUNDE-METHODEN EN GROEPERINGSVORMEN¹

2.1 *Het begrip 'differentiatie'*

De Koning en Schut (1972)² omschrijven differentiatie in het onderwijs als het doen ontstaan van verschillen tussen delen³ van een onderwijssysteem⁴ ten aanzien van één of meer aspecten.⁵ Er is altijd sprake van een aspect en een mate van differentiatie. Door nu de mate van differentiatie ten aanzien van sommige aspecten te wijzigen kan differentiatie als stuurmiddel in het onderwijs worden gebruikt. Zij merken daarbij op dat in alle vormen en op alle niveaus van het onderwijs sinds jaar en dag gedifferentieerd wordt: in instructiemethode, in doelstellingen, in leertijd.

De vraag hoe differentiatie ingericht en uitgevoerd moet worden, is naar de mening van De Koning en Schut afhankelijk van de heersende opvatting over de plaats en functie van het onderwijs in de maatschappij. De variaties betreffen meestal de mate waarin, het tijdstip waarop en de aspecten ten aanzien waarvan gedifferentieerd moet worden. In deze benadering is er veel aandacht voor differentiatie modellen en de structuur daarvan. Het doel waarmee differentiatie wordt toegepast, maakt geen deel uit van bovenstaande definitie.⁶ Het woord 'verschillen' in die definitie heeft betrekking op delen van een onderwijssysteem. De definitie laat in het midden of door het anders behandelen van de delen van het onderwijssysteem verkleining of vergroting van verschillen tussen leerlingen wordt nagestreefd. Over criteria op grond waarvan de bedoelde delen van het onderwijssysteem moeten worden samengesteld, laat bovenstaande definitie zich niet uit.

De Koning (1987, p. 8 e.v.) heeft bovenstaande definitie vrijwel ongewijzigd herhaald, maar voegt daaraan een paragraaf toe over criteria op basis waarvan differentiatie maatregelen worden genomen. Deze criteria bestaan uit relevant geachte individuele kenmerken of groepskenmerken. De vraag kan nu gesteld worden, waarom dit aspect van differentiatie niet vermeld wordt in de definitie.

1 In dit hoofdstuk zullen we de woorden 'docent', 'leraar' en 'leerkracht' door elkaar gebruiken.

2 Zie ook: De Koning, 1973, p. 3.

3 B.v. scholen, afdelingen, klassen, individuele leerlingen.

4 B.v. het nationale schoolwezen, scholengemeenschappen, afdelingen, klassen.

5 B.v. doelstellingen, leertijd, instructiemethode.

6 Zie: Reezigt, 1993, p. 7.

Zonder de toevoeging 'op basis van verschillen tussen leerlingen' heeft de definitie namelijk ook betrekking op een aantal onderwijskundige verschijnselen, welke in het algemeen niet als differentiatie worden betiteld.⁷ Zo kunnen er verschillen tussen delen van het onderwijssysteem ontstaan door voor het vak wiskunde in de ene school te werken met de ene methode en in de andere school met een andersoortige methode. Het 'criterium' hierbij is niet een individueel kenmerk of groepskenmerk van leerlingen, maar de vakdidactische opvattingen van wiskundevakgroepen. Ook de wijze waarop wiskundeleraars binnen een zelfde school vaak op grond van eigen opvattingen geheel verschillend werken met dezelfde methode⁸ doet verschillen ontstaan tussen klassen. Dan is het criterium de vakdidactische opvatting van de betrokken leraren. Het is daarom van belang in de definitie de criteria te vermelden op grond waarvan men in het onderwijs differentieert, te weten individuele verschillen tussen leerlingen. Groepsverschillen zijn daarbij te beschouwen als sommaties van individuele verschillen.

Dit aspect van differentiatie maakt wel deel uit van de definitie die De Corte e.a. (1981, p. 329) van differentiatie geven: 'Onder differentiatie wordt het totale pakket van onderwijskundige maatregelen samengevat, die beogen het onderwijsleerproces passend te doen zijn met de voor de onderwijsdoelen relevante inter- en intra-individuele verschillen bij leerlingen, teneinde de kans voor iedere leerling de onderwijsdoelen te bereiken te maximaliseren'. Terecht noemt deze definitie verschillen tussen leerlingen als criterium voor het nemen van differentiatiemaatregelen. Echter, hier doet zich het knelpunt voor bij de vermelding van de onderwijsdoelen, en tevens leidt de laatste bijzin tot problemen. Van differentiatie is namelijk niet alleen sprake als de onderwijsleerprocessen worden gevarieerd bij dezelfde doelen. Ook met betrekking tot de keuze der onderwijsdoelen zelf vindt differentiatie plaats. Bovendien is het de vraag of er bij differentiatie wel altijd sprake is van het maximaliseren van kansen van individuele leerlingen. Niemand zal bijvoorbeeld beweren dat de opdeling van het onderwijs in schooltypen als VBO/LBO, MAVO, HAVO en VWO 'de kans voor iedere leerling de onderwijsdoelen te bereiken' maximaliseert. Wellicht heeft men dit bij de invoering van dit schoolsysteem in 1968 beoogd, maar nu we er na ruim 25 jaar in enigszins aangepaste vorm mee doorgaan, kan men daarvan niet meer zo gemakkelijk spreken. En toch zien we dit onderwijssysteem als een vorm van

7 Een zelfde bezwaar doet zich voor bij de definitie van Beukhof en Nijhof (1979), die differentiatie omschrijven als 'het treffen van maatregelen op basis van de functies van onderwijs in de samenleving ten aanzien van structuren, groeperingsvormen, inhouden, processen, doelstellingen en kenmerken van onderwijsgevend en onderwijsontvangenden'.

8 B.v. wel of niet gebruik makend van de differentiatiemethodiek die in de methode gerealiseerd is.

differentiatie. Daarom is het beter te werken met een definitie van differentiatie waarin het aspect van de doelstellingen en het bereiken daarvan geïncorporeerd is in het nemen en uitvoeren van onderwijskundige en didactische maatregelen. Aansluitend bij de definitie van De Koning en Schut doen we daarom het volgende voorstel voor een definitie van het begrip 'differentiatie in het onderwijs':

Differentiatie in het onderwijs is het op basis van verschillen tussen leerlingen verschillend inrichten en/of behandelen van delen van een onderwijssysteem ten aanzien van één of meer aspecten.

Deze definitie houdt nu vervolgens in, dat elke beschouwing over differentiatie antwoord moet geven op de vraag, welke verschillen tussen leerlingen de basis voor een verschillende behandeling vormen.

In de volgende paragrafen komt de vraag aan de orde, welke verschillen tussen leerlingen een rol spelen in welke differentiatiemethodieken. Eerst wordt een inventarisatie gemaakt van verschillen tussen leerlingen, die in de literatuur worden aangegeven als relevant voor het wiskundeonderwijs. Vervolgens wordt besproken welke verbanden er bestaan tussen deze verschillen enerzijds en een aantal voor het wiskundeonderwijs belangrijke differentiatiemethodieken anderzijds.

2.2 *Verschillen tussen leerlingen in het wiskundeonderwijs*

2.2.1 *Verschillen in algemene leerlingkenmerken*

In de onderwijskundige literatuur treffen we een groot aantal leerlingkenmerken aan die relevant zijn voor het onderwijs, variërend van leeftijd en geslacht tot intelligentie en ontwikkelingsniveau.⁹ Ook uit onderzoek op het gebied van rekenen en wiskunde komen algemene leerlingkenmerken zoals intelligentie en sociaal milieu naar voren, die in hoge mate bepalend zijn voor de prestaties van de leerlingen.¹⁰ Verder kan hier gedacht worden aan fysieke, emotionele en sociale rijpheid, operationele ontwikkeling, sociale instelling, faalangstigheid en dergelijke. Nuy (1981, p. 21) noemt in dit verband ook verschillen in algemene voorkennis, motivatiestructuur en cognitieve stijl. Leerlingen verschillen met betrekking tot al deze kenmerken. Daarom is het van belang dat docenten niet alleen 'in het algemeen' rekening houden met deze leerlingkenmerken, maar ook

9 Zie bijv. Creemers, 1987, p. 105.

10 Suhre, 1987.

met de *onderlinge verschillen* die bij deze kenmerken tussen de leerlingen kunnen optreden.

2.2.2 *Verschillen in vakspecifieke leerlingkenmerken*

In de literatuur over het wiskundeonderwijs treffen we vele leerlingkenmerken aan, die van belang geacht worden voor het wiskundeonderwijs en die specifiekere te maken hebben met het leren van wiskunde. Genoemd worden:¹¹

- cognitieve vermogens die op een algemeen niveau gebruikt worden bij het leren van wiskunde, zoals het vermogen te redeneren, reflectief te denken, problemen op te lossen, gegevens te ordenen, te structureren, veld(on)afhankelijkheid;
- cognitieve vermogens die op een specifiek niveau gebruikt worden bij het leren van wiskunde, zoals het vermogen symbolen te gebruiken, logisch-deductief te redeneren en abstract te rekenen;
- ervaring met wiskunde en rekenen, zoals kennis van wiskundige begrippen, structuren en processen, rekenvaardigheid;
- motivatie, interesses, attitudes, voorkeuren, faalangst, alle met name ten opzichte van wiskunde;
- speciale talenten zoals creativiteit, of deficiënties zoals tekort aan rekenvaardigheid, welke met name voor wiskunde bevorderend of belemmerend kunnen zijn;
- leergewoonten en leerstijlen, zelfdiscipline, aandacht, concentratie, rigiditeit versus flexibiliteit, visuele, verbale of motorische instelling, werkstijl, organisatie van schriftelijk werk, alle voorzover specifiek betrokken op het leren van wiskunde.¹²

Het is niet altijd na te gaan of de auteurs bij deze leerlingkenmerken denken aan aanleg, of verworven kennis en vaardigheden. Dit onderscheid is echter voor de praktijk van het wiskundeonderwijs van relatief belang. De wijze waarop docenten met deze leerlingkenmerken rekening houden, zal weinig te maken hebben met hun genese. Het gaat immers bij bovenstaande wiskundige vermogens om capaciteiten van leerlingen die alleen in een langdurig leerproces kunnen worden beïnvloed. De

11 Brassell, Petry en Brooks, 1980; Broekman, 1984, 1986; Johnson en Rising, 1972, p. 328; Linn en Pulos, 1983; Meester, Schoemaker en Vedder, 1980, p. 9 e.v.; Roberge en Flexer, 1983.

12 Leerlingen kunnen dergelijke kenmerken in het kader van het ene vakonderwijs in grotere mate vertonen dan in het kader van het andere vakonderwijs.

relatie die er bestaat tussen deze vermogens en de in de klas gebruikte differentiatiemethodieken, zal daarom nauwelijks beïnvloed worden door de vraag of we met aanleg of met verworven vermogens te doen hebben. Van belang is, dat het bij deze leerlingkenmerken om vermogens gaat met een min of meer duurzaam karakter, dat wil zeggen betrekkelijk stabiele, voor het onderwijs relevante kenmerken van leerlingen.

Dergelijke kenmerken worden in het onderwijs lang niet altijd expliciet gemeten, maar werken impliciet door in de schoolprestaties van de leerlingen, welke in het algemeen de belangrijkste informatiebron vormen voor het nemen van differentiatiebeslissingen door docenten. Een benadering van de differentiatieproblematiek op basis van verschillen in algemene en vakspecifieke leerlingkenmerken zoals deze doorwerken in de schoolprestaties, zullen we karakteriseren als een *persoonlijkheidspsychologische* benadering. Dit omdat de impliciete differentiatiecriteria van persoonlijkheidspsychologische aard zijn.

2.2.3 *Verschillen in leeractiviteiten*

Nuy (1981, p. 21) wijst erop, dat in het onderwijs naast verschillen in persoonlijkheidskenmerken ook leertaakgebonden en tijdgebonden verschillen tussen leerlingen een grote rol spelen. Hij pleit ervoor individuele verschillen tussen leerlingen breed op te vatten. Het gaat hem dan om verschillen in behoeften van de leerlingen met betrekking tot de aard van het schoolwerk in de ruimste zin van het woord. Ook Van Eerde en Vuurmans (1987, p. 125 e.v.) wijzen erop, dat bij wiskunde- en rekenonderwijs verschillen tussen leerlingen *ontstaan tijdens het leerproces*. Deze verschillen houden verband met de specifieke aard van de leerinhouden en komen dus bij verschillende leerstofonderdelen op verschillende wijze tot uiting. Sommige onderwerpen doen een beroep op de praktische instelling van leerlingen, andere op de visuele instelling of op de vaardigheid in het hanteren van bepaalde rekenstrategieën. Ook kan men aansluitend bij De Corte e.a. (1981, p. 265) denken aan verschillen in de cognitieve structuur van de leerlingen, welke ontstaan zijn door verschillen in de aan de leertaak gerelateerde voorkennis en welke doorwerken in het verloop van het leerproces.

Voorbeelden van dergelijke leertaak- en tijdgebonden verschillen kunnen zich op allerlei momenten in het onderwijsleerproces voordoen en van allerlei aard zijn. Zo blijken sommige leerlingen bepaalde woorden steeds verkeerd te schrijven, hoe vaak ze er ook op gewezen worden. Ook in het wiskundeonderwijs kennen we het verschijnsel van 'setvorming' of 'Einstellung', waardoor sommige leerlingen bij bepaalde leertaken altijd de omslachtigste oplossing voor een probleem kiezen.¹³

13 Van 't Riet, 1981.

De wijze waarop leerlingen wiskundige vraagstukken oplossen, kan, afhankelijk van allerlei factoren, zeer verschillend zijn. Het volgende, eenvoudige voorbeeld kan dat demonstreren.

Als de opdracht luidt: 'Bepaal de lengte van de schuine zijde van een rechthoekige driehoek waarvan de rechthoekszijden een lengte 3 en 8 hebben', dan zijn er tal van oplossingen mogelijk. De ene leerling kan de lengte schatten op grond van een voorstelling die hij zich maakt van de situatie. Een andere leerling kan de driehoek tekenen en de lengte meten. De derde leerling kan de lengte op papier berekenen met de stelling van Pythagoras, terwijl de vierde dit uit het hoofd doet. De vijfde leerling kan het probleem oplossen met behulp van goniometrische verhoudingen en tabellen.

Welke oplossing gekozen wordt, is niet altijd te voorspellen en een leerling kan zelfs nu eens deze, dan weer die oplossing kiezen. Als een docent de leerlingen een verschillende behandeling geeft op grond van dergelijke verschillen die zich tussen de leerlingen voordoen bij de uitvoering van leertaken, dan is er sprake van differentiatie alhoewel niet op basis van relatief duurzame en stabiele leerlingkenmerken.

In de vakdidactische literatuur over differentiatie in het wiskundeonderwijs komen we vele van dergelijke tijd- en leertaakgebonden verschillen tussen leerlingen tegen (Meester e.a., 1980, p. 19 e.v.). Genoemd kunnen worden:¹⁴

- verschillen in leertaakspecifieke voorkennis;
- verschillen in leertaakgebonden behoefte aan sorteervoorbeelden, explicitering, verwerkingsopdrachten, praktische toepassingen en materieel handelen;
- verschillen in het oplossingsniveau waarop leerlingen een wiskundig probleem op een bepaald moment aanpakken;
- verschillen in de zoekstrategieën die leerlingen hanteren bij het oplossen van open problemen (men spreekt ook wel over verschillen in aanpakgedrag);
- leertaak gebonden verschillen in de mate waarin leerlingen gefixeerd raken aan het symbolische niveau van de wiskunde;
- verschillen in het noteren van oplossingen;
- tempoverschillen onder invloed van tijdelijke factoren in de omgeving;
- situatie gebonden verschillen in gevoel van zekerheid;

14 Er is in deze lijst niet gestreefd naar volledigheid.

- verschillen in extrinsieke en intrinsieke motivatie welke worden opgeroepen door de situatie en de leertaak;
- verschillen in bereidheid tot samenwerking met medeleerlingen afhankelijk van de omstandigheden.

Sommige van deze leertaak- en tijdgebonden variabelen gelden voor het hele onderwijs, andere zijn specifiek voor het wiskundeonderwijs.

Hoewel persoonlijkheidskenmerken van invloed kunnen zijn op het verloop van leerprocessen, ligt bij een benadering van differentiatie op grond van leertaak- en tijdgebonden verschillen tussen leerlingen het differentiatiecriterium *in het verloop van het leerproces* zelf en niet bij de relatief stabiele persoonlijkheidskenmerken van de leerlingen zoals die doorwerken in de schoolprestaties. We zullen de benadering van het differentiatieprobleem op basis van dergelijke leertaak- en tijdgebonden verschillen daarom karakteriseren als een *leerpsychologische* benadering ter onderscheiding van de in de vorige paragraaf beschreven persoonlijkheidspsychologische benadering, omdat de belangrijkste differentiatiecriteria verschillen tussen leerlingen zijn die uit het verloop van de leerprocessen zelf voortkomen.

In de volgende paragraaf gaan we na in hoeverre een persoonlijkheidspsychologische resp. leerpsychologische benadering van de differentiatieproblematiek van invloed is op de differentiatiemethodieken die van belang geacht moeten worden voor de praktijk van het wiskundeonderwijs.

2.3 Differentiatiemethodieken¹⁵ en verschillen tussen leerlingen

De Koning en Schut (1972) geven een overzicht van een aantal differentiatiemethodieken.¹⁶ We zullen de belangrijkste daarvan bespreken en nagaan met welk soort verschillen tussen leerlingen deze methodieken rekening houden. Tevens zullen we aangeven hoe deze typen differentiatie in het Nederlandse wiskundeonderwijs aan het eind van de jaren tachtig werden gerealiseerd.

15 In de vorige paragrafen gebruikten we reeds het woord 'differentiatiemethodiek' in plaats van 'differentiatiemethode'. Het woord 'methode' is algemeen in zwang voor schoolmethoden of leergangen. Gebruik van dit woord voor twee verschillende zaken die bovendien iets met elkaar te maken kunnen hebben, leidt bij tijd en wijle tot verwarrende formuleringen. We zullen daarom als het om differentiatie gaat van 'methodiek' spreken en het woord 'methode' reserveren voor schoolmethoden.

16 De indeling is inmiddels gangbaar en komt men regelmatig in de betreffende literatuur tegen.

2.3.1 *Differentiatie op macro-niveau*

De eerste differentiatiemethodiek die we kunnen onderscheiden, is die door middel van gescheiden schooltypen of 'differentiatie op macro-niveau'. Voor ons onderzoek is van belang de indeling van het voortgezet onderwijs in voornamelijk vier schooltypen: LBO¹⁷, MAVO, HAVO en VWO. De voor deze schooltypen bestaande leerplannen omvatten voor wiskunde vier verschillende examenprogramma's: LBO-MAVO-C, LBO-MAVO-D, HAVO en VWO.¹⁸ Daarnaast hadden LBO-scholen de mogelijkheid hun leerlingen het vak wiskunde te laten afsluiten op een zogenaamd A- of B-niveau.

De toedeling van eind-basisschoolleerlingen aan de vier schooltypen komt tot stand via een combinatie van de uitkomsten van schoolvorderingentoetsen (CITO, RION, e.d.), de advisering door de basisschool en de eigen keuze van de leerling en diens ouders of verzorgers. De belangrijkste verschillen tussen leerlingen die hierbij een rol spelen, zijn die met betrekking tot algemene persoonlijkheidskenmerken zoals deze doorwerken in de schoolprestaties. Alleen bij de indeling van de leerlingen naar A-, B-, C- en D-niveau in het LBO en MAVO spelen de specifiek wiskundige leerlingkenmerken een rol via hun invloed op de prestaties bij het vak wiskunde. Differentiatie op macro-niveau is dus te beschouwen als een persoonlijkheidspsychologische benadering van het differentiatieprobleem.

2.3.2 *Differentiatie op meso-niveau*

a. **Algemene niveaugroepering**

Algemene niveaugroepering (ook wel 'streaming' genoemd) is een differentiatiemethodiek binnen de school, waarbij men de leerlingen administratief bij elkaar houdt, maar opsplijt in niveaugroepen die min of meer homogeen zijn met betrekking tot schoolprestaties in het algemeen. Deze methodiek is voor ons onderzoek van belang, omdat zij in het voortgezet onderwijs vaak wordt toegepast in de brugklas van brede scholengemeenschappen. In MAVO-HAVO-VWO-scholen gaat het dan meestal om de indeling in MAVO-HAVO- en HAVO-VWO-lesgroepen. Ook andere indelingen komen echter voor.¹⁹ Deze lesgroepen hoeven per schoolvak niet homogeen te zijn, omdat ze worden ingedeeld op grond van

17 Tegenwoordig VBO.

18 Zie: Vademecum voor de wiskundeleraar, 1986. De komst van de basisvorming heeft hieraan voorlopig niets veranderd, hoewel er voor wiskunde tegelijk een nieuw leerplan is gekomen.

19 Bij het benaderen van scholen voor deelname aan het toetsingsonderzoek kwamen we allerlei indelingen van de brugklas tegen (zie hoofdstuk 6).

schoolprestaties in algemene zin. Algemene niveaugroepering is dus ook te karakteriseren als een persoonlijkheidspsychologische benadering van het differentiatieprobleem.

b. Vakspecifieke niveaugroepering

Op meso-niveau kunnen we voorts onderscheiden vakspecifieke niveaugroepering of 'vakniveaudifferentiatie' (ook wel 'setting' genoemd). Hierbij wordt binnen de school het klasseverband verbroken om de leerlingen bij elk vak te kunnen indelen in groepen die meer homogeen zijn naar 'vakniveau'. Toegepast voor het vak wiskunde zijn het dan de voor wiskunde specifieke persoonlijkheidskenmerken, zoals zij doorwerken in de prestaties voor het vak, die een grote invloed hebben op de toewijzing van de leerlingen aan deze vakniveaugroepen. Daarom hebben we ook bij deze vorm van differentiatie te maken met een persoonlijkheidspsychologische benadering. Voor het onderzoek is deze methodiek echter niet van belang, omdat zij in het Nederlandse onderwijs niet of nauwelijks wordt toegepast.

2.3.3 Differentiatie op micro-niveau

Als derde kunnen we noemen differentiatie binnen klasseverband of interne differentiatie, ook aan te duiden als differentiatie op micro-niveau. Daarbij trachten men naast gemeenschappelijke onderwijsactiviteiten binnen het verband van de klas op systematische wijze verschillen aan te brengen in leerinhouden (doelstellingen), instructiecondities en leertijd voor de leerlingen. Verschillende auteurs maken bij deze vorm van differentiatie onderscheid tussen produktgeoriënteerde en procesgeoriënteerde benaderingen.²⁰

a. Produktgeoriënteerde differentiatie binnen klasseverband

Bij een produktgeoriënteerde methodiek van interne differentiatie zijn het de prestaties van de leerlingen als tussen- of eindprodukt van de leerprocessen, die de belangrijkste informatiebron vormen voor het nemen van differentiatiebeslissingen. Deze prestaties kunnen bijvoorbeeld gemeten worden met behulp van diagnostische of afsluitende toetsen. Op grond van die prestaties worden de leerlingen vervolgens ingedeeld in verschillende instructiecondities. Het bekendste voorbeeld van een produktgeoriënteerde benadering is de basisstof-herhalingsstof-verrijkingstof-methodiek (BHV-methodiek). Ook de basisstof-'extra-stof'-methodiek (BE-methodiek), waarbij tempoverschillen tussen leerlingen worden opgevangen door de snellere leerlingen extra-stof te laten doorwerken, heeft een produktgeoriënteerd karakter: wie eerder klaar is (d.i. zijn eindprodukt heeft

20 Terwel, 1986; Van Eerde en Vuurmans, 1987, p. 124 e.v.

afgeleverd), krijgt aanvullende leerstof. In het verlengde daarvan kan ook tempodifferentiatie worden opgevat als een vorm van produktgeoriënteerde differentiatie: wie eerder klaar is (eindprodukt), mag eerder aan de volgende stof beginnen. In het wiskundeonderwijs komen we deze produktgeoriënteerde benadering van differentiatie in de vorm van de BHV-methodiek zeer expliciet tegen in het voormalige MAVO-project²¹ en in de veelgebruikte wiskundemethode 'Getal en Ruimte'²². De tot voor kort eveneens veelgebruikte wiskundemethode 'Sigma'²³ hanteerde een enigszins aan de BHV-methodiek aangepaste vorm van de BE-methodiek.

We merken op dat de prestaties die bij deze methodiek de voortgang van het vakonderwijs bepalen, in sterke mate beïnvloed worden door de voor wiskunde specifieke persoonlijkheidskenmerken van de leerlingen. Daarmee zijn deze persoonlijkheidskenmerken de belangrijkste impliciete criteria voor de differentiatie en is ook hier sprake van een benadering van het differentiatieprobleem die we als persoonlijkheidspsychologisch kunnen karakteriseren.

b. Procesgeoriënteerde differentiatie binnen klasseverband

Bij een procesgeoriënteerde benadering van interne differentiatie richt men zich niet op de prestaties van de leerlingen als tussen- of eindprodukt van de leerprocessen, maar maakt men gebruik van de verschillen die zich kunnen voordoen in het verloop van de leeractiviteiten. Leerlingen worden daarbij tot op zekere hoogte in de gelegenheid gesteld hun eigen leerweg te volgen, hun eigen aanpakgedrag te realiseren en hun eigen oplossingsstrategieën uit te proberen. De verschillen die zich voordoen in de leeractiviteiten van de leerlingen, leiden daarbij niet tot andere instructiecondities, maar worden door de docent benut om de leerdoelen te bereiken. Als het daarbij om communale doelen gaat, dan kunnen deze verschillen tot inzet van een gemeenschappelijk leerproces worden gemaakt in de vorm van een klasgesprek: de verschillende benaderingen en oplossingen van een probleem worden geïnventariseerd, de voor- en nadelen ervan worden besproken om vervolgens de meest perspectiefvolle oplossingsmethoden te kiezen, waarmee verder geoefend wordt. Ook kan de docent bij deze procesgeoriënteerde benadering van het differentiatieprobleem de leerlingen in groepswork van elkaar laten leren. De leerlingen moeten dan de problemen gezamenlijk oplossen en kunnen van elkaars probleemaanpak en oplossingsstrategieën veel leren. De

21 Zie: MAVO-project, Projectboek, Deel 3, 1979-1982.

22 Dijkhuis e.a., 1983 en 1989.

23 Van Bemmelen e.a., 1987. Deze methode is met de komst van de basisvorming door de uitgever uit de markt genomen.

mogelijkheid uiteenlopende eindniveaus te bereiken blijft daarbij uitdrukkelijk bestaan, terwijl toch de leerstof voor alle leerlingen hetzelfde is.

Van groot belang bij deze methodiek is, dat er aanvankelijk geen standaardoplossingen voor gesloten problemen onderwezen worden. De leerstof moet een open karakter hebben en opgaven en probleemsituaties bevatten, die op verschillende manieren en/of op verschillende wiskundige niveaus zijn op te lossen. Zo kan de ene leerling gebruik maken van een tekening, terwijl de andere leerling via een berekening aan de oplossing komt. De ene leerling kan praktisch te werk gaan en probeert met materialen de situatie uit, de andere leerling kan cognitief te werk gaan met behulp van een redenering. Ook is voor deze methodiek leerstof nodig die allerlei aanpakgedrag van leerlingen toelaat: de ene leerling gaat bijvoorbeeld eerst alle benodigde gegevens verzamelen, terwijl de andere leerling direct aan het werk gaat met een gedeelte van de gegevens. We zullen een drietal aspecten van de procesgeoriënteerde benadering nader bespreken.

Niveaus van probleemoplossing. De procesgeoriënteerde benadering van interne differentiatie wordt sterk gestimuleerd door de mogelijkheid vele wiskundige problemen op verschillende niveaus tot oplossing te brengen. De grondslag voor het niveaubegrip in het wiskundeonderwijs is gelegd door het werk van Van Hiele (1955, 1957). Van Hiele (1973, p. 91 e.v.) maakte bij het aanvankelijk meetkundeonderwijs onderscheid tussen drie zogenaamde niveaus van argumentatie, ook wel 'denkniveaus' genoemd.²⁴ Op het laagste niveau, het *nulde niveau*²⁵, geldt de directe aanschouwelijke ervaring als basis voor de oordeelsvelling. Op dit niveau worden meetkundige figuren en hun eigenschappen waargenomen en van namen voorzien. Dergelijke waarnemingen vormen de elementen waarmee vervolgens door eenvoudige uitspraken en redeneringen een netwerk van onderlinge relaties wordt opgebouwd. Dit netwerk stelt de leerling in staat te opereren op het zogenaamde *eerste niveau* van argumentatie, waarop uitspraken mogelijk zijn over de onderlinge relaties van figuren en hun eigenschappen. De meetkundige figuur is als het ware geanalyseerd. In de argumentatie waarom de figuur tot een bepaalde klasse behoort, spelen de eigenschappen van zijn onderdelen en de relaties daartussen een rol. Vervolgens is er dan het *tweede niveau* van argumentatie. Op dat niveau worden de uitspraken van het eerste niveau onderzocht en worden de logische relaties tussen die

-
- 24 Hij vat daarbij argumentatie op als resultaat van het denken, niet als denkpsychologisch proces (Van Hiele, 1973, p. 91). Er is echter sprake van een zekere verwarring in zijn betoog, omdat hij anderszins regelmatig spreekt over 'denkniveaus'. Het is dus niet steeds duidelijk of het niveaubegrip nu de kwaliteit beschrijft van denkprocessen, van argumentaties als produkt van denkprocessen of van beide.
- 25 Zo genoemd omdat het twijfelachtig is of hier sprake is van inzicht en omdat er zeker geen sprake is van een begrijpelijke argumentatie (Van Hiele, 1973, p. 92).

uitspraken blootgelegd. Ook dit levert weer een netwerk van kennis op, maar nu een netwerk van eerste-niveau-uitspraken. Beide netwerken, dat van het eerste en dat van het tweede niveau, zijn van geheel andere aard en hun structuren hebben niets met elkaar te maken. De structuren van het eerste-niveaunetwerk zijn wiskundig van aard, die van het tweede-niveaunetwerk zijn logisch-deductief van aard. Wel is er sprake van een hiërarchische opbouw in het denken, dat wil zeggen dat een hoger netwerk alleen tot stand kan komen als het direct lagere netwerk in voldoende mate aanwezig is. We geven een eenvoudig voorbeeld van de wijze waarop de niveaus van Van Hiele een rol kunnen spelen in het wiskundeonderwijs.

Vraag: Waarom is deze figuur een vierkant?

Nulde-niveau-antwoord: Omdat hij dezelfde vorm heeft als een schaakbord.

Eerste-niveau-antwoord: Omdat hij vier rechte hoeken en vier gelijke zijden heeft.

Tweede-niveau-antwoord: Een vierkant is een vierhoek met vier gelijke zijden en een rechte hoek. Deze figuur heeft vier gelijke zijden en een rechte hoek. Daarom is het een vierkant.

De theorie van Van Hiele moet vooral gezien worden als een belangrijke bijdrage het wiskundeonderwijs te verlossen van de quasi-deductieve aanpak die het tot 1968 had. Door zijn onderzoek is er meer oog gekomen voor inductieve wijzen van werken bij het onderwijzen van wiskunde. Wat zijn werk echter voor het latere wiskundeonderwijs van belang maakt, is dat hij heeft aangetoond dat men wiskunde ook in het voortgezet onderwijs op geheel verschillende manieren kan benaderen en dat de niet-deductieve, maar meer intuïtieve aanpak van het eerste niveau wel degelijk tot zinvol wiskundeonderwijs kan leiden. Het denken van Van Hiele was echter nog sterk gericht op een nieuwe benadering van het wiskundeonderwijs voor alle leerlingen. Bij de beschrijving van zijn niveaus beperkt hij zich bovendien sterk tot zuiver wiskundige, vaak meetkundige onderwerpen.

Het is met name Freudenthal geweest, die het niveaubegrip van enerzijds een bredere, anderzijds een meer diffuse inhoud voorzag en het plaatste in het kader van de differentiatieproblematiek. Freudenthal (1976)²⁶ spreekt niet alleen van verschil in niveau als het gaat om het verschil tussen een conceptueel netwerk (Van Hiele's eerste niveau) en een logisch-deductief geordende collectie uitspraken over dat conceptuele netwerk (Van Hiele's tweede niveau). Ook binnen leerprocessen

26 We verwijzen hier voornamelijk naar deze publikatie. In vele andere didactische publikaties van Freudenthal kan men echter vergelijkbare opvattingen vinden (b.v. Freudenthal, 1973a, 1973b, 1978).

die aansluiten bij het eerste niveau van Van Hiele doen zich verschijnselen voor die Freudenthal met het woord 'niveau' beschrijft. Dat is bijvoorbeeld het geval als bij het leren rekenen met het tientallig stelsel de sprong van onder de 10 naar boven de 10 wordt gemaakt. Het niveaubegrip vindt hier dus een uitbreiding naar discontinuïteiten in de wiskundige structuur van de leerstof. Essentieel daarbij is echter de discontinuïteit in het leerproces die door deze discontinuïteit in de leerstof wordt opgeroepen. Freudenthal geeft daarvan de volgende omschrijving: 'Een activiteit op het lagere niveau *beoefend*²⁷, wordt op het hogere niveau *bewust* een onderwerp van beschouwing; ordeningsmiddelen van lager niveau worden op hoger niveau onderwerp van het ordenen.'

Evenals bij Van Hiele, maar nu op een veel bredere verzameling verschijnselen toegepast, houdt hier het hogere niveau reflexie en ordening van elementen van het lagere niveau in. Terwijl Van Hiele (1973, p. 91) het niveaubegrip aanvankelijk beperkt trachtte te houden tot de aard van de argumentaties of oordeelsvormingen die een rol spelen in het leren van het vak, gebruikt Freudenthal het begrip 'niveau' voor eigenschappen van de denk- en leerprocessen van de leerlingen. Daarmee vermijdt hij de verwarring in het werk van Van Hiele tussen redeneren als denkproces en argumentaties als produkten van denkprocessen.²⁸ Daarnaast hanteert Freudenthal het niveaubegrip ook voor zaken die aan de wiskundige denkprocessen gelieerd zijn. Als voorbeeld noemt hij niveaus van taalbeheersing welke in leerprocessen die plaatsvinden in groepen, een belangrijke rol spelen (Freudenthal, 1976).²⁹ Dat is bijvoorbeeld het geval als door het vinden van een geschikt woord een stagnerend leerproces plotseling weer voortgang vindt.

De verwarring tussen de denkprocessen van de leerlingen en de denkprodukten in de vorm van argumentaties die in het onderwijs onderwezen worden, maakt dat het niveaubegrip in het wiskundeonderwijs niet in alle opzichten een helder en eenduidig begrip is. Het is hier echter niet de plaats om een uitgebreide discussie te voeren over de inhoud van het niveaubegrip in het wiskundeonderwijs. Of men het nu smaller opvat (à la Van Hiele) of breder (à la Freudenthal), als een kenmerk van denkprodukten of van denkprocessen: zijn waarde voor het wiskundeonderwijs

27 Cursivering van Freudenthal.

28 Ook bij Van Hiele spelen denk- en leerprocessen voortdurend een rol in zijn betoog, waardoor zijn werk aan een zekere verwarring niet ontkomen is. Dit blijkt b.v. uit zinsneden als: 'Wie nog niet over een relatienet voor een zeker onderwerp beschikt, bevindt zich in het grondniveau van het denken over dat onderwerp' (1973, p. 92) en: 'De redeneerwijzen van een logisch systeem behoren tot het tweede denkniveau' (1973, p. 96).

29 Freudenthal is van mening dat procesgerichte interne differentiatie het beste kan plaatsvinden m.b.v. kleine heterogene groepen.

in meer algemene zin en speciaal met betrekking tot procesgeoriënteerde interne differentiatie heeft het in diverse onderzoeken bewezen.³⁰

Aanpakgedrag. Naast het niveaubegrip speelt ook het begrip 'aanpakgedrag' een belangrijke rol bij procesgeoriënteerde interne differentiatie. Meester e.a. (1980, p. 30) omschrijven het als het geheel van strategieën dat een leerling hanteert om tot oplossing van een opgave te komen. Ze noemen onder andere als strategieën: een plan maken van wat te gaan doen, elk gegeven nader onderzoeken, een analoge situatie zoeken, naar een vorige opgave kijken, de gegevens in volgorde plaatsen. De ene leerling zal stap voor stap de gegevens afwerken en langs een geijkte weg langzaam tot de oplossing naderen. Een andere leerling vormt zich eerst een totaalbeeld van de situatie en ziet daardoor opeens een andere, soms kortere weg naar de oplossing. Ook hier geldt dat er verschillen tussen leerlingen optreden die vooral door toevallige, leertaak- en tijdgebonden factoren worden bepaald. Door de leerstof zo in te richten dat dergelijke verschillen eerder de kans krijgen te ontstaan dan te worden onderdrukt, kan men leerlingen gedurende bepaalde perioden van het onderwijsleerproces op hun eigen manier met de leerstof bezig laten zijn. Dit veronderstelt een meer zelfontdekkende dan imiterende inrichting van het onderwijs, een meer banende dan sturende vorm van onderwijs.³¹

De organisatie van de les. Karakteristiek voor de procesgeoriënteerde benadering van interne differentiatie is tevens een bepaalde organisatie van de les.³² Men begint met een voorbereidend klassikaal moment, waarin een oriëntatie op de komende les plaatsvindt, relevante ervaringen en voorkennis worden opgerakeld en afspraken worden gemaakt over het verloop van de les. Daarna volgt het zelfstandig werken van de leerlingen, waarbij zij hun eigen leerwegen door de stof kunnen volgen. Freudenthal en diens aanhangers prefereren hier het samenwerken van de leerlingen in kleine heterogene groepen.³³ Het is echter, afhankelijk van de soort opgaven die men gebruikt, ook mogelijk de leerlingen in deze fase van de les

30 Zie b.v. : Terwel e.a., 1988, p. 3 e.v. Dit neemt niet weg dat een nadere discussie om tot een nauwkeuriger definitie van het niveau-begrip te komen zeer nuttig zou kunnen zijn.

31 Zie b.v.: Van Parreren, 1990, p. 44-45. Van Parreren noemt als voordelen van banend onderwijs: 1) Het kan leiden tot een meer open instelling bij de leerlingen waardoor een creatieve aanpak van problemen bevorderd wordt; 2) Het laat meer ruimte voor een eigen stijl van werken van de leerlingen; 3) De intuïtie of feeling van de leerlingen wordt wellicht beter ontwikkeld. Het zal duidelijk zijn dat deze eigenschappen goed aansluiten bij hetgeen we hierboven schreven over procesgeoriënteerde interne differentiatie.

32 Zie bijv.: Kerkhofs e.a., 1985, p. 37 e.v.

33 Zie de SLO-publicatie "Naar aanleiding van...", 1983, p. 18-19.

individueel of in tweetallen te laten werken. Tijdens deze fase van de les treedt de leraar op als hulpverlener-begeleider. Het is mogelijk tussentijds zogenaamde koppellende klassikale momenten in te lassen, bijvoorbeeld als veel groepen of individuele leerlingen stranden op hetzelfde punt in de leerstof. Daarnaast, en dit zal in het algemeen aan het eind van de les plaatsvinden, zijn er reflecterende klassikale momenten, waarin leraar en leerlingen samen terugblikken op gemaakte opdrachten en elkaars verschillende antwoorden en oplossingsmethoden kunnen vergelijken. Tijdens deze momenten kunnen ook aspecten van samenwerking tussen de leerlingen aan de orde worden gesteld.

Samenvattend kunnen we zeggen dat bij de procesgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek tenminste drie elementen van belang zijn: 1) de eigen probleemaanpak en de eigen leerwegen van de leerlingen; 2) de docent als hulpverlener-begeleider bij zelfstandig of groepsgewijs vaak zelfontdekkend leren; 3) klassikale momenten waarop de leraar de leerlingen laat reflecteren op hun antwoorden en oplossingsmethoden, teneinde de meest perspectiefvolle te selecteren voor toepassing in volgend onderwijs.

In vergelijking met produktgeoriënteerde interne differentiatie liggen de differentiële momenten bij deze procesgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek niet in de door persoonlijkheidskenmerken bepaalde prestaties van leerlingen, maar in de leertaak- en tijdgebonden factoren die tijdens het leerproces een rol spelen en waaraan de leerstof door haar open karakter appelleert. Het zijn niet de vermogens van de leerlingen die het differentiële verloop van het onderwijsleerproces in sterke mate bepalen, maar het zijn vooral de verschillen in hun leeractiviteiten die dit doen.³⁴ We herkennen dan ook in de procesgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek de in paragraaf 2.2.3 besproken leerpsychologische benadering van het differentiatieprobleem in termen van leertaak- en tijdgebonden verschillen tussen leerlingen. In het wiskundeonderwijs is het met name de veelgebruikte methode 'Moderne Wiskunde', zowel in haar 4e als in haar 5e

34 Dit wil overigens niet zeggen dat algemene en wiskundige vermogens géén invloed zouden kunnen hebben op het verloop van het leerproces. Dat kan natuurlijk wel het geval zijn. Wie in staat is abstract te rekenen, zal eerder geneigd zijn een probleem m.b.v. variabelen en vergelijkingen op te lossen, dan iemand die dit vermogen niet of nauwelijks heeft. De laatste zal eerder een meer inductieve aanpak van het probleem volgen. Maar de invloed van deze vermogens op het verloop van de individuele leerprocessen is van meer toevallige aard dan hun invloed op leerprestaties, die het resultaat zijn van een lange reeks individuele leerprocessen.

editie³⁵, die aangeeft deze procesgeoriënteerde vorm van interne differentiatie te hanteren.³⁶

2.4 *Interne-differentiatiegedrag*

2.4.1 *Interne-differentiatiegedrag als vorm van didactisch handelen*

In paragraaf 2.1 hebben we differentiatie in het algemeen gedefinieerd als: 'Het op basis van individuele verschillen tussen leerlingen verschillend behandelen van delen van een onderwijssysteem ten aanzien van één of meer aspecten.' Vervolgens hebben we die verschillen tussen de leerlingen verkend, die van belang zijn voor differentiatie in het wiskundeonderwijs. Daarna hebben we de belangrijkste differentiatiemethodieken geïnventariseerd en in verband gebracht met de besproken leerlingenverschillen. Ons object van onderzoek wordt echter niet gevormd door leerlingenverschillen en differentiatiemethodieken, maar door het didactisch handelen van docenten. En omdat dit didactisch handelen voor het grootste deel gericht is op in klasseverband gegeven lessen, zullen we onze beschouwingen toespitsen op interne differentiatie. Van interne differentiatie kunnen we nu de volgende definitie geven:

Interne differentiatie is het op basis van individuele verschillen tussen leerlingen verschillend behandelen van leerlingen of groepjes leerlingen bij de voorbereiding, uitvoering en evaluatie van in klasseverband georganiseerde onderwijsleerprocessen ten aanzien van één of meer aspecten.

We gaan er in ons onderzoek a priori vanuit, dat alle docenten bij het geven van hun onderwijs in meer of mindere mate rekening houden met verschillen tussen leerlingen en dat dit 'rekening houden met' op een of andere manier tot uiting komt in de handelingen, die zij als onderwijsgevers verrichten. We zullen dit handelen, voor zo ver het betrekking heeft op individuele verschillen tussen leerlingen tijdens in klasseverband uitgevoerde lessen, *interne-differentiatiegedrag* noemen. We kunnen hiervan de volgende definitie geven:

35 Jacobs e.a., 1980, resp. Abels e.a., 1987, 1988.

36 Het vaststellen of een wiskundemethode een procesgeoriënteerde interne differentiatiemethodiek hanteert, is een ingewikkelder zaak dan het vaststellen van het hanteren van een produktgeoriënteerde methodiek, welke vaak expliciet in de leerstof is aangegeven. We komen hierop terug in hoofdstuk 5.

Interne-differentiatiegedrag is al dat didactisch handelen van docenten tijdens de voorbereiding, uitvoering en evaluatie van in klasseverband georganiseerde onderwijsleerprocessen, dat op basis van individuele verschillen tussen leerlingen leidt tot een verschillende behandeling van leerlingen of groepjes leerlingen ten aanzien van één of meer aspecten.

Wat in deze definitie verstaan moet worden onder 'didactisch handelen', hebben we reeds uiteengezet in paragraaf 1.2. Op basis van het daar geformuleerde handelingstheoretische uitgangspunt van ons onderzoek geven we een korte toelichting bij de begrippen 'voorbereiding', 'uitvoering' en 'evaluatie'.

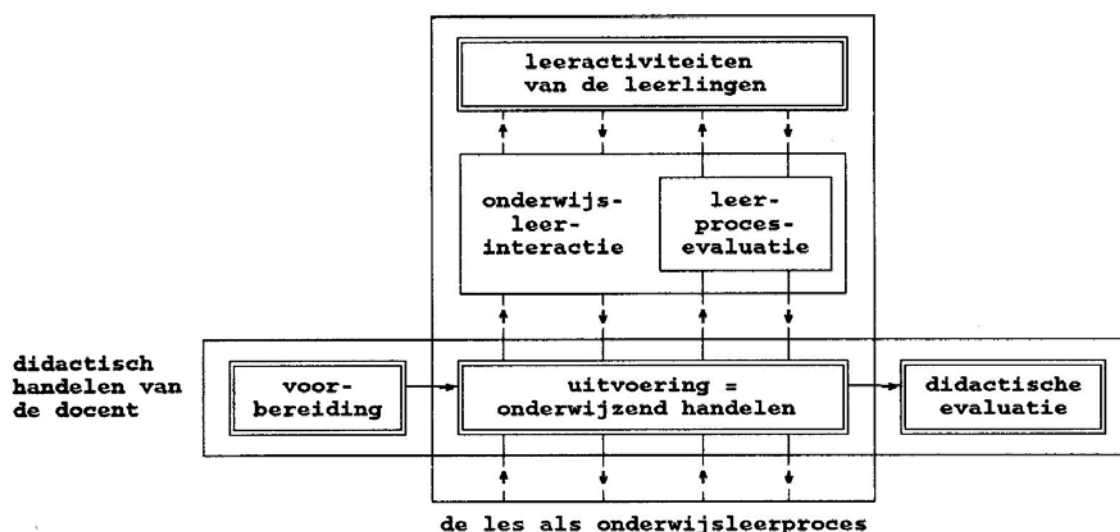
De *voorbereiding* van in klasseverband georganiseerde lessen is de fase, waarin de docent op basis van zijn subjectieve theorie keuzes maakt ten aanzien van de doelen van de les, de leerstof, de andere te gebruiken onderwijsleermiddelen, de didactische werkvormen en de evaluatie van de leerresultaten. In het algemeen zal in deze fase het accent op de cognities uit het handelingsrepertoire van de docent liggen en spelen overte gedragingen met name bij ervaren en goed ingewerkte docenten alleen een rol, als er vooraf concrete, materiële maatregelen genomen moeten worden om de les op de juiste wijze te laten plaatsvinden.

Bij de *uitvoering* van lessen hebben we te maken met het op gang brengen en in stand houden van de onderwijsleerprocessen, waarbinnen zich de beoogde leeractiviteiten moeten afspelen. Het betreft hier met name de realisering van de didactische werkvormen, de vorming van groepjes leerlingen, de initiëring en continuëring van de leeractiviteiten en het gebruik van de onderwijsleermiddelen. Omdat het daarbij om onderwijzende activiteiten van de docent gaat, kunnen we ook spreken van het *onderwijzend handelen* van de docent. Dit onderwijzend handelen wordt niet alleen beïnvloed door rationele overwegingen van de kant van de docent, maar vooral ook door de actuele kenmerken van het onderwijsleerproces, zoals de multi-dimensionaliteit van de situatie, de gelijktijdigheid van de gebeurtenissen, de onmiddellijkheid waarmee gereageerd moet worden, en de onvoorspelbaarheid van het verloop.³⁷ Doyle (1979, p. 47) is van mening dat de kerntaak van de docent er uit bestaat de bereidheid van de leerlingen tot participatie in klasse-activiteiten te verwerven en vast te houden. Dit betekent dat het bij de uitvoering niet alleen gaat om klasmanagement, maar ook om de instructie van de docent aan de leerlingen en om zijn communicatie en interactie met hen in de meest brede zin.

37 Zie bijv. Westerhof, 1989, p. 4.

Onder evaluatie tenslotte verstaan we *didactische evaluatie*, dat wil zeggen de evaluatie van het totale lesgebeuren, zoals deze in het algemeen door de docent zelf zal worden uitgevoerd, maar waarbij ook anderen betrokken kunnen zijn. Niet alleen de activiteiten van de leerlingen, maar ook die van de docent en de wisselwerking daartussen kunnen het voorwerp van deze vorm van evaluatie zijn.

Het is nu van belang in te zien dat er een gecompliceerde verhouding bestaat tussen het didactisch handelen van de docent en het onderwijsleerproces waarop dit handelen betrekking heeft. Niet alleen is het didactisch handelen gericht op het totale onderwijsleerproces, ook is het uitvoerende deel van dat didactisch handelen (het *onderwijzend handelen*) zelf weer een component van dat onderwijsleerproces. De andere belangrijke component bestaat uit de *leeractiviteiten* van de leerlingen. En tussen deze beide componenten vinden interacties plaats, welke we *onderwijsleerinteracties* zullen noemen.



Afbeelding 2.1 Schematisch overzicht van de fasen van het didactisch handelen van de docent en de componenten van de les als onderwijsleerproces in hun onderlinge relaties.

In dit kader kan ook de evaluatie van het leerproces van de leerlingen beschouwd worden. Door het beantwoorden van een diagnostische vraag of het maken van een toets kunnen zowel de leraar als de leerling inzicht krijgen in het verloop van het leerproces, de leerprestaties en de leervorderingen. Essentieel is dat de docent bij deze evaluatie ingrijpt in het leerproces teneinde het tussentijds te beïnvloeden of het met oog op volgende leerprocessen af te ronden. We zullen deze vorm van evaluatie *leerprocesevaluatie* noemen en haar beschouwen als een

speciale vorm van onderwijsleerinteractie. De activiteit van het beoordelen kan gerekend worden tot het onderwijzend handelen van de docent, als zij plaatsvindt tijdens de les en bedoeld is om het onderwijsleerproces onmiddellijk te beïnvloeden.

Vindt het beoordelen plaats na afloop van de les tijdens het corrigeren van proefwerken of het scoren van toetsen, dan kan het gerekend worden tot de didactische evaluatie van de docent. Door de prestaties van de leerlingen te beoordelen krijgt de docent een indruk of zijn onderwijsdoelen zijn bereikt of niet. De activiteit van het beoordelen brengt een produkt voort in de vorm van een ``beoordeling''. Door de beoordeling met de leerlingen te bespreken ontstaat er weer een vorm van interactie, die kan dienen om bestaande leerprocessen te continueren of af te ronden, of om nieuwe leerprocessen in gang te zetten. Leerprocesevaluatie is zelfs op te vatten als een vorm van ``meta-onderwijs'', onderwijs over het onderwijs dat doorlopen werd of nog in gang is.

In afbeelding 2.1 hebben we de fasen van het didactisch handelen en de componenten van de les als onderwijsleerproces in hun onderlinge relaties afgebeeld.³⁸ Aansluitend bij dit schema herformuleren we onze omschrijving van interne-differentiatiegedrag als volgt:

Interne-differentiatiegedrag is al dat didactisch handelen van docenten tijdens de voorbereiding, uitvoering en evaluatie van in klasseverband georganiseerde lessen, dat op basis van individuele verschillen tussen leerlingen leidt tot een verschillende behandeling van leerlingen of groepjes leerlingen ten aanzien van het totale onderwijsleerproces, de leeractiviteiten, de onderwijsleerinteracties en/of de leerprocesevaluatie.

Op deze wijze gedefinieerd is het niet alleen duidelijk wat we onder interne-differentiatiegedrag verstaan, maar ook waarop dit handelen zich richt. Voordat we echter in de volgende paragraaf overgaan tot het specificeren van verschillende vormen van interne-differentiatiegedrag, moet er bij het schema in afbeelding 2.1 nog een nuancering gemaakt worden.

Creemers en Westerhof (1982, p. 24) merken op dat in de theorievorming over het planningsgedrag van docenten (de voorbereiding) een overaccentuering heeft

38 Ook andere modellen voor de onderlinge relatie tussen didactisch handelen en het onderwijsleerproces zijn mogelijk. Zie bijv. het model van Brown en McIntyre (1988), waarin tevens componenten zijn opgenomen, zoals algemene leerlingactiviteiten, docent- en schoolkenmerken, welke in ons model impliciet aanwezig verondersteld zijn.

plaatsgevonden van de planning voorafgaand aan de uitvoering. Zowel theorievorming als onderzoek over planningsgedrag zouden te sterk uitgaan van de idee dat de onderwijsleersituatie maximaal voorbereid, voorgestructureerd en gepland kan worden. Zij bepleiten meer aandacht voor de uitvoering, de processen in de onderwijsleersituatie en de relatie daarvan met voorbereiding en planning (interactieve planning). Voor ons onderzoek betekent dit dat het waarschijnlijk niet zinvol is ten aanzien van interne-differentiatiegedrag een zwaar accent te leggen op de voorbereiding (planning) en de didactische evaluatie. Zowel de voorbereiding, de uitvoering als de didactische evaluatie hebben steeds betrekking op het totale onderwijsleerproces, de leeractiviteiten, de onderwijsleerinteracties of de leerprocesevaluatie. Het enige waarin voorbereiding en didactische evaluatie principieel van uitvoering verschillen, is dat zij bovendien op de uitvoering (het onderwijzend handelen) zelf betrokken zijn. In de praktijk van het onderwijs zal het echter zo zijn dat voorbereiding (planning) en didactische evaluatie voor een deel zelfs tijdens de uitvoering plaatsvinden. Daarom zullen we ons in hoofdstuk 3 bij het operationaliseren van interne-differentiatiegedrag beperken tot gedragscategorieën die tot de uitvoering behoren.

2.4.2 *Vormen van interne-differentiatiegedrag*

Tot slot gaan we na, welke relaties er kunnen zijn tussen interne-differentiatiegedrag, zoals we het in de vorige paragraaf definieerden, en de twee in paragraaf 2.3.3 besproken interne-differentiatiemethodieken. Zoals we zagen, wordt bij de produktgeoriënteerde vorm van interne differentiatie het differentiële verloop van het onderwijsleerproces via de prestaties van de leerlingen sterk beïnvloed door verschillen in algemene en vakspecifieke leerlingkenmerken. Het interne-differentiatiegedrag van docenten die zich in hun onderwijs laten leiden door deze verschillen tussen de leerlingen, kunnen we dan *produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag* noemen. In de subjectieve theorieën van docenten die deze vorm van interne-differentiatiegedrag vertonen, zullen de leerlingen vooral benaderd worden in termen van 'zwakke en goede leerlingen voor wiskunde'. Dit onderscheid kan per situatie tot stand komen, bijvoorbeeld in geval van een diagnostische toets, maar vaker zal het een permanent karakter hebben in de vorm van de algemene indruk die de docent van de leerlingen heeft. Dat betekent dat we bij het operationaliseren van produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag het onderscheid tussen leerlingen het beste kunnen formuleren in termen van zwakke en goede leerlingen.

Bij procesgeoriënteerde interne differentiatie wordt, zoals we zagen, het differentiële verloop van het onderwijsleerproces vooral bepaald door leertaak- en tijdgebonden verschillen tussen leerlingen, welke spontaan optreden in de loop van

het leerproces. Het interne-differentiatiegedrag van docenten die in hun onderwijs gebruik maken van deze verschillen tussen de leerlingen, kunnen we nu *procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag* noemen. In de subjectieve theorieën van deze docenten zullen de leerlingen vooral benaderd worden in termen van zelfstandig lerende leerlingen met individuele behoeften aan hulp en begeleiding, die er bij het leren voordeel van hebben als zij samenwerken met anderen en hun verschillende werkwijzen en oplossingen met elkaar bespreken. Bij het operationaliseren zullen we het procesgeoriënteerde interne-differentiatiegedrag van docenten het beste in deze geest kunnen formuleren.

Produktgeoriënteerd en procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag zullen we niet opvatten als twee tegengestelde, noch als twee samenhangende vormen van interne-differentiatiegedrag. We achten het mogelijk dat docenten een duidelijke voorkeur voor een van beide vertonen, maar ook dat zij aspecten van beide soorten interne-differentiatiegedrag in hun lessen weten te combineren. In eerste instantie gaan we er daarom van uit dat beide vormen van interne-differentiatiegedrag statistisch onafhankelijk van elkaar kunnen voorkomen.

Naast een positieve keuze voor interne-differentiatiegedrag moet rekening gehouden worden met een tendens van docenten op sommige punten van hun les differentiatie meer of minder actief te vermijden. Deze tendens zal er toe leiden in bepaalde opzichten alle leerlingen bewust dezelfde behandeling te geven.³⁹ Het bijbehorende gedrag kunnen we daarom aanduiden met *non-differentiatiegedrag*. Non-differentiatiegedrag hoeft niet a priori tegengesteld te zijn aan procesgeoriënteerd en produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag. De mogelijkheid bestaat dat docenten bij bepaalde aspecten van de les bewust differentiatie vermijden, terwijl zij dat bij andere aspecten niet doen. Daarom hoeven hypothesen over non-differentiatiegedrag niet steeds tegengesteld te zijn aan die over procesgeoriënteerd en produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag. Door non-differentiatiegedrag van docenten in het onderzoek te betrekken hopen we, dat beter inzicht ontstaat in de onderlinge samenhang van de verschillende vormen van interne-differentiatiegedrag.

2.4.3 *De ontwikkeling van een meetinstrument voor interne-differentiatiegedrag*

De eerste deelvraagstelling die in het kader van het onderzoek beantwoord moet worden, luidt, of het mogelijk is een meetinstrument voor procesgeoriënteerd en

39 Deze tendens hebben we meer malen bespeurd in gesprekken met wiskundedo-
centen, waarvan sommigen wel degelijk in meer of mindere mate aan interne
differentiatie bleken te doen.

produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag en voor non-differentiatiegedrag van wiskundedocenten te ontwikkelen, dat voldoende betrouwbaar en valide is om er verder onderzoek mee te kunnen doen. In hoofdstuk 3 wordt de keuze van het meetinstrument besproken, terwijl in hoofdstuk 4 verslag wordt gedaan van de ontwikkeling ervan.

2.5 Differentiatie en wiskundemethoden

Krammer (1985, p. 147) noemt in aansluiting bij andere auteurs een groot aantal redenen waarom leerboeken vrijwel onmisbaar zijn in het onderwijs. Deze redenen komen er op neer dat leerboeken praktisch voordelig zijn voor de leerlingen, de docenten veel werk uit handen nemen en de continuïteit van het onderwijs garanderen. Niet alleen worden leerboeken veel gebruikt op scholen, bovendien laten leraren zich sterk leiden door het leerboek voor het inrichten van hun onderwijs, vooral als het gaat om de keuze van de leerstof en de volgorde van de te behandelen onderwerpen. Daarnaast echter tonen case-studies aan dat leraren zich bij andere aspecten van de implementatie weinig door hun methode laten leiden. Het gaat daarbij om de tijd die aan de onderwerpen besteed wordt, het soort leeractiviteiten dat erbij verricht wordt, het beheersingsniveau dat van de leerlingen verlangd wordt, en de aanpassing van de instructie aan verschillende groepen leerlingen.⁴⁰

Creemers (1991, p. 45 e.v.) noemt enkele belangrijke eigenschappen waarop methoden kunnen verschillen, en die van invloed zijn op hun mate van effectiviteit.⁴¹ Zo vergen bijvoorbeeld beter gestructureerde methoden minder voorbereidingstijd van docenten, terwijl die voorbereiding bovendien meer gericht kan worden op de instructie dan op de materiële en organisatorische randvoorwaarden van het onderwijsleerproces. Ook is het van belang dat er toetsen in de methode zijn opgenomen, omdat een regelmatige evaluatie van leerprestaties een belangrijke voorwaarde is voor het bereiken van de doelstellingen van de methode.⁴²

Creemers wijst er in dit verband op dat leerkrachten hun onderwijs meestal niet plannen volgens traditionele modellen van curriculumontwikkeling, dat wil zeggen

40 Creemers, 1991, p. 50.

41 Daartoe behoren de 'gelegenheid tot leren', de explicitering en ordening van nagestreefde doelstellingen, de gestructureerdheid en duidelijkheid van leerstof, het gebruik van 'advance organizers' en de mate waarin methoden de prestaties van leerlingen evalueren door middel van toetsen.

42 Toetsing moet een onderdeel zijn van het onderwijsleerproces teneinde prestatie- en kennisniveau van de leerlingen te kunnen vaststellen, het onderwijsleerproces te kunnen sturen en bevorderen (Creemers, 1991, p. 47).

eerst hun doelen formuleren en vervolgens de leerstof daarbij kiezen. Zij gebruiken de methode daarentegen meer als 'leerstofbron' bij hun eigen, vaak impliciete doelstellingen. In de praktijk van het onderwijs is er vaak sprake van discrepantie tussen de wijze waarop auteurs van schoolmethoden hun materiaal hebben bedoeld en de wijze waarop docenten er in de les gebruik van maken. Auteurs kunnen een bijdrage leveren aan de gedeeltelijke opheffing van deze discrepantie door ondersteuningsdocumenten zoals docentenhandleidingen en ander begeleidend materiaal bij hun methoden te leveren, waaruit docenten kunnen opmaken vanuit welke didactische opvattingen die methoden zijn geschreven en hoe zij volgens de auteurs het beste gebruikt kunnen worden. Een getrouwe uitvoering van het onderwijs volgens de opvattingen van de auteurs blijkt echter in de praktijk een moeilijk bereikbaar ideaal. Ook expliciete aanwijzingen zijn geen garantie voor de getrouwheid bij de uitvoering.⁴³ Echter blijkt uit recent onderzoek ook, dat getrouwheid tijdens de implementatie wel degelijk realiseerbaar en op vrij grote schaal in de klaspraktijk aanwijsbaar is, mits de kwaliteit van de leermaterialen hoog is en docenten tijdens het implementatieproces een gerichte procesmatige ondersteuning krijgen.⁴⁴ Met betrekking tot het begeleidend materiaal bij de methode kan zich het 'dilemma of explicitness' voordoen, dat wil zeggen hoe gedetailleerder de aanwijzingen voor de docenten zijn, des te groter is de kans dat zij aanpassingsreacties vertonen.⁴⁵

Op grond van bovenstaande ligt het voor de hand te veronderstellen, dat er een zekere invloed uitgaat van wiskundemethoden op het wiskundeonderwijs, ook op het gebied van de interne differentiatie, al moet die invloed niet overschat worden.⁴⁶ Immers, de mate waarin en de wijze waarop in het wiskundeonderwijs differentiatie toegepast kan worden, wordt mede bepaald door de mogelijkheden die de leerstof van een wiskundemethode de docent op dit gebied aanreikt. Maar of de docent van die mogelijkheden al of niet gebruik maakt (de implementatie), hangt ook af van andere factoren dan de leerstof. Een van die factoren wordt gevormd door het begeleidend materiaal dat auteurs en uitgevers beschikbaar stellen aan docenten om zich de uitgangspunten en werkwijzen van de methode eigen te kunnen maken. Ons is echter voor het voortgezet onderwijs geen

43 Creemers, 1991, p. 49-51.

44 Van den Akker, 1993, p. 357-358.

45 Van den Akker, 1993, p. 361.

46 Onderzoek van Harskamp (1988) naar de effecten van traditionele, mechanistische versus moderne, realistische rekenmethodes op de prestaties van de leerlingen in het basisonderwijs laat bijvoorbeeld zien dat die prestaties, behalve door IQ en sociaal milieu, meer beïnvloed worden door de wijze waarop de methode in het onderwijs geïmplementeerd wordt, dan door de aard van de methode of de differentiatiemogelijkheden ervan (zie ook: Creemers, 1991, p. 58).

onderzoek bekend naar de invloed van de interne-differentiatiemethodiek van wiskundemethoden op het didactisch handelen van docenten.

In paragraaf 2.3 bespraken we twee methodieken van interne differentiatie, te weten de procesgeoriënteerde en de produktgeoriënteerde. Ook gaven we daar aan dat de methoden Moderne-Wiskunde en Getal-en-Ruimte waarschijnlijk beschouwd kunnen worden als representanten van de procesgeoriënteerde resp. de produktgeoriënteerde methodiek. Er is ons echter geen onderzoek bekend waarop die opvatting gebaseerd kan worden. Daarom zullen we een analysestrategie voor schoolmethoden ontwikkelen teneinde de interne-differentiatiemethodiek van deze wiskundemethoden te kunnen vaststellen. Ook het bestaan van een dergelijke strategie is ons niet bekend. In hoofdstuk 3 en 5 komen we op deze problematiek terug.

2.6 Het onderzoek naar groeperingsvormen en interne differentiatie

2.6.1 Homogeen versus heterogeen groeperen

Terwel (1988, p. 326) merkt op dat homogenisering in het Nederlandse voortgezet onderwijs het gebruikelijke antwoord lijkt te zijn op grote verschillen tussen leerlingen. Voor de brugklas moet dan vooral gedacht worden aan de vorming van homogene lesgroepen. De grote groep brugklassers in een scholengemeenschap wordt in dat geval opgedeeld in niveaugroepen, waarvan het niveau wordt bepaald aan de hand van de afdelingen in het vervolgonderwijs waarnaar de leerlingen doorstromen. In MAVO-HAVO-VWO-scholen wordt veel gebruik gemaakt van de indeling in MAVO-HAVO- en HAVO-VWO-groepen. De leerlingen worden meestal ingedeeld op basis van hun scores op landelijke schoolvorderingen- en studievoordigheidsproeven en de adviezen van de basisschool.

Het belangrijkste alternatief is de heterogene brugklas, waarbij alle lesgroepen geacht worden hetzelfde niveau te hebben. Binnen beide groeperingsvormen is vervolgens weer de gelegenheid aan interne differentiatie te doen. Het is dus van belang onderscheid te maken tussen groeperingsvormen enerzijds en interne differentiatie anderzijds. Homogeen groeperen is in dit geval op te vatten als de in paragraaf 2.3 beschreven differentiatiemethodiek van algemene niveaugroepering. Heterogeen groeperen kan daarentegen niet worden opgevat als vorm van differentiatie, hoewel daarbij differentiatie op microniveau (interne differentiatie) tot de mogelijkheden blijft behoren. Bovendien sluit homogeen groeperen geenszins het gebruik van interne differentiatie uit. In de literatuur over dit onderwerp zijn vele argumenten pro en contra beide vormen van groepering te

vinden.⁴⁷ Andere groeperingsvormen dan de twee genoemde zijn voor het doel van ons onderzoek van minder belang. We zullen ons daarom bij het bespreken van het onderzoek naar de effecten van groeperingsvormen beperken tot: 1) homogeen groeperen in vergelijking met heterogeen groeperen; 2) interne differentiatie in relatie tot deze twee groeperingsvormen.

2.6.2 *Effecten van groeperingsvormen*

Veel onderzoek is er in de afgelopen decennia gedaan naar de effecten van homogeen versus heterogeen groeperen in het onderwijs.⁴⁸ De geschiedenis van dit onderzoek en de discussie over de beste groeperingswijze gaat terug tot de jaren twintig van deze eeuw.⁴⁹ Meestal is het belangrijkste doel van dit onderzoek, vast te stellen welke wijze van groepering de beste leerprestaties van de leerlingen oplevert. Echter, de resultaten zijn nogal eens tegenstrijdig.⁵⁰ In tegenstelling tot het buitenland is in Nederland weinig van dergelijk onderzoek naar interklassikale differentiatie verricht.⁵¹ We kunnen onderscheid maken tussen produktstudies en proces-/produktstudies.

Onder produktstudies op het gebied van groeperingsvormen verstaat Terwel (1986) studies waarin de effecten van verschillende groeperingsvormen worden gemeten, zonder dat daarbij aandacht wordt besteed aan de onderwijsleerprocessen. Dergelijke studies leveren in het cognitieve domein geen resultaten ten gunste van de ene of andere groeperingsvorm.⁵² Ook meta-analyses waarbij de resultaten van verschillende studies tezamen aan statistische analyses worden onderworpen, leiden niet tot duidelijke conclusies over de verschillen in effectgrootte van groeperingsvormen.⁵³ Waarschijnlijk vallen verschillen in leerresultaten van bepaalde categorieën leerlingen tegen elkaar weg.⁵⁴ De belangrijkste indicatie die het onderzoek oplevert, is dat groeperingsvormen weinig of geen verschillen te weeg brengen *tussen* schoolpopulaties, maar dat wel doen *binnen* schoolpopulaties.⁵⁵ In het algemeen is het waarschijnlijk dat heterogeen groeperen tot iets betere prestaties leidt bij zwakke leerlingen, maar tot iets slechtere bij goede

47 Zie bijv.: Geerligts en Van der Veen, 1980, p. 89-90; De Vries, 1992, p. 14-15.

48 Overzichten van onderzoek op dit gebied kan men vinden in: Terwel (1986), Terwel e.a. (1988), De Vries (1992), Schonewille (1993).

49 Schonewille, 1993, p. 11.

50 Zie bijv.: De Corte e.a., 1981, p. 307; De Vries, 1992, p. 15.

51 Creemers, 1991, p. 65.

52 De Vries, 1992, p. 13, 16; Schonewille, 1993, p. 11.

53 Creemers, 1991, p. 66.

54 Terwel, 1986, p. 356.

55 Creemers, 1991, p. 67.

leerlingen. Homogeen groeperen daarentegen leidt in het algemeen tot iets slechtere prestaties van zwakke leerlingen, maar iets betere van goede leerlingen.⁵⁶ Dergelijke uitspraken hebben slechts een tentatief en geen decisief karakter.⁵⁷

De Corte e.a. (1981, p. 307) noemen verschillende oorzaken voor de magere en soms tegenstrijdige resultaten van het onderzoek:

- De gecompliceerdheid van het probleemveld, waarin vele fluctuerende factoren een rol spelen.
- De grote verschillen in opzet van diverse onderzoeken en in gebruikte experimentele en afhankelijke variabelen.⁵⁸
- Het negeren van interactie-effecten die zich tussen de verschillende variabelen kunnen voordoen.⁵⁹
- Het negeren van relevante variabelen zoals het onderwijsgedrag van de leerkrachten.⁶⁰

Met name dit laatste inzicht heeft ervoor gezorgd dat er het laatste decennium meer aandacht is gekomen voor wat Terwel proces-/produktstudies noemt.

2.6.3 *Groeperingsvormen in relatie tot onderwijsleerprocessen*

In tegenstelling tot produktstudies wordt bij proces-/produktstudies wel aandacht besteed aan de aard van de onderwijsleerprocessen en de instructie. Dit soort onderzoek richt zich op de relaties tussen processen en effecten bij verschillende groeperingsvormen. De belangrijkste bevindingen van dit onderzoek zijn de volgende.⁶¹

- Bij homogeen groeperen laat de kwaliteit van het onderwijs in de laag-niveaugroepen te wensen over. Daarentegen komen de inhoud van het onderwijsaanbod en de kwaliteit van de leerprocessen in heterogene klassen meer overeen met die in de hoog-niveauklassen.

56 Zie echter voor alle nuancerings in de onderzoeksresultaten: Terwel, 1986, p. 356; Terwel e.a., 1988, p. 3; Creemers, 1991, p. 66; De Vries, 1992, p. 13-17; Reezigt, 1993, p. 33-34; Schonewille, 1993, p. 11.

57 De Corte e.a., 1981, p. 308.

58 Terwel (1986, p. 357) wijst in dit verband op verschillen in de gehanteerde definities van heterogeniteit en homogeniteit.

59 Zie ook: De Vries, 1992, p. 15.

60 Terwel (1986, p. 357) spreekt in dit verband van 'black-box'-studies, omdat het feitelijk verloop van het onderwijsleerproces niet mee onderzocht is.

61 Terwel, 1986, p. 357-358.

- Hoe meer goede leerlingen in een klas des te hoger is de kwaliteit van de onderwijsleerprocessen en des te beter zijn de leerresultaten van alle leerlingen in de klas.
- Zwakke leerlingen zijn gevoeliger voor de invloed van de klascompositie dan goede leerlingen.
- De wijze waarop de docent lesgeeft, staat onder invloed van de klascompositie: in zwakke klassen besteden leraren meer tijd aan klasmanagement (ordeproblemen), in goede klassen meer aan leertaak-inhoudelijke instructie.
- In zwakke klassen wordt vaak met hetzelfde lesmateriaal gewerkt als in goede klassen, maar wordt de leerstof op een lager abstractieniveau onderwezen.

Het meest op de voorgrond tredende resultaat van dit procesgeoriënteerde groeperingsonderzoek is de negatieve invloed die homogeen groeperen kan hebben op de zwakke leerlingen. We moeten er echter rekening mee houden dat de effecten afhankelijk kunnen zijn van het type onderwijs waarin de onderzoeksresultaten verkregen zijn.

2.6.4 *Ontwikkelingen in het onderzoek naar effecten van groeperingsvormen*

Zoals reeds opgemerkt werd, is aandacht voor de onderwijsleerprocessen in relatie tot de effecten van groeperingsvormen een recente ontwikkeling in het onderzoek. Interessant in dit verband is een door De Vries (1992, p. 19 e.v.) besproken theorie van Resh en Dar (1990), waarin de positieve effecten van heterogeen groeperen op zwakke leerlingen worden verklaard met behulp van sociaal-psychologische en instructionele processen. Daarin worden vier factoren genoemd met een gunstig en twee met een ongunstig effect op leerlingprestaties in heterogene groepen. De gunstige factoren zijn:

- a) De kwaliteit van de onderwijsleerprocessen is in heterogene groepen hoger dan in homogene laag-niveaugroepen. Dit geldt voor het niveau, het tempo, de inhoud van het onderwijsaanbod, de kennis van de docenten en de eisen die door de docenten aan de leerlingen worden gesteld.
- b) De normatieve processen in heterogene groepen zijn positiever en leiden tot een grotere inzet van zwakke leerlingen dan in homogene laag-niveaugroepen.
- c) Bij heterogene groepen werkt het omringende schoolsysteem minder stigmatiserend en etiketterend op zwakke leerlingen dan bij homogene laag-niveaugroepen.
- d) De afwezigheid van negatieve etikettering in heterogene groepen voorkomt bij de zwakke leerlingen het ontstaan van negatieve opvattingen over het nut van leren ten behoeve van de kansen op de arbeidsmarkt.

Daarnaast onderscheiden Resh en Dar twee factoren met een ongunstige uitwerking:

- e) De aanpassing van de instructie aan het niveau van de leerling is in heterogene groepen moeilijker dan in homogene groepen, waardoor de kans groter is dat leerlingen buiten de 'focus van de instructie' vallen. Dit zou zowel op de zwakke als op de sterke leerlingen in heterogene groepen een negatieve invloed kunnen hebben.
- f) De prestaties van de zwakke leerlingen zullen in heterogene groepen meer (naar beneden) van het gemiddelde afwijken dan in homogene laag-niveaugroepen, waardoor zij eerder gedemotiveerd kunnen raken.

Een zwaar accent in deze theorie wordt gelegd op sociaal-psychologische processen die zich in de leerling zelf afspelen onder invloed van zijn sociale omgeving (factoren b, c, d en f). Een iets minder zwaar accent ligt op de aard van de onderwijsleerprocessen en de instructie (factoren a en e).

We zien hierin de twee richtingen weerspiegeld waarin het onderzoek van het homogeniteits-/heterogeniteitsprobleem zich sinds de jaren tachtig ontwikkelt. Enerzijds is er de *sociaal-psychologische benadering* die gebruik maakt van theorieën over referentiegroepen, sociale vergelijking en labeling (etikettering). Hierbij doet men veronderstellingen omtrent de lesgroepen en medeleerlingen die als referentiekader dienen voor de individuele leerling en waarmee die leerling zich vergelijkt. Die vergelijking is vervolgens van invloed op de motivatie om te leren. Onderzocht wordt of dergelijke processen in homogene groepen anders verlopen dan in heterogene groepen. Recent vormt het onderzoek van De Vries (1992) daarvan een voorbeeld met betrekking tot het voortgezet onderwijs. Voor ons onderzoek naar het didactisch handelen van docenten is deze richting van minder belang dan de tweede ontwikkelingsrichting, te weten de benadering van het homogeniteits-/heterogeniteitsprobleem waarin *de aard van de onderwijsleerprocessen en de aard van de instructie* centraal staan als mediërende variabelen tussen groeperingsvormen en leerresultaten. Het onderzoek van Schonewille (1993) naar differentiatie in het speciaal onderwijs kan beschouwd worden als een recent voorbeeld van dergelijk onderzoek, hoewel daarin niet gewerkt werd met heterogene versus homogene groepen in de gebruikelijke zin van het woord, maar met een maat voor de heterogeniteit van de lesgroep.

De meeste gerapporteerde onderzoekingen van beide benaderingen zijn verricht in de jaren tachtig en leveren nog geen duidelijke en consistente resultaten op.⁶² We kunnen hieruit de conclusie trekken dat de belangstelling voor dit onderzoek nog

62 De Vries, 1992, p. 21 e.v., 26 e.v.

maar jong is. Het is onze indruk dat het tamelijk late ontstaan van aandacht voor sociaal-psychologische en instructionele factoren als mediërende variabelen vooral te wijten is aan de gefixeerdheid van het onderzoek op de leerprestaties van de leerlingen. De wens aan te tonen dat de ene groeperingsvorm tot betere onderwijsresultaten leidt dan de andere, heeft de aandacht van onderzoekers waarschijnlijk lange tijd afgeleid van allerlei relevante factoren in het onderwijsleerproces, die ook los van hun relatie met leerlingprestaties de moeite waard zijn te onderzoeken. Bovendien speelt de aard van de leerprestaties in veel onderzoek een ondergeschikte of onduidelijke rol. In het algemeen krijgt men de indruk dat het daarbij per vakgebied of zelfs per schoolsoort om een eendimensionale grootheid gaat, gemeten met instrumenten zoals die traditioneel in het onderwijs worden gehanteerd: eendimensionale toetsen, rapportcijfers, overgangsbepalingen, schoolsucces, etc. Wellicht kan het voor de voortgang van het onderzoek vruchtbaar zijn deze gefixeerdheid op de prestaties van de leerlingen enige tijd op te schorten, zodat er meer onbevangen naar andere aspecten van het onderwijsleerproces kan worden gekeken.⁶³ In ons onderzoek zullen we daarom slechts zijdelings aandacht schenken aan het aspect van de leerresultaten.

Het zal duidelijk zijn dat voor ons onderzoek vooral die factoren van belang zijn, die te maken hebben met de aard van de onderwijsleerprocessen en de instructie van de docent. Eerst door deze factoren in beschouwing te nemen kunnen we uitstijgen boven onderzoek naar groeperingsvormen *pur-sang* en terecht komen bij onderzoek naar interne differentiatie.

2.6.5 *Onderzoek naar interne differentiatie*

Het onderzoek naar mogelijkheden en effecten van interne differentiatie staat nog in de kinderschoenen. Dat bij dit onderzoek niet alleen de vraag naar de effecten, maar nadrukkelijk ook die naar de mogelijkheden een rol speelt, heeft te maken met het feit dat velen de realiseerbaarheid van interne differentiatie, met name in heterogene groepen, niet als een vanzelfsprekende zaak beschouwen. Geerligs en Van der Veen (1980, p. 91) noemen als factoren die interne differentiatie kunnen belemmeren: 1) een te grote mate van heterogeniteit; 2) te grote klassen; 3) een inadequate inrichting van de school; 4) de versnippering van de schooldag in

63 Ditzelfde kan gezegd worden over andere terreinen van de onderwijskunde. Van den Akker (1993, p. 358) beschrijft bijvoorbeeld voor de curriculumontwikkeling een zes-fasentraject van de uitgangspunten en idealen van curriculumontwerpers naar de leerprestaties van de leerlingen. Ook binnen een dergelijk traject zijn interessante en belangrijke vraagstellingen te formuleren zonder dat daarbij steeds de laatste fase van de leerprestaties betrokken hoeft te zijn.

lesuren van 45 of 50 minuten; 5) het opleveren van extra werk voor de docenten; 6) gebrek aan acceptatie van de achterliggende ideeën van interne differentiatie door de docenten; 7) gebrek aan bereidheid in teamverband aan de realisatie van interne differentiatie vorm te geven. We zien in deze opsomming behalve een aantal min of meer objectieve situationele factoren (1, 2, 3, 4) ook factoren die een sterk subjectief en aan de instelling van de docent gebonden karakter hebben (5, 6, 7). Het is dan ook niet voor niets dat de docent in het onderzoek naar interne differentiatie een sleutelrol vervult. Dat onderzoek laat zich voorlopig indelen in drie categorieën, aan elk waarvan we een korte bespreking wijden.

2.6.6 *Onderzoek naar intern-differentiërend handelen en groeperingsvormen*

De eerste categorie is die van het onderzoek naar de relatie tussen interne-differentiatiegedrag en de groeperingsvormen waarbinnen dit gepraktiseerd wordt. Dit onderzoek wordt meestal uitgevoerd in regulier, traditioneel onderwijs. Terwel e.a. (1988, p. 2) melden dat leraren klassikaal lesgeven doorgaans als minder belastend percipiëren dan intern gedifferentieerd lesgeven. Onderzoek in Engelse 'comprehensive schools' heeft laten zien dat leraren in mixed-ability-groups (heterogene lesgroepen) vaak gewoon ongedifferentieerd blijven lesgeven. Ze passen veelal klassikale werkvormen toe en richten zich op de middenmoot van de klas zonder te differentiëren naar lage en hoge prestatiegroepen (Kerry, 1982). Ook uit Nederlands onderzoek blijkt overigens dat interne differentiatie weinig gepraktiseerd wordt (Mooij, 1987). Evertson e.a. (1981) vonden dat leraren bij toename van lesgroepheterogeniteit meer problemen hebben met de vraag of hun instructie wel aansluit bij de groep. Ook constateerden deze onderzoekers een negatieve samenhang tussen de taakgerichtheid van de leerlingen en de heterogeniteit van de klas.

Onderzoek naar de invloed van instructieprocessen in relatie tot groeperingsvormen houdt zich vooral bezig met het effect van verschillen in de interactie tussen leerkracht en leerlingen enerzijds en het tempo van de instructie anderzijds. Hierbij gaat het voornamelijk om verschillen tussen hoog- en laag-niveaugroepen. De resultaten van dergelijk onderzoek zijn echter tegenstrijdig.⁶⁴ Van belang is in dit verband het onderzoek van Oakes (1985), die vond dat de inhoud van het curriculum en de instructieprocessen in homogene laag- en midden-niveauklassen in scholen die differentiatie op meso-niveau toepassen, van minder kwaliteit zijn dan die in heterogene klassen en homogene hoog-niveauklassen. Dit resultaat is enigszins vergelijkbaar met dat uit een onderzoek van Barker Lunn (1970)⁶⁵

64 De Vries, 1992, p. 29.

65 Zie: De Corte e.a., 1981, p. 313, 316 e.v.

uitgevoerd in Engelse primary schools, waarin twee soorten leerkrachten worden onderscheiden:

- Type 1 - Docenten die vinden dat de school niet alleen aan intellectuele vorming moet doen maar ook aan sociale en creatieve vorming. Deze docenten stimuleren zelfstandig werken van leerlingen, hebben aandacht voor zwakke leerlingen, zijn niet gehecht aan veel orde in de klas, sporen leerlingen aan elkaar te helpen, treden tolerant op en zijn afkerig van lichamelijke straf. Dit type docenten zou typisch zijn voor scholen waar niet met streaming (algemene niveaugroepering) gewerkt wordt.
- Type 2 - Docenten die vinden dat de klas zo homogeen mogelijk moet zijn om goed les te kunnen geven. Hun belangrijkste doelen liggen in het cognitieve domein, ze prefereren uniforme onderwijsleersituaties, gebruiken als werkvorm vooral frontale verbaal-auditieve overdracht van leerstof, staan sceptisch tegenover groepswork en zelfontdekkend leren, bevorderen wedstrijd tussen leerlingen, hebben een voorkeur voor intellectueel begaafde leerlingen, treden streng op en zijn niet afkerig van lichamelijke straf.

Het gaat hierbij om een grove schets of typologische indeling, vergelijkbaar met de uiteinden van een continuüm. In werkelijkheid zullen veel leerkrachten tussenposities innemen. Gevonden werd dat noch groeperingswijze noch leerkrachttype veel invloed hebben op de sociale en ego-ontwikkeling van begaafde leerlingen.⁶⁶ In scholen waar heterogeen gegroepeerd wordt, hebben docenten van type 1 bij middelmatig en laag begaafde leerlingen de beste invloed op hun sociale en ego-ontwikkeling, terwijl docenten van type 2 op deze scholen de slechtste invloed op deze ontwikkeling hebben bij dergelijke leerlingen.

2.6.7 *Onderzoek van factoren die intern-differentiërend handelen beïnvloeden*

Een tweede benadering is die waarbij het interne-differentiatiegedrag van de docent in verband wordt gebracht met relevante factoren in de onderwijsleersituatie. Ook dit onderzoek wordt meestal uitgevoerd in regulier, traditioneel onderwijs. Een voorbeeld van dergelijk onderzoek met betrekking tot de factor 'docentkenmerken' is dat van Van Dijk (1988). Zij onderzocht in het basisonderwijs het verband tussen de leerstofgerichtheid van leerkrachten en hun toepassing van interne differentiatie. Leerstofgerichtheid werd daarbij gedefinieerd als de nadruk die de leerkracht legt op het aanleren van intellectuele en cognitieve vaardigheden. De door Van Dijk gehanteerde differentiatieschaal is te beschouwen als een maat voor de toepassing

66 De Corte e.a., 1981, p. 320.

van interne differentiatie door de docent, waarschijnlijk met een zwaar produktgeoriënteerd accent. Zij vond een significante negatieve correlatie tussen leerstofgerichtheid en differentiatie bij de vakken rekenen en taal. Een hoge leerstofgerichtheid van de leerkracht ging bovendien gepaard met meer klassikaal lesgeven. Hoe dit verschijnsel verklaard kan worden, wordt uit het onderzoek niet duidelijk. Ook onduidelijk is in hoeverre de leerkrachten al of niet procesgeoriënteerde methoden van interne differentiatie toepasten.

2.6.8 *Onderzoek naar de realiseerbaarheid van interne differentiatie*

Een derde categorie onderzoek is dat waarin de realiseerbaarheid en de effecten van interne-differentiatiemethodieken centraal staan. Het onderzoek van Terwel e.a. (1988), waarin een model voor interne differentiatie binnen het wiskunde-onderwijs werd onderzocht, is daarvan een voorbeeld. Het betreft hier experimenteel onderzoek uitgevoerd in niet-traditioneel onderwijs. Het onderzochte model, aangeduid met de term 'Adaptief-Groeps-Onderwijs' (AGO) bevat een combinatie van de produktgeoriënteerde en de procesgeoriënteerde benadering van interne differentiatie.⁶⁷ Onderwijs volgens het AGO-model verloopt in cycli van 8 tot 15 lesuren die zich over een periode van 3 tot 6 weken uitstrekken. Die cycli zijn globaal opgebouwd uit 6 fasen: 1) een klassikale instructie; 2) samenwerken in kleine heterogene groepen aan de kern van de leerstof; 3) een diagnostische toets; 4) een fase met twee alternatieve leerroutes a) individueel werken in heterogene groepjes voor leerlingen die de kern 'te pakken hebben' en b) instructie in een homogene groep voor leerlingen die hiaten vertonen in hun kennis van de kern; 5) individueel werken in kleine heterogene groepen aan verschillende taken met onderlinge hulp; 6) klassikale reflectie en vooruitblik. In fase 3 en 4 herkennen we de produktgeoriënteerde benadering, in de fasen 2, 4a en 5 de procesgeoriënteerde. Met name in deze laatst genoemde fasen is het werken in kleine heterogene groepen ontleend aan de ideeën van Freudenthal en is de gebruikte leerstof aangepast aan de procesgeoriënteerde benadering van interne differentiatie.⁶⁸

Een van de belangrijkste resultaten van dit onderzoek in de eerste fase was, naast de realiseerbaarheid van het AGO-model, dat het model een positief effect had op de waardering van de leerlingen voor de leerkracht en voor het vak wiskunde.⁶⁹ In de tweede fase van het onderzoek waarin ook de prestaties van de leerlingen onderzocht werden, bleek het AGO-model een positieve invloed te

67 Zie paragraaf 2.3.3.

68 Terwel e.a., 1988, p. 3, 12 e.v.

69 Idem, p. 89.

hebben op de leerprestaties van de leerlingen. Echter, het werken met een remedial-leerroute (fase 4 alternatief b) heeft er een negatieve invloed op.⁷⁰ Onzes inziens is deze remedial-leerroute nu juist een van de wezenlijke aspecten van het AGO-model. Laat men die leerroute uit het model weg, dan verliest ook de diagnostische toets zijn functie en blijft er slechts een aanpak van procesgeoriënteerde differentiatie à la Freudenthal over. De waarde van het onderzoek met het AGO-model bestaat er dan echter in dat het de realiseerbaarheid van een procesgeoriënteerde aanpak van interne differentiatie laat zien en aannemelijk maakt dat een dergelijke aanpak niet tot slechtere leerprestaties hoeft te leiden dan een andere aanpak van het wiskundeonderwijs.

In deze vorm van onderzoek speelt ook de gebruikte leerstof een grote ondersteunende rol. Echter, onderzoek gericht op de invloed van verschillende soorten leerstof op interne differentiatie hebben we nergens aangetroffen. Datzelfde geldt overigens voor vele van de andere factoren waarvan we in paragraaf 1.3 veronderstelden dat ze effect zouden kunnen hebben op de wijze waarop en de mate waarin docenten intern differentiëren.

2.6.9 *Conclusies*

Zonder te pretenderen de stand van het onderzoek naar groeperingsvormen en interne differentiatie volledig te hebben weergegeven kunnen we voor de periode waarin ons onderzoek van start ging, samenvattend enkele conclusie trekken:⁷¹

- 1) Er is geen algemeen aanvaarde theorie over de relatie tussen a) de prestatieverschillen van leerlingen, b) de heterogeniteit van de lesgroep, c) de aard van het onderwijsleerproces, d) de instructiemethoden van de leerkracht en e) voor het onderwijsleerproces relevante leerkrachtkenmerken.
- 2) In een groot deel van het onderzoek blijven de onderwijsleerprocessen en de instructiemethoden vrijwel geheel buiten beschouwing.⁷²
- 3) Er zijn aanwijzingen dat heterogeniteit invloed heeft op leerkracht- en leerlinggedrag: a) de leerkracht is meer bezig met het passend maken van zijn instructie en met gedragsmanagement; b) de leerlingen zijn minder taakgericht en meer orde verstorend bezig.

70 Herfs e.a., 1990, p. 8-9.

71 Zie ook: Schonewille, 1993, p. 12.

72 Dit geldt niet alleen voor de produktstudies, maar ook voor de sociaal-psychologisch georiënteerde proces-/produktstudies.

- 4) Er zijn aanwijzingen dat de kwaliteit van de onderwijsleerprocessen in homogene laag- en midden-niveaugroepen te wensen overlaat in vergelijking met heterogene groepen en homogene hoog-niveaugroepen.
- 5) De invloed van homogeniteit of heterogeniteit op de onderwijsresultaten is in het cognitieve domein niet eenduidig. In het affectieve domein kan heterogene groepering een positief effect hebben op zwakke leerlingen. Er zijn aanwijzingen dat bij dit laatste effect leerkrachtkenmerken mede een rol spelen.
- 6) Realisatie van procesgeoriënteerde interne differentiatie is mogelijk zonder dat dit hoeft te leiden tot slechtere prestaties van de leerlingen.
- 7) Voorzover de instructiemethoden deel uitmaken van het onderzoek wordt er geen helder onderscheid gemaakt tussen procesgeoriënteerde en produktgeoriënteerde methodieken van interne differentiatie.
- 8) Onderzoek naar de invloed van het gebruik van verschillende soorten leerstof op interne differentiatie is niet of weinig verricht. Hetzelfde geldt voor de invloed van relevante docentkenmerken, school- en vakgroepkenmerken en lessituatiekenmerken.

Op grond van bovenstaande concluderen we dat het van groot belang is de differentiërende rol van de docent in het onderwijsleerproces, of wel diens interne-differentiatiegedrag, nader te onderzoeken. Tegen deze achtergrond zullen we in het volgende hoofdstuk de in paragraaf 1.3 geformuleerde vraagstelling vertalen in een aantal onderzoekshypothesen en daarbij een geschikte onderzoeksopzet construeren.

3 HYPOTHESEN EN OPZET VAN HET ONDERZOEK

3.1 *De variabelen van het onderzoek*

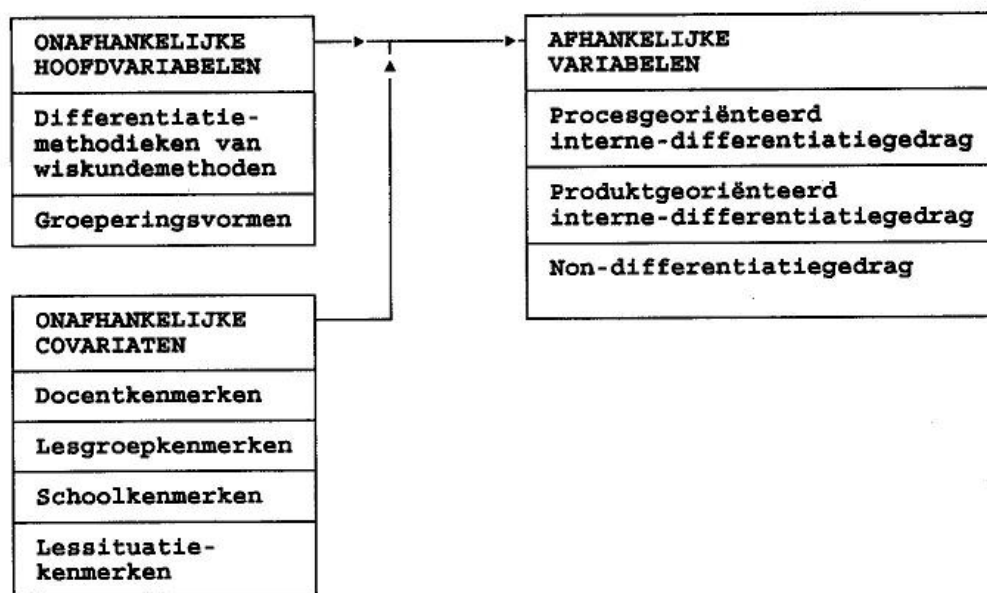
Aan het slot van paragraaf 1.3 formuleerden we de volgende vraagstelling voor het onderzoek:

- (a) In welke mate en in welke vormen vertonen wiskundedocenten in de eenjarige brugklas van MAVO-, HAVO- en VWO-scholen interne-differentiatiegedrag?
- (b) Welke invloed hebben de factoren 'differentiatiemethodieken van wiskundemethoden' en 'groeperingsvormen' op het interne-differentiatiegedrag van wiskundedocenten?
- (c) Welke andere factoren zoals docentkenmerken, lesgroepkenmerken, schoolkenmerken en lessituatiekenmerken zijn mede van invloed op het interne-differentiatiegedrag van wiskundedocenten?

Inmiddels hebben we punt (a) van deze vraagstelling in hoofdstuk 2 gedeeltelijk beantwoord. In paragraaf 2.4 hebben we onderscheid gemaakt tussen twee vormen van interne-differentiatiegedrag, te weten procesgeoriënteerd en produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag. Daarnaast hebben we non-differentiatiegedrag omschreven als het actief vermijden van interne differentiatie. Het tegengestelde van non-differentiatiegedrag kan nu ook beschouwd worden als een vorm van interne-differentiatiegedrag en wel interne-differentiatiegedrag in algemene zin. Daarom zullen we in het vervolg ook non-differentiatiegedrag als een vorm van interne-differentiatiegedrag beschouwen. Daarmee zijn drie vormen van interne-differentiatiegedrag gedefinieerd, die geoperationaliseerd moeten worden door middel van meetinstrumenten, teneinde de mate waarin wiskundedocenten interne-differentiatiegedrag vertonen te kunnen vaststellen. In paragraaf 3.2 gaan we verder in op de ontwikkeling van deze meetinstrumenten.

In punt (b) van de vraagstelling komen de drie onderscheiden vormen van interne-differentiatiegedrag vervolgens terug als afhankelijke variabelen. Daarnaast treden 'differentiatiemethodieken van wiskundemethoden' en 'groeperingsvormen' op als onafhankelijke variabelen. In paragraaf 2.5 gaven we aan dat de differentiatiemethodiek van een wiskundemethode eveneens een procesgeoriënteerd of een produktgeoriënteerd karakter kan hebben. In paragraaf 2.6 bespraken we die groeperingsvormen die in de brugklas van scholen voor

voortgezet onderwijs vaak worden toegepast, te weten homogeen en heterogeen groeperen.¹



Afbeelding 3.1

Schematische weergave van de vraagstelling van het onderzoek. De pijlen geven beïnvloedingsrelaties weer.

In punt (c) van de vraagstelling is eveneens sprake van de drie vormen van interne-differentiatiegedrag als afhankelijke variabelen. Daarnaast worden in meer exploratieve zin enkele andere onafhankelijke variabelen genoemd. Deze kunnen beschouwd worden als covariaten van de beide onafhankelijke variabelen uit punt (b) van de vraagstelling. In afbeelding 3.1 is de vraagstelling van het onderzoek schematisch weergegeven. Alvorens hypothesen en een onderzoeksopzet te formuleren zullen we bespreken op welke wijze de variabelen geoperationaliseerd kunnen worden.

3.2 De operationalisering van de afhankelijke variabelen

3.2.1 De keuze van het te ontwikkelen instrument

Metten is gebaseerd op het vergelijken van een grootheid met een maat of meetschaal. Hoe primitief of geavanceerd die meetschaal geconstrueerd is, is voor

1 Onder homogeen groeperen wordt hier verstaan algemene niveaugroepering (zie par. 2.3.2.a).

de aard van de handeling niet wezenlijk van belang. Aan een dergelijke vergelijking komt steeds een beoordelende instantie te pas, die hetzij een persoon hetzij een apparaat is en die bepaalt welk punt van de meetschaal geregistreerd moet worden als behorende bij de gemeten grootheid. Deze beoordelende instantie vervult de rol van informatieverstrekker of informant en de regels volgens welke de informant tot het meetresultaat komt, kunnen we de meetprocedure noemen.

Bij het registreren van gegevens over onderwijsleerprocessen, meer in het bijzonder over het didactisch handelen van docenten, kunnen we gebruik maken van drie soorten informanten: onderzoekers, docenten en leerlingen.² Beperken we ons tot de registratie van gegevens over het interne-differentiatiegedrag van docenten dan zijn de meest gangbare 'meetprocedures' die door deze drie groepen informanten uitgevoerd kunnen worden: observaties door onderzoekers, het beantwoorden van vragenlijsten door docenten en het beantwoorden van vragenlijsten door leerlingen. Aan elk van deze meetinstrumenten wijden we een korte bespreking om vervolgens tot een keuze te komen.

3.2.2 *Observaties*

Observaties kunnen we omschrijven als:³ 'het maken van een gereduceerde afbeelding van menselijk gedrag met behulp van een systeem van gedragscategorieën, waarmee bepaalde aspecten van dat gedrag tijdens het actuele verloop volgens regels gekwantificeerd worden door een informant wiens activiteit het beoogde gedrag niet wezenlijk beïnvloedt'. De methodologische problemen die in het algemeen verbonden zijn aan het ontwerpen en gebruiken van observatiemethoden⁴, zijn weliswaar anders, maar minstens even groot als de problemen die zich voordoen bij andere meetmethoden zoals vragenlijsten voor docenten. Speciaal voor de observatie van interne-differentiatiegedrag komen daar nog een aantal problemen bij.

In de eerste plaats gaat het bij interne-differentiatiegedrag om een breed scala van activiteiten. Men komt dan voor de keuze te staan het systeem van gedragscategorieën te beperken of in verscheidene lessen te observeren met verschillende deelsystemen. In het eerste geval komt de inhoud van het begrip 'interne-differentiatiegedrag' in het geding, in het tweede geval kunnen de

-
- 2 Ook computers zijn in staat gegevens over het onderwijsleerproces te registreren. Meestal zal het daarbij gaan om aspecten van leerprocessen met behulp van interactieve media. Voor ons onderzoek naar didactisch handelen van docenten is deze vorm van meting echter niet van belang.
 - 3 Deze omschrijving is een toespitsing van de definitie van Van de Sande (1984, p. 16).
 - 4 Zie bijv.: Van de Sande, 1984, p. 26 e.v.

resultaten onvergelijkbaar worden. Een brede benadering van de inhoud van het begrip 'interne-differentiatiegedrag' wordt op deze wijze problematisch.

In de tweede plaats manifesteert interne-differentiatiegedrag zich voor een deel periodiek.⁵ Daarom is het nodig de observaties van interne-differentiatiegedrag uit te voeren in verscheidene lessen verspreid over een langere periode om te voorkomen, dat bepaalde manifestaties ervan niet in de uitkomsten van de observaties doorwerken.

In de derde plaats is interne-differentiatiegedrag gericht op verschillen tussen leerlingen. Het gaat dus niet alleen om het direct waarneembare gedrag van de docent, maar ook om het doel waarop dit gedrag is gericht. Beperken we ons tot het verschil tussen zwakke en goede leerlingen, dan zal de observator niet alleen moeten registreren wat de docent op een bepaald moment doet, maar ook op welk soort leerlingen hij zich daarbij richt. Voor zo'n registratie moeten leerlingen in categorieën ingedeeld zijn. De observant zal niet alleen het gedrag van de docent moeten scoren maar ook de categorie van de leerlingen op wie het gedrag is gericht. Voorafgaand aan de observatie moet er dan een volledig overzicht van de leerlingen en hun niveau zijn. Nog ingewikkelder wordt het als het gaat om leertaak- en tijdgebonden verschillen tussen leerlingen, waarbij de leerlingen niet meer van te voren zijn in te delen. Dan kunnen alleen gedetailleerde observaties van het leerproces uitkomst bieden. Veel van de problemen die daarbij optreden, kunnen wellicht worden opgelost door gebruik te maken van video-opnamen. De traagheid waarmee de gegevens worden verzameld en verwerkt, wordt er echter groter door. Praktisch vereist een onderzoek met behulp van observaties òf een grote onderzoekscapaciteit, òf een beperking tot een gering aantal lesgroepen, docenten en lessen. In het laatste geval is de relatie tussen interne-differentiatiegedrag en omgevingsfactoren niet goed meer te onderzoeken en versmalt de betekenis van het onderzoek.

Tenslotte merken we nog op dat ook uit theoretische overwegingen de keuze voor observaties als *enige of belangrijkste* meetprocedure niet voor de hand ligt. Een benadering die alleen gebruik maakt van observaties, is in wezen een black-box-benadering van de docent: omstandigheden (input) en docentgedrag (output) worden met elkaar in verband gebracht. De docent die handelt op grond van cognities en intenties, zelfperceptie en interpretatie van de omgeving (through-put), speelt in een dergelijke benadering geen rol. Het gevolg is dat veel relevante informatie over het gedrag van de docent niet in het onderzoek betrokken wordt.

Op grond van bovenstaande overwegingen lag het voor de hand in ons onderzoek het interne-differentiatiegedrag van docenten niet langs de weg van observaties in kaart te brengen, maar gebruik te maken van andere meetmethoden.

5 Bijv. het indelen van leerlingen in groepen op grond van diagnostische toetsen.

3.2.3 *Docentenvragenlijsten*

De nadruk die in de handelingstheorie wordt gelegd op het cognitieve aspect van het didactisch handelen, maakt het mogelijk interne-differentiatiegedrag van docenten - althans gedeeltelijk - te meten door middel van instrumenten, die een beroep doen op de kennisgrondslag voor dit handelen van de docent zelf. Dit betekent dat een onderzoek naar differentiatiegedrag van docenten op basis van handelingstheoretische uitgangspunten zich niet uitsluitend kan bedienen van onderzoeksinstrumenten die het overte gedrag van de docent meten zoals gebeurt bij observaties. Ook interviews en vragenlijsten die door de docent zelf beantwoord worden, kunnen inzicht geven in het differentiatiegedrag, althans in de cognitieve aspecten daarvan. Daarnaast is de vraag gewettigd in hoeverre de door docenten gegeven antwoorden ook hun werkelijke onderwijzend handelen weergeven. Is er bij de beantwoording sprake van mechanismen zoals sociale wenselijkheid? Werken bepaalde opvattingen van docenten over hun interne-differentiatiegedrag wel steeds door in hun overte gedrag tegenover leerlingen? Is de informatie die docenten via interviews en vragenlijsten over hun gedrag geven wel een juiste weergave van dat gedrag? En is de mate waarin docenten bepaald gedrag vertonen langs een dergelijke weg wel nauwkeurig te registreren?

Het gaat hierbij om een methodologisch probleem dat in beginsel overeenkomt met de methodologische problemen die zich voordoen bij het werken met opiniepeilingen, attitudeschalen en zo voort. In wezen hebben we hier te maken met problemen van betrouwbaarheid en validiteit, die - voorzover het het gebruik van gesloten vragenlijsten betreft - onderzocht kunnen worden met behulp van geschikte methodologische procedures. Willen we tot een meetinstrument voor interne-differentiatiegedrag komen in de vorm van een docentenvragenlijst, dan zullen we drie procedures moeten doorlopen: 1) de inhoud van het begrip 'interne-differentiatiegedrag' zal over een zo breed mogelijk terrein van docentactiviteiten beschreven moeten worden; 2) met behulp van die inhouden moet een vragenlijst worden geconstrueerd die aan gangbare normen van betrouwbaarheid voldoet; 3) de validiteit van die vragenlijst moet worden vastgesteld met behulp van andere informanten dan de docenten zelf, d.i. met behulp van onderzoekers of leerlingen.⁶

6 We merken op dat het gebruik maken van docenten als informatiebron voor het onderwijsleerproces waarvan zijzelf deel uit maken, niet ongebruikelijk is in onderwijskundig onderzoek. In het IEA-project bijvoorbeeld wordt de 'opportunity to learn' gemeten met behulp van docentenvragenlijsten: bij elk item van de gebruikte toetsen werd gevraagd hoeveel aandacht de docent aan het onderwerp besteed had (Eggen, 1980, p. 14-15). Pelgrum (1989) constateert dat het oordeel van docenten over de 'opportunity to learn' voor hun leerlingen overeenkomt met de inhoud van hun leerboek en het oordeel van experts over de implementatie (zie ook: Creemers,

Beperken we ons tot het gebruik van docentenvragenlijsten over het onderwijzend handelen met behulp van gesloten vragen, dan zijn daaraan zowel nadelen als voordelen verbonden. Een nadeel is dat er een vooronderzoek nodig is, waarin de vragenlijst moet worden ontwikkeld. Men krijgt dan voor de gekozen onderzoeksgroep wellicht een betrouwbaar instrument, maar men kan er niet zeker van zijn dat de vragenlijst ook voor de groep in een vervolgonderzoek tot betrouwbare resultaten leidt. Een tweede nadeel is dat de verkregen informatie eenzijdig afkomstig is van de bestudeerde subjecten zelf. Het instrument kan daarom erg gevoelig zijn voor de omstandigheden waaronder het wordt gebruikt. Met name de instructie die docenten voorafgaand aan de afname krijgen, kan een sterk richting gevend effect op de antwoorden hebben. Het verwerven van aanvullende informatie over de ondervraagde aspecten van het onderwijzend handelen blijft daarom noodzakelijk.

Daar staat als praktisch voordeel tegenover dat afname en verwerking van antwoorden op tamelijk eenvoudige wijze kan plaatsvinden. Een theoretisch voordeel is bovendien dat over een groot aantal aspecten van het onderwijzend handelen informatie verkregen kan worden, omdat in een vragenlijst in principe elk aspect daarvan aan de orde kan komen. Mede om die reden zullen we in ons onderzoek gebruik maken van gesloten vragenlijsten voor docenten. In hoofdstuk 4 zullen we verslag doen van de constructie van deze vragenlijsten. Voorts realiseren we ons dat we daarmee niet het overte aspect van het didactisch handelen meten. Daarom beschouwen we tevens de mogelijkheid de leerlingpercepties van het interne-differentiatiegedrag van hun docenten te gebruiken als een maat voor het overte interne-differentiatiegedrag.

3.2.4 *Leerlingenvragenlijsten*

Als we gebruik maken van de leerlingen als informanten over het onderwijsleerproces en met name het interne-differentiatiegedrag van hun docent, dan doen we dit op grond van de veronderstelling dat zij op een of andere manier iets van dat interne-differentiatiegedrag bemerken, doordat het op hen al of niet een bepaalde uitwerking heeft. Leerlingen hebben percepties van wat er in de klas gebeurt. Dergelijke percepties zijn op zich reeds de moeite van het onderzoeken waard, omdat zij een belangrijke rol kunnen spelen als stimulerende of belemmerende factor in het onderwijsleerproces. De vraag is echter of dergelijke percepties ons ook betrouwbare informatie verschaffen over het gedrag van de docenten. Kunnen leerlingen beschouwd worden als betrouwbare observanten van het leerkrachtgedrag? Hebben leerlingen genoeg kennis van zaken om zich van alle relevante

1991, p. 52-53).

aspecten van het gedrag van de docent een beeld te vormen? Zijn leerlingen niet zelf object van het leerkrachtgedrag, waardoor zij er niet objectief tegenover staan? Meet men met leerlingenvragenlijsten over het gedrag van de docent wel dit gedrag of alleen het beeld dat de leerlingen er van hebben, een beeld dat wellicht sterk kan afwijken van metingen met behulp van professionele observatiemethoden?

Het gebruik van leerlingen als informanten om het leerkrachtgedrag in kaart te brengen is een benadering waarover nog weinig literatuur bestaat, zeker als het erom gaat die informatie te gebruiken in het kader van empirisch onderzoek naar relaties tussen docentgedrag en andere variabelen. Vonk (1982) gebruikte een leerlingenvragenlijst om beginnende docenten inzicht te verschaffen over het beeld dat de leerlingen van hun gedrag hadden gekregen. Deze vragenlijst speelde vervolgens een rol in de begeleiding van die docenten bij het oplossen van hun problemen bij het lesgeven⁷, maar werd niet gebruikt als instrument om langs systematische weg docentgedrag te meten. Een stap verder gaan Brekelmans en Wubbels (1990) die het niet in de eerste plaats te doen is om begeleiding van leraren, maar om het beoordelen van hun functioneren als docent. Zij geven de volgende overwegingen die ervoor pleiten ook de leerlingen te gebruiken als informanten in beoordelingsprocedures voor docenten:

- 1) Leerlingen kunnen zich baseren op ervaringen opgedaan in vele lessen. Dit in tegenstelling tot externe personen, die meestal zijn aangewezen op een beperkt aantal lessen die niet steeds representatief behoeven te zijn voor het gedrag van de docent.
- 2) Gegevens welke verkregen worden van de docent zelf of van externe beoordelaars, zijn afkomstig van een of enkele personen. De gegevens die worden verkregen van de leerlingen zijn afkomstig van vele personen en zouden gezamenlijk een betrouwbaar beeld van het docentgedrag kunnen opleveren.
- 3) Onderzoekers die de gegevens van externe observatoren, leerlingen/studenten en docenten vergeleken hebben, vonden dat er in het algemeen overeenstemming bestond tussen de gegevens van observatoren en leerlingen, maar dat beide wel verschillen vertoonden met de gegevens van leraren over hun eigen gedrag.⁸

In hun eigen onderzoek stelden zij vast dat docenten zich bij de beschrijving van het eigen gedrag vaak laten leiden door hun opvattingen over hoe het onderwijs er

7 Vonk, 1982, p. 125.

8 Brekelmans en Wubbels (1990) vermelden onderzoek van: Ehman, 1970; Steele, House & Kernins, 1971; Hook & Roshenshine, 1979; Marsh, 1982.

uit zou moeten zien. Daarnaast correspondeerden de prestaties van de leerlingen en hun waardering voor het vak minder met de beschrijvingen van de docenten dan met de beschrijvingen van de leerlingen. Babad, Bernieri en Rosenthal (1991) vermelden eerder onderzoek waaruit bleek dat leerlingen goed in staat waren verschillende soorten leerkrachtgedrag te beoordelen als zij gedurende een langere periode zelf van deze leerkrachten les hadden gehad. Uit hun eigen onderzoek bleek dat leerlingen van 10 tot 16 jaar ook bij onbekende leerkrachten die zij slechts kort observeerden, goed in staat waren te beoordelen of deze leerkrachten hoge of lage verwachtingen hadden van de leerlingen waartoe zij zich in hun onderwijs richtten en of zij die leerlingen positief of negatief waardeerden. Uit onderzoek van Wubbels e.a. (1987) blijkt dat ook het interactionele aspect van leerkrachtgedrag, de wijze waarop de docent communiceert met de lesgroep, door leerlingen goed wordt ingeschat. Steeds vaker ziet men de laatste jaren dat leerlingpercepties in onderzoek een rol spelen om informatie te verzamelen over bepaalde aspecten van het onderwijsleerproces.⁹ Babad e.a. (1991) merken op dat leerlingen wel goed oordelen over meer globale kenmerken van het leerkrachtgedrag, maar minder goed over specifieke kenmerken ervan.¹⁰ Ook wijzen zij op onderzoek waaruit blijkt dat de ene methode van ondervraging effectiever is dan de andere. Zo krijgt men meer betrouwbare informatie als men de leerling vraagt hoe de leraar zich gedraagt ten opzichte van de leerlingen in het algemeen, dan als men vraagt hoe de leraar zich tegenover de ondervraagde leerling zelf gedraagt. Ook zal men voor leerlingen concrete, operationele taal moeten gebruiken.

Ondanks de theoretische en methodologische problemen met betrekking tot het gebruik van leerlingen als informanten over het onderwijsleerproces bieden bovenstaande gegevens genoeg aanknopingspunten om ook in ons onderzoek leerlingen te betrekken als bron van informatie over het interne-differentiatiegedrag van hun docenten. Daarbij komt het praktische voordeel dat leerlingen een tamelijk eenvoudig aan te spreken bron van informatie vormen. Door niet een of enkele leerlingen, maar een hele lesgroep een vragenlijst te laten beantwoorden, kan worden aangenomen dat de verkregen informatie in de vorm van lesgroepgemiddelden meer betrouwbaar en meer valide wordt.

9 B.v. Terwel e.a., 1988, p. 50 e.v.; De Vries, 1992, p. 21 e.v.

10 Bij 'globaal' kan men denken aan de benadering van zwakke en goede leerlingen in het algemeen, bij 'specifiek' aan de benadering van zwakke en goede leerlingen ten aanzien van een bijzonder aspect, zoals het stellen van inzichtvragen.

3.2.5 Vragenlijsten en scores voor interne-differentiatiegedrag

In hoofdstuk 4 zullen we de constructie van de vragenlijsten voor docenten en leerlingen bespreken. Uitgangspunt zal zijn dat de docenten in dezelfde bewoordingen over dezelfde aspecten van het interne-differentiatiegedrag ondervraagd worden als de leerlingen. Er ontstaan dan twee vragenlijsten: de ID-LR-vragenlijst voor docenten en de ID-LL-vragenlijst voor leerlingen.¹¹ Elke vragenlijst bestaat uit drie subvragenlijsten voor de drie onderscheiden vormen van interne-differentiatiegedrag. Om de beste vergelijking te krijgen tussen de scores van de docenten en de leerlingen, zullen we per lesgroep steeds gebruik maken van de gemiddelde ID-LL-score van de leerlingen. Deze gemiddelde scores van lesgroepen zullen we 'ID-LG-scores' noemen.¹² De drie ID-LR-scores en de drie ID-LG-scores geven dan voor elke vorm van interne-differentiatiegedrag twee scores, die door sommatie gecombineerd kunnen worden tot samengestelde

Tabel 3.1

In het onderzoek te gebruiken vragenlijsten en scores voor interne-differentiatiegedrag.

	Vragenlijsten	Vorm van interne-differentiatiegedrag	Informanten
Enkel-voudige scores	ID-LR/pc ID-LR/pd ID-LR/nd	procesgeoriënteerd produktgeoriënteerd non-differentiatie	Docenten
	ID-LL/pc ID-LL/pd ID-LL/nd	procesgeoriënteerd produktgeoriënteerd non-differentiatie	Leerlingen
	ID-LG/pc ID-LG/pd ID-LG/nd	procesgeoriënteerd (lesgroepgemiddelde van ID-LL/pc) produktgeoriënteerd (lesgroepgemiddelde van ID-LL/pd) non-differentiatie (lesgroepgemiddelde van ID-LL/nd)	Lesgroepen
Samengestelde scores	ID/pc ID/pd ID/nd	procesgeoriënteerd (= ID-LR/pc + ID-LG/pc) produktgeoriënteerd (= ID-LR/pd + ID-LG/pd) non-differentiatie (= ID-LR/nd + ID-LG/nd)	Docenten en lesgroepen samen

11 ID van Interne-Differentiatiegedrag, LR van LeRaren, LL van LeerLingen.

12 LG van LesGroep.

scores. We spreken in dat geval van ID-scores, welke in feite gecombineerde scores voor docenten en lesgroepen zijn ($ID = ID-LR + ID-LG$). In tabel 3.1 is een overzicht gegeven van de codes van de vragenlijsten en van de samengestelde scores die ermee verkregen worden.

3.3 *De operationalisering van de onafhankelijke variabelen*

3.3.1 *De differentiatiemethodieken van wiskundemethoden*

In paragraaf 2.5 merkten we op, dat het intern-differentiërend karakter van wiskundemethoden kan worden vastgesteld met behulp van een geschikte analysestrategie voor schoolmethoden. Aangezien een dergelijke strategie gericht op de interne-differentiatiemethodiek bij aanvang van het onderzoek niet voorhanden was, waren we genoodzaakt er zelf een te ontwerpen. Daarbij zijn we als volgt te werk gegaan.

In paragraaf 2.1 definieerden we differentiatie in het onderwijs als 'het op basis van individuele verschillen tussen leerlingen verschillend behandelen van delen van een onderwijssysteem ten aanzien van één of meer aspecten'. In deze definitie spelen individuele verschillen tussen leerlingen een belangrijke rol als differentiatiecriteria. Uitgaande van deze definitie ontwierpen we de volgende vierfasenstrategie voor het analyseren van de differentiatiemethodiek van schoolmethoden:¹³

- Fase 1 De verschillen tussen leerlingen die in de literatuur worden genoemd als zijnde van belang voor het vakonderwijs worden geïnventariseerd en geclassificeerd.
- Fase 2 Van de voor het vakonderwijs meest relevante differentiatiemethodieken wordt nagegaan met welke verschillen tussen leerlingen de betrokken methodieken al of niet rekening houden.
- Fase 3 Uit de documentatie bij de schoolmethoden wordt de gebruikte differentiatiemethodiek beschreven, alsmede de verschillen tussen leerlingen waarvan de auteurs zeggen dat zij er bij hun differentiatiemethodiek rekening mee houden. Deze gegevens worden vergeleken met die uit fase 2.
- Fase 4 De bevindingen uit fase 3 worden gecontroleerd door een analyse van een representatief gedeelte van de leerstof uit de betreffende methoden. Voor deze fase zullen per schoolvak nadere deel-analysestrategieën moeten worden ontwikkeld.

13 Van 't Riet, De Gruyter en Vonk (1991a en 1991b).

Uit de aldus verkregen gegevens kunnen vervolgens conclusies worden getrokken over de *relatieve* mate waarin schoolmethoden een bepaalde interne-differentiatiemethodiek realiseren. Het gaat daarbij om een *relatieve mate*, dat wil zeggen dat op grond van deze analysestrategie slechts met enige zekerheid uitspraken gedaan kunnen worden over het meer of minder gebruik maken van een bepaalde interne-differentiatiemethodiek door de ene dan wel de andere methode. Voor ons onderzoek is zo'n relatieve maat voldoende, daar de gebruikte wiskundemethoden slechts een rol spelen als instanties van tweewaardige onafhankelijke variabelen.

Bovenstaande analysestrategie is geformuleerd zonder specificatie naar schoolvak. In het kader van ons onderzoek zullen we de analysestrategie toepassen voor het vak wiskunde. De bruikbaarheid van deze strategie voor ander vakonderwijs is in het kader van ons onderzoek niet aan de orde. Voorts merken we op dat de fasen 1 en 2 van deze analysestrategie al in hoofdstuk 2 zijn uitgevoerd. In paragraaf 2.2 hebben we verschillen tussen leerlingen geïnventariseerd die van belang zijn voor het wiskundeonderwijs. In paragraaf 2.3 bespraken we differentiatiemethodieken die van belang zijn voor het wiskundeonderwijs, en hun relatie met de eerder geïnventariseerde verschillen tussen leerlingen. Bij het toepassen van deze analysestrategie op wiskundemethoden kunnen we ons dus in het vervolg beperken tot de fasen 3 en 4, en het trekken van conclusies uit de verkregen gegevens.

We merken verder nog op, dat het voor ons onderzoek voldoende is wiskundemethoden te vinden die aantoonbaar (in de zin van bovenvermelde analysestrategie) van elkaar verschillen qua interne-differentiatiemethodiek. In paragraaf 2.3 en 2.5 spraken we het vermoeden uit, dat de methode Moderne-Wiskunde qua interne-differentiatiemethodiek meer procesgeoriënteerd is, terwijl de methode Getal-en-Ruimte meer produktgeoriënteerd is. In hoofdstuk 5 zullen we de hierboven geformuleerde analysestrategie op de brugklasdelen van deze methoden toepassen, teneinde dit vermoeden te kunnen bevestigen of weerspreken.

3.3.2 *Heterogeen versus homogeen groeperen*

De heterogeniteit versus homogeniteit van lesgroepen stelt men in onderzoek meestal vast met behulp van een statistische maat voor de spreiding van een relevant leerlingkenmerk binnen de lesgroepen.¹⁴ Gezien onze vraagstelling zou dat bijvoorbeeld een vorderingentoets voor wiskunde kunnen zijn. Het ontwikkelen en afnemen van een dergelijk school- en methodeonafhankelijk instrument was echter binnen het bestek van ons onderzoek niet mogelijk. De noodzaak tot het gebruik

14 Schonewille, 1993, p. 17.

van een dergelijk instrument staat echter in het kader van ons onderzoek ter discussie, en wel om twee redenen.

In de eerste plaats is de heterogeniteit of homogeniteit van lesgroepen in de brugklas van het voortgezet onderwijs eenvoudig vast te stellen aan de hand van het vervolgonderwijs waarvoor in die groepen wordt opgeleid. Verschillen tussen scholengemeenschappen die zich daarbij voordoen en die te maken hebben met de combinatie van schooltypen in die scholengemeenschappen, kunnen verkleind worden door het onderzoek te beperken tot scholengemeenschappen met een zelfde combinatie. Gezien de beperking tot MAVO-, HAVO- en VWO-scholen die we ons zelf al in paragraaf 1.3 hebben opgelegd, ligt het voor de hand het onderzoek uit te voeren in MAVO-HAVO-VWO-scholengemeenschappen. Dan is het immers mogelijk binnen hetzelfde type onderwijs verschillende groeperingsvormen te bestuderen. Bovendien kunnen we op grond van de toelatingsprocedures verwachten dat verschillen tussen de leerlingenpopulaties van deze scholengemeenschappen gering zijn. Immers, de toelating tot MAVO-HAVO-VWO-scholengemeenschappen vindt in heel Nederland plaats op basis van landelijk genormeerde schoolvorderingen- en studievvaardigheidstoetsen, alsmede op basis van de adviezen van de basisscholen, die zelf ook weer door deze toetsen beïnvloed worden. Bij de indeling in homogene lesgroepen in de brugklas spelen deze gegevens eveneens een belangrijke rol. De enige onverwachte verschillen tussen lesgroepen die dan nog kunnen optreden, zijn die tussen het algemene niveau van de lesgroepen en het vakspecifieke niveau voor wiskunde.

Er is echter nog een tweede reden waarom voor ons onderzoek een objectieve meting van heterogeniteit versus homogeniteit niet van doorslaggevend belang is. Die reden ligt in het handelings-theoretisch uitgangspunt van ons onderzoek. Docenten zullen bij hun oordeelsvorming over en benaderingswijze van de lesgroep niet afgaan op verschillen in spreiding zoals die verkregen worden met een objectief meetinstrument. Zij zullen zich laten leiden door hun eigen subjectieve waarneming, welke enerzijds bepaald wordt door de groeperingsvorm die de school toepast, en anderzijds door de leerprestaties van de leerlingen zoals zij die zelf meten met behulp van praktijkinstrumenten zoals proefwerken en rapportcijfers. Voor ons onderzoek betekent dit, dat het belangrijker is vast te stellen in hoeverre lesgroepen heterogeen of homogeen zijn op grond van de subjectieve beoordeling van de docent, dan op grond van een objectief meetinstrument. Er is eerder een verband te verwachten tussen interne-differentiatiegedrag en de wijze waarop docenten de groeperingsvorm subjectief waarnemen dan tussen interne-differentiatiegedrag en een voor de docent onbekende toetsuitslag.

Tabel 3.2

Maten voor de samenstelling, het vakniveau en de heterogeniteit van lesgroepen en de beleving daarvan door de docenten en de leerlingen.

	Samenstelling	Vakniveau	Heterogeniteit
	Lesgroep- percentage/ gemiddelde	Lesgroep- gemiddelde	Lesgroep- standaarddeviatie
Objectieve gegevens	Sexe		
	Leeftijd		Leeftijd
Subjectieve gegevens van docenten		Rapportcijfers	Rapportcijfers
		Repetitiecijfers	Repetitiecijfers
		Wiskundecapaciteiten volgens docent	Wiskundecapaciteiten volgens docent
Subjectieve gegevens van leerlingen		Wiskundecapaciteiten volgens leerling zelf	Wiskundecapaciteiten volgens leerling zelf

Om nu in het onderzoek te kunnen controleren voor deze subjectieve waarneming van de onafhankelijke variabele groeperingsvorm door de docenten, zullen we een aantal gegevens over de leerlingen verzamelen die beschouwd kunnen worden als indicatoren voor de samenstelling van de lesgroepen en voor de mate waarin docenten hun lesgroepen als heterogeen of homogeen waarnemen. We denken dan bijvoorbeeld voor de samenstelling van de lesgroepen aan objectieve gegevens als de sexe en de leeftijd van de leerlingen. Voor de subjectieve waarneming door de docenten kunnen we rapport- en proefwerkcijfers voor wiskunde, en beoordelingen van de wiskundecapaciteiten van de leerlingen door de docenten gebruiken.¹⁵ Ter vergelijking kan het zinvol zijn ook de subjectieve waarneming van deze wiskundecapaciteiten door de leerlingen zelf in het onderzoek te betrekken. Deze gegevens leveren boven-

-
- 15 Voorwaarde voor het gebruik van rapport- en proefwerkcijfers is dat zij in alle lesgroepen gegeven worden op dezelfde schaal. Gezien de praktijk in het onderwijs komt daarvoor de traditionele schaal van 1 tot 10 met een voldoende-onvoldoende-cesuur bij 5,5 in aanmerking. Omdat deze schaal een zeer algemene verspreiding geniet, kan de intersubjectiviteit ervan hoog worden aangeslagen. Indien in het onderzoek scholen participeren, die een andere schaal gebruiken, dan kunnen deze alleen in de gegevensanalyse worden betrokken, indien deze schalen omgerekend kunnen worden tot de traditionele schaal.

Tabel 3.3
Checks op de subjectieve waarneming van lesgroepheterogeniteit en op de subjectieve
beoordeling van het lesgroepvakniveau.

	Vergelijking heterogene en homogene lesgroepen	Vergelijking homogene laag- en hoog-niveaulesgroepen
Samenstelling en heterogeniteit	Check 1: Heterogene en homogene lesgroepen verschillen niet qua samenstelling en heterogeniteit met betrekking tot percentage jongens of meisjes en leeftijd.	Check 4: Homogene laag- en hoog-niveaulesgroepen verschillen niet qua samenstelling en heterogeniteit met betrekking tot percentage jongens of meisjes en leeftijd.
Subjectieve beoordeling vakniveau	Check 2: Docenten die lesgeven in heterogene lesgroepen, verschillen met betrekking tot hun subjectieve beoordeling van het vakniveau van hun lesgroep niet van docenten die lesgeven in homogene lesgroepen; hetzelfde geldt voor de subjectieve beoordeling door de lesgroepen zelf.	Check 5: Docenten die lesgeven in homogene laag-niveaulesgroepen hebben een lagere subjectieve beoordeling van het vakniveau van hun lesgroep dan docenten die lesgeven in homogene hoog-niveaulesgroepen; hetzelfde geldt voor de subjectieve beoordeling door de lesgroepen zelf.
Subjectieve waarneming heterogeniteit	Check 3: Docenten die lesgeven in heterogene lesgroepen, nemen subjectief een grotere heterogeniteit in hun lesgroepen waar dan docenten die lesgeven in homogene lesgroepen; hetzelfde geldt voor de subjectieve waarneming door de lesgroepen zelf.	Check 6: Docenten die lesgeven in homogene laag-niveaulesgroepen, verschillen met betrekking tot hun subjectieve waarneming van de heterogeniteit van hun lesgroep niet van docenten die lesgeven in homogene hoog-niveaulesgroepen; hetzelfde geldt voor de subjectieve waarneming door de lesgroepen zelf.

dien indicaties over de wijze waarop docenten en leerlingen het vakniveau van hun lesgroepen subjectief beoordelen. Voor samenstelling en vakniveau kunnen we per lesgroep gemiddelden nemen, voor heterogeniteit versus homogeniteit een spreidingsmaat zoals de standaarddeviatie. In tabel 3.2 hebben we het karakter van deze controlevariabelen schematisch weergegeven. We merken op dat de spreidingsmaten voor sexe niet zinvol zijn, omdat zij direct afhankelijk zijn van de percentages jongens en meisjes.

In tabel 3.3 hebben we nu een zestal checks geformuleerd met onze verwachtingen omtrent de samenhang tussen groepeeringsvormen enerzijds en de

lesgroepsamenstelling, subjectieve waarneming van heterogeniteit en subjectieve beoordeling van lesgroepvakniveau anderzijds. Op grond van de in redelijke mate gestandaardiseerde toelatingsprocedures voor MAVO-HAVO-VWO-scholengemeenschappen veronderstellen we daarbij dat er geen verschillen qua samenstelling, heterogeniteit en vakniveau bestaan tussen de totale leerlingenpopulaties van brugklassen in deze scholengemeenschappen, ongeacht de toegepaste groeperingsvorm. Verder veronderstellen we dat de capaciteiten van de leerlingen voor wiskunde binnen de beoogde populatie onafhankelijk zijn van sexe en leeftijd. De zes checks laten zich nu gemakkelijk afleiden.

3.3.3 *Overige factoren*

In het derde deel van onze onderzoeksvraagstelling is sprake van factoren die interne-differentiatiegedrag kunnen beïnvloeden, maar die we slechts als covariaten in het onderzoek meenemen: docentkenmerken, lesgroepkenmerken, schoolkenmerken en lessituatiekenmerken. Ook deze kenmerken kunnen 'gemeten' worden met behulp van een vragenlijst. De keuze welke subkenmerken wel en niet in aanmerking komen om te worden meegenomen, is enigszins willekeurig aangezien er nauwelijks iets bekend is over hun mogelijke invloed op interne-differentiatiegedrag zoals we het in hoofdstuk 2 gedefinieerd hebben. We komen tot de volgende opsomming:¹⁶

- **docentkenmerken:** sexe, leeftijd, opleidingsgegevens, aantal ervaringsjaren, gegevens over de beroepsuitoefening, doelen die men in zijn onderwijs nastreeft, opvattingen over de gebruikte wiskundemethode, opvattingen over de leerlingen;
- **lesgroepkenmerken:**¹⁷ aantal leerlingen, percentage jongens en meisje, gemiddelden en spreidingen van leeftijd, rapport- en proefwerkcijfers, wiskundecapaciteiten zoals beoordeeld door docent en leerlingen;
- **schoolkenmerken:** regio, denominatie, urbanisatiegraad;
- **lessituatiekenmerken:** lokaal- en hulpmiddelengebruik.

We maken bovendien onderscheid tussen kenmerken die interne-differentiatiegedrag beïnvloeden en kenmerken die slechts beschrijvende correlaten van interne-differentiatiegedrag zijn zonder dat er van een beïnvloedingsrelatie sprake is. In

16 Zie voor een overzicht van factoren die van invloed kunnen zijn op onderwijs-leerprocessen: Fullan, 1991.

17 We merken op dat we de meeste van deze kenmerken ook afzonderlijk in verband brengen met groeperingsvormen (zie par. 3.3.2).

hoofdstuk 6 komen we op deze factoren terug bij de concretisering ervan in de vorm van een vragenlijst voor docenten.

3.4 *De onderzoekshypothesen*

Op grond van het voorgaande kunnen we nu bij het tweede deel van onze onderzoeksvraagstelling een aantal hypothesen formuleren. Alvorens hypothesen op te stellen over de invloed van de onafhankelijke variabelen op interne-differentiatiegedrag zullen we eerst een hypothese formuleren met betrekking tot de waarneming van interne-differentiatiegedrag door docenten en lesgroepen.

3.4.1 *Hypothese over de perceptie van interne-differentiatiegedrag door docenten en lesgroepen*

Verondersteld kan worden dat leerlingen het interne-differentiatiegedrag van hun docent lager scoren dan hun docent zelf. Daarvoor zijn diverse redenen aan te geven. Leerlingen zijn geen ervaren observatoren en hebben slechts een beperkt en gebrekkig referentiekader met betrekking tot het interne-differentiatiegedrag van hun docent. Bovendien zijn zij als actoren bij dat gedrag betrokken. Daarom zullen leerlingen niet alle aspecten van het gedrag van hun docent kunnen waarnemen. De leerlingsscores zullen dientengevolge lager zijn dan het werkelijk vertoonde interne-differentiatiegedrag. Bij de docenten kan zich een effect in de omgekeerde richting voordoen. Zij kunnen hun intenties om intern te differentiëren verwarren met hun werkelijke gedrag. Bovendien zullen hun scores door het effect van sociale wenselijkheid een druk naar boven ondervinden.¹⁸ Er zijn geen redenen aan te nemen dat deze effecten per specifieke vorm van interne-differentiatiegedrag verschillend uitwerken. Daarom formuleren we de volgende hypothese over het verschil tussen de percepties van interne-differentiatiegedrag door docenten en lesgroepen.

Perceptiehypothese: Lesgroepen nemen minder interne-differentiatiegedrag waar dan hun docenten.

Deze hypothese heeft betrekking op procesgeoriënteerd en produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag, zowel als non-differentiatiegedrag.

18 D.w.z. in de richting van meer interne-differentiatiegedrag; bij non-differentiatiegedrag werkt dit wellicht in de omgekeerde richting.

3.4.2 *Hypothesen over de invloed van wiskundemethoden en groeperingsvormen op interne-differentiatiegedrag*¹⁹

Op grond van de verwachting dat schoolmethoden het didactisch handelen van docenten beïnvloeden in een richting die samenhangt met de aard van de in die methoden gehanteerde methodiek, formuleren we de volgende hypothese.

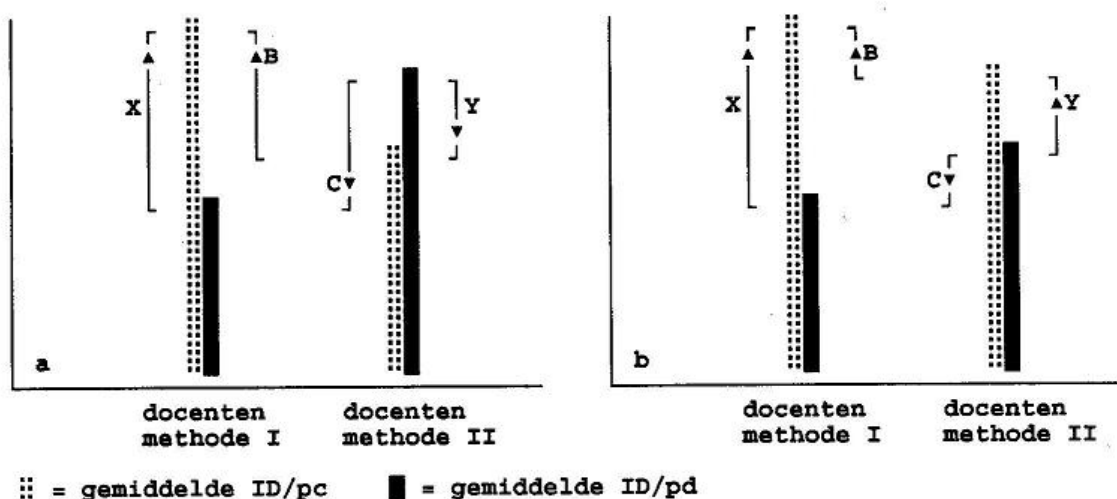
Hoofdhypothese 1: De mate waarin een wiskundemethode de nadruk legt op een bepaalde interne-differentiatiemethodiek, heeft een positieve invloed op de mate waarin de docenten overeenkomstig die methodiek handelen.

Er kunnen zich bij de toetsing van deze hypothese verschillende situaties voordoen. In afbeelding 3.2 hebben we twee mogelijke uitkomsten van het onderzoek weergegeven. Gaan we uit van de wiskundemethoden I en II, waarbij methode I een procesgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek hanteert, terwijl methode II een produktgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek hanteert, dan kunnen we hoofdhypothese 1 aanvaarden als in afbeelding 3.2.a het verschil B significant groter is dan 0, terwijl het verschil C significant kleiner dan 0 is. In dat geval vertonen docenten die gebruik maken van wiskundemethode I meer procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag dan docenten die gebruik maken van wiskundemethode II ($B > 0$), terwijl docenten die gebruik maken van wiskundemethode II meer produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag vertonen ($C < 0$).

De mogelijkheid bestaat echter dat B en C beide of een van beide niet significant van 0 verschillen, maar er toch sprake is van een effect van de wiskundemethode op het interne-differentiatiegedrag. In afbeelding 3.2.b is een dergelijke situatie uitgebeeld: B en C afzonderlijk verschillen niet significant van 0, maar beide "effectjes" samen verschillen wel significant van 0 (het verschil $X - Y = B - C$ verschilt significant van 0). Dit betekent dat methode I bij zijn gebruikers een groter verschil teweeg brengt tussen procesgeoriënteerd en produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag (X) dan methode II (Y). Het effect is nu weliswaar zwakker dan in het geval van afbeelding 3.2.a, maar geeft desondanks steun aan hoofdhypothese 1: Bij docenten die gebruik maken van een wiskundemethode met een meer procesgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek, wordt een groter verschil gevonden tussen procesgeoriënteerd en produktgeoriënteerd interne-

19 Deze hebben uitsluitend betrekking op onderwijs in MAVO-HAVO-VWO-scholen en gemeenschappen.

differentiatiegedrag dan bij docenten die gebruik maken van een wiskundemethode differentiatiemethodiek. We merken op dat de rol van beide methoden gekoppeld aan beide gedragvormen in deze verwisselbaar is. 'Groter' kan hierbij zowel 'meer positief' als 'minder negatief' betekenen. Tot slot merken we op dat er geen reden is invloed van de interne-differentiatiemethodiek op non-differentiatiegedrag te



veronderstellen.

Afbeelding 3.2 Twee mogelijke uitkomsten bij de toetsing van hoofdhypothese 1 over de invloed van de interne-differentiatiemethodiek van wiskundemethoden op het interne-differentiatiegedrag van docenten.

Vervolgens formuleren we hypothesen over de invloed van de onafhankelijke variabele groeperingsvormen. We kunnen nu verwachten dat in heterogene lesgroepen de docenten *grotere verschillen tussen leerlingen ervaren* met betrekking tot hun vakonderwijs dan in homogene lesgroepen²⁰ en daarom *een grotere behoefte en noodzaak voelen om intern te differentiëren*. Dit kan zich uiten in meer interne-differentiatiegedrag, zowel procesgeoriënteerd als produktgeoriënteerd. We formuleren daarom de volgende hoofdhypothese.

Hoofdhypothese 2: Wiskundedocenten die lesgeven in heterogene lesgroepen vertonen meer interne-differentiatiegedrag dan wiskundedocenten die lesgeven in homogene lesgroepen.

20 De checks zullen hierover uitsluitel moeten geven (zie par. 3.3.2).

De overwegingen die tot deze hypothese leiden, zijn niet alleen van toepassing op procesgeoriënteerd en produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag, maar gelden in tegengestelde richting ook voor non-differentiatiegedrag. Een implicatie is dan ook dat er in heterogene lesgroepen minder non-differentiatiegedrag zal voorkomen dan in homogene lesgroepen. Omdat er weinig aanwijzingen zijn voor een samenhang tussen bepaalde vormen van interne-differentiatiegedrag en bepaalde groeperingsvormen kunnen we hier een beschouwing als die rond afbeelding 3.2 achterwege laten.

Omdat homogene lesgroepen zijn onder te verdelen in laag- en hoog-niveaulesgroepen en omdat dit onderscheid van belang kan zijn voor de interpretatie van de onderzoeksgegevens over de invloed van groeperingsvormen, formuleren we bovendien een nevenhypothese over de invloed van het algemene lesgroepniveau op interne-differentiatiegedrag. We veronderstellen daarbij dat interne-differentiatiegedrag wel samenhangt met de heterogeniteit van de lesgroep, maar niet met het algemene niveau. Daarom formuleren we:

Nevenhypothese: Wiskundedocenten die lesgeven in homogene laag-niveaulesgroepen vertonen even veel interne-differentiatiegedrag als wiskundedocenten die lesgeven in homogene hoog-niveaulesgroepen.

Interne-differentiatiegedrag in deze hypothese kan zowel procesgeoriënteerd en produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag als non-differentiatiegedrag betekenen.

3.5 De opzet van het onderzoek

Voor de toetsing van bovenstaande hypothesen is een experimenteel design de aangewezen methode. Een experimentele groep bestaande uit 32 proefpersonen, fifty-fifty verdeeld over de instanties van de onafhankelijke variabelen is daarvoor voldoende. Daar toetsing in een laboratoriumsetting een geringe externe validiteit heeft met betrekking tot de praktijk van het wiskundeonderwijs en uit het oogpunt van de lerarenopleiding minder interessante informatie oplevert, werd gekozen voor het quasi-experimentele design van een natuurlijk experiment.²¹ Hierbij wordt

21 Het natuurlijk experiment is te beschouwen als een variant van het veldexperiment. Bij het veldexperiment wordt onderzoek gedaan in de natuurlijke omgeving van de proefpersonen, waarbij de onafhankelijke variabele gemanipuleerd kan worden door de onderzoeker (Swanborn, 1987, p. 230-231). Bij een natuurlijk experiment worden de onafhankelijke variabelen niet gemanipuleerd in het kader van het onderzoek,

gebruik gemaakt van de variatie die reeds van nature in het veld aanwezig is. De instanties van de onafhankelijke variabelen komen dan niet tot stand door manipulatie of beïnvloeding, maar door selectie van proefpersonen. Er moest dus een proefgroep samengesteld worden van 32 wiskundedocenten die als volgt verdeeld waren over de condities:

- 8 wiskundedocenten die in heterogene lesgroepen (MHV-niveau) werkten met een wiskundemethode met een procesgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek;
- 8 wiskundedocenten die in heterogene lesgroepen (MHV-niveau) werkten met een wiskundemethode met een produktgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek;
- 8 wiskundedocenten die in homogene lesgroepen werkten met een wiskundemethode met een procesgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek, waarvan 4 docenten in homogene laag-niveaulesgroepen (MH-niveau) en 4 in homogene hoog-niveaulesgroepen (HV-niveau);
- 8 wiskundedocenten die in homogene lesgroepen werkten met een wiskundemethode met een produktgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek, waarvan 4 docenten in homogene laag-niveaulesgroepen (MH-niveau) en 4 in homogene hoog-niveaulesgroepen (HV-niveau).

Tabel 3.4

Het onderzoeksdesign: de verdeling van docenten en hun lesgroepen over de onafhankelijke variabelen.

	Wiskundemethode met procesgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek	Wiskundemethode met produktgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek
Heterogene lesgroepen	8 docenten 8 lesgroepen	8 docenten 8 lesgroepen
Homogene lesgroepen	8 docenten 4 laag-niveaulesgroepen 4 hoog-niveaulesgroepen	8 docenten 4 laag-niveaulesgroepen 4 hoog-niveaulesgroepen

In tabel 3.4 hebben we dit design schematisch weergegeven. Om de vier condities verder zo gelijk mogelijk te maken werd in eerste instantie uitgegaan van scholen waarbij de eenjarige brugperiode consequent heterogeen (alle lesgroepen

maar komen de instanties van de onafhankelijke variabelen tot stand door selectie.

hebben MAVO-HAVO-VWO-niveau) of homogeen op twee niveaus (uitsluitend MAVO-HAVO- en HAVO-VWO-lesgroepen) was ingedeeld, en waarbij er in het tweede leerjaar een uitsplitsing naar de drie afdelingen MAVO, HAVO en VWO zou plaatsvinden. Ook hebben we gestreefd naar een evenwichtige indeling van de docenten zowel naar geografisch als naar denominatief gezichtspunt.

Met behulp van de te ontwikkelen vragenlijsten voor docenten en leerlingen zullen nu per docent bij elk van de drie soorten interne-differentiatiegedrag twee scores verkregen worden: de score van de docent zelf en de gemiddelde score van de lesgroep. Op deze wijze ontstaan zes scores voor de diverse vormen van interne-differentiatiegedrag. Met behulp van multivariate variantieanalyse worden vervolgens de onderzoekshypothesen over interne-differentiatiegedrag getoetst, al of niet na uitschakeling van relevante covariaten. Alvorens het onderzoek volgens dit design uit te voeren ontwikkelen we eerst de vragenlijsten. Daarvan wordt in hoofdstuk 4 verslag gedaan. Ook analyseren we de wiskundemethoden Moderne Wiskunde en Getal-en-Ruimte om te bepalen of zij werkelijk verschillen in de nadruk die zij leggen op de procesgeoriënteerde resp. produktgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek. Het verslag van die analyse is opgenomen in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 wordt vervolgens het eigenlijke onderzoek gerapporteerd.

4 DE ONTWIKKELING VAN DE VRAGENLIJSTEN OVER INTERNE-DIFFERENTIATIEGEDRAG

4.1 *Het ontwikkeltraject*

In paragraaf 3.2 hebben we voor het meten van interne-differentiatiegedrag de keuze gemaakt voor vragenlijsten voor docenten en leerlingen. In dit hoofdstuk doen we verslag van de wijze waarop die vragenlijsten geconstrueerd zijn en van de concrete gedragsinhouden die zij kregen. Gekozen werd voor het gebruik van parallelle vragenlijsten, dat wil zeggen vragenlijsten waarin aan de docenten en de leerlingen dezelfde vragen worden voorgelegd, zij het in aangepaste formulering. We doorliepen het volgende ontwikkeltraject:

- 1) Inventariseren en classificeren van docentactiviteiten met een intern-differentiërend karakter.
- 2) Open interviews met enkele wiskundedocenten teneinde de inventarisatie te controleren en aan te vullen.
- 3) Opstellen van gesloten vragenlijsten voor docenten en leerlingen.
- 4) Afnemen van de leerlingenvragenlijsten op enkele lesgroepen in MAVO-HAVO-VWO-brugklassen, teneinde de formulering aan te passen aan het begripsvermogen van de leerlingen.
- 5) Bijstelling van de docentenvragenlijsten en het onderwerpen ervan aan een betrouwbaarheidsonderzoek resulterend in kleinere, meer betrouwbare docentenvragenlijsten.
- 6) De resulterende docentenvragenlijsten onderwerpen aan een validiteitsonderzoek waarbij de lesgroepgemiddelden van de leerlingenvragenlijsten en globale observaties van enkele lessen als valideringscriteria dienden.

Uit bovenstaande wordt duidelijk dat het accent bij deze instrumentontwikkeling lag op de docentenvragenlijsten, terwijl de leerlingenvragenlijsten vooral een rol speelden als middel om de validiteit van de docentenvragenlijsten te beoordelen. De leerlingenvragenlijsten zelf zijn in deze fase niet onderzocht op hun inhoudsbetrouwbaarheid, omdat dat een te groot opgezet vooronderzoek zou vergen.¹

1 Omdat de leerlingen uit één lesgroep allen hetzelfde gedrag van hun docent scoren, kan men de inhoudsbetrouwbaarheid niet vaststellen met een of enkele klassen. Men heeft daarvoor ongeveer even veel klassen als docenten nodig.

4.2 Inventarisatie en classificatie van interne-differentiatiegedrag

Om tot een goede inhoudsvaliditeit voor de vragenlijsten over interne-differentiatiegedrag te komen werd een inventarisatie gemaakt van de docentactiviteiten die tot interne-differentiatiegedrag gerekend kunnen worden. Bij het formuleren van gedragscategorieën met een intern-differentiërend karakter doet zich echter het probleem voor dat docentactiviteiten afhankelijk van hun inhoud, vorm of bedoeling al of niet differentiërend kunnen zijn. Zo kan het stellen van vragen door een docent worden gehanteerd om te differentiëren tussen zwakke en goede leerlingen, maar ook als een algemene instructiemethode zonder rekening te houden met individuele verschillen tussen leerlingen. Om bij het zoeken naar relevante gedragscategorieën het vooronderzoek zo open mogelijk te houden, hebben we ons daarom in eerste instantie gericht op al die docentactiviteiten die afhankelijk van hun inhoud, vormgeving en bedoeling intern-differentiërend *zouden kunnen* zijn. We spreken daarom van '*potentieel intern-differentiërende docentactiviteiten*'.

De eerste stap naar operationalisering van het begrip '*interne-differentiatiegedrag*' bestond uit het inventariseren en classificeren van al die activiteiten van wiskundeleraars, die een potentieel intern-differentiërend karakter hebben. Dergelijke activiteiten zijn steeds gericht op bepaalde aspecten van het onderwijsleerproces. Voor de classificatie ervan maakten we gebruik van het in paragraaf 2.4 beschreven model van het didactisch handelen in relatie tot de les als onderwijsleerproces.² Zoals we daarbij reeds opmerkten, hebben we het model vereenvoudigd door het te beperken tot de uitvoering, ofwel het onderwijzend handelen.³ Dit betekent dat we bij het inventariseren van potentieel intern-differentiërende docentactiviteiten vier klassen van gedragscategorieën hebben onderscheiden:

- 1) docentactiviteiten gericht op het totale onderwijsleerproces;
- 2) docentactiviteiten gericht op de leeractiviteiten van de leerlingen;
- 3) docentactiviteiten gericht op de onderwijsleerinteracties;
- 4) docentactiviteiten gericht op de leerprocesevaluatie.

In de onderwijskundige en vakdidactische literatuur worden vele docentactiviteiten genoemd, die een potentieel intern-differentiërend karakter hebben. In tabel 4.1 is onze eerste inventarisatie opgenomen.⁴

2 Zie het schema in afbeelding 2.1.

3 Zie de laatste alinea van paragraaf 2.4.1.

4 Vooral werd gebruik gemaakt van: Meester e.a. (1980), Nuy (1981) en Tomic (1987).

Tabel 4.1

Inventarisatie van potentieel intern-differentiërende docentactiviteiten. Met een * zijn aangegeven activiteiten die afvielen op grond van de open interviews (zie par. 4.3.2).

1	Docentactiviteiten gericht op het totale onderwijsleerproces
1a	Vaststellen van de te bereiken doelen in de les
1b	Gebruik maken van werkvormen voor alle of bepaalde leerlingen
1c	Vormen van groepen leerlingen
1d *	Observeren van leerlingen met oog op diagnose
1e	Non-academische interactie met de leerlingen
2	Docentactiviteiten gericht op de leeractiviteiten van de leerlingen
2a	Kiezen van leerstof en wijze van gebruik
2b	Kiezen van de aard van de leeractiviteiten (symbolisch, verbaal, visueel).
2c	Hanteren van alternatieven in de na-basisstoffase
2d	Differentiëren naar aanpak, oplossingsniveau, tempo of belangstelling
2e	Gebruik maken van leermiddelen
2f *	Gebruik maken van verschillende leersequenties
2g	Gebruik maken van antwoordenlijsten
3	Docentactiviteiten gericht op onderwijsleerinteracties
3a	Kiezen van instructiemethoden
3b	Stellen van vragen
3c	Gelegenheid geven tot antwoorden
3d	Feed-back geven tijdens instructie
4	Docentactiviteiten gericht op de leerprocesevaluatie
4a	Bepalen van evaluatiefrequentie en evaluatiemomenten
4b	Bepalen van de leerinhouden die geëvalueerd worden
4c *	Gebruik maken van evaluatievormen
4d	Gebruik maken van scoringsvormen
4e	Bepalen van de mate van beheersing van de leerinhouden
4f *	Beslissen over de voortgang van het leerproces en de tijdsduur waarvoor die beslissing geldt
4g	Registreren van verschillen tussen leerlingen

4.3 Open interviews

4.3.1 Opzet van de open interviews

Alvorens over te gaan tot het formuleren van gesloten vragen voor de uiteindelijke vragenlijsten werden eerst enkele open interviews gehouden met wiskundelerares. De bedoeling was na te gaan: 1) of de inventarisatie in tabel 4.1 het

gehele terrein van interne-differentiatiegedrag zou overdekken; 2) welke geïnventariseerde docentactiviteiten wel en niet een zinvolle bijdrage zouden kunnen leveren aan de operationalisatie van interne-differentiatiegedrag. Er werd een open vragenlijst voor wiskundedocenten opgesteld. Elke vraag van deze lijst betrof een docentactiviteit uit de inventarisatie. Steeds werd begonnen met de vraag hoe de docent in het algemeen deze activiteit praktizeerde. Daarna werd doorgevraagd naar de wijze waarop de docent daarbij rekening hield met individuele verschillen tussen leerlingen.

De interviews werden afgenomen op vier wiskundedocenten, waarvan er twee in de brugklas lesgaven met de vermoedelijk procesgeoriënteerde wiskundemethode Moderne-Wiskunde (MW) en twee met de vermoedelijk produktgeoriënteerde wiskundemethode Getal-en-Ruimte (GR).⁵ Om een zo breed mogelijk beeld van de interne-differentiatiepraktijk in het wiskundeonderwijs te krijgen werd per methode gezocht naar docenten waarvan de een les gaf volgens de uitgangspunten van de auteurs en de ander dat niet deed. Het bleek echter binnen de ter beschikking staande tijdsperiode niet mogelijk vier wiskundedocenten te vinden die volledig aan dit criterium voldeden. Met name GR-docenten die lesgaven met behulp van de basisstof-herhalingsstof-verrijkingsstof-methodiek, waren niet zo gemakkelijk te vinden. Ook het bepalen door middel van een kort gesprek of een MW-docent les gaf volgens de uitgangspunten van zijn methode en in welke mate hij dat deed, bleek minder eenvoudig dan werd verwacht.

Uiteindelijk zijn de interviews afgenomen op twee MW-docenten (A en B) en twee GR-docenten (C en D). Van docent A stond voorafgaand aan het interview min of meer vast dat hij werkte op een procesgeoriënteerde manier. Van docent B was dit niet bekend.⁶ Van de twee GR-docenten (C en D) stond van te voren alleen vast, dat zij met betrekking tot het BHV-model niet of nauwelijks de uitgangspunten van hun auteurs praktizeerden. De docenten A, B en C gaven les in de brugklas van een HAVO-VWO-school, docent D van een MAVO-HAVO-VWO-school.⁷ De interviews werden afgenomen in februari 1990, vastgelegd op

5 Met procesgeoriënteerd en produktgeoriënteerd bedoelen we hier de in deze methoden gerealiseerde interne-differentiatiemethodieken. In deze fase van het onderzoek moest noodzakelijkerwijs vooruitgelopen worden op de resultaten van de methodeanalyse in hoofdstuk 5 (zie echter ook de opmerkingen over beide methoden in paragraaf 2.3.3.a en 2.3.3.b).

6 Achteraf konden we uit de interviewgegevens opmaken, dat ook docent B in zekere mate een procesgeoriënteerde benadering van interne differentiatie praktizeerde.

7 In deze fase van het onderzoek was de uiteindelijke beperking van het latere toetsingsonderzoek (zie paragraaf 3.4) nog niet zo duidelijk uitgekristalliseerd dat reeds een keuze was gemaakt voor MAVO-HAVO-VWO-scholengemeenschappen. Ook HAVO-VWO-scholen waren nog in de 'picture'.

de band en vervolgens per docent samengevat. Ondanks de nogal eenzijdige samenstelling qua schooltypen leverden de interviews op tal van punten nuttige informatie voor de voortgang van de instrumentontwikkeling. De belangrijkste conclusies zijn de volgende.

4.3.2 *Conclusies uit de open interviews*

In de eerste plaats bleek uit de interviewgegevens dat alle vier docenten op een of andere manier in hun benadering van de leerlingen interne-differentiatiegedrag vertoonden. Wel traden er aanzienlijke verschillen op in de wijze waarop en de mate waarin zij dit deden. Verder vormde interne-differentiatiegedrag een integraal onderdeel van het totale onderwijzend handelen van de docent. Leerling- dan wel leerstofgerichtheid, zelfstandigheidsbevordering dan wel bevordering van sociaal gedrag bleken instellingen van de docenten die ten nauwste samenhangen met de aard en omvang van hun interne-differentiatiegedrag.

In de tweede plaats konden we uit de interviewgegevens opmaken, dat de inventarisatie in tabel 4.1 het begrip interne-differentiatiegedrag in grote mate overdekt. De interviews leverden slechts vijf aspecten, die niet in de inventarisatie naar voren kwamen. Deze zijn opgenomen in tabel 4.2.

Tabel 4.2

Potentieel intern-differentiërende docentactiviteiten die op grond van de open interviews aan de inventarisatie in tabel 4.1 moeten worden toegevoegd.

1	Docentactiviteiten gericht op het totale onderwijsleerproces
1f	Gebruik maken van hulp van goede leerlingen aan zwakke leerlingen.
1g	Plaatsen van leerlingen in de klas.
3	Docentactiviteiten gericht op onderwijsleerinteracties
3e	Klassikale bespreking van verschillen in probleemaanpak.
3f	Controleren van huiswerk.
3g	Helpen van leerlingen bij zelfwerkzaamheid.

In de derde plaats konden we uit de interviewgegevens afleiden, dat sommige geïnventariseerde aspecten van interne-differentiatiegedrag waarschijnlijk niet zinvol waren om te betrekken bij de verdere operationalisering. Het betrof vooral enkele docentactiviteiten die in het gangbare wiskundeonderwijs niet of nauwelijks gepraktiseerd worden, of die niet gepraktiseerd worden in het kader van een differentiële benadering van leerlingen. Dit geldt met name voor:⁸

8 Tussen haakjes is de mogelijke relatie tot interne differentiatie toegevoegd.

- 1d Observatie van leerlingen met oog op diagnose
- 2f (Differentieel) Gebruik maken van verschillende leersequenties
- 4c (Differentieel) Gebruik maken van evaluatievormen
- 4f Beslissen over de voortgang van het leerproces (anders dan door de docent) en de tijdsduur waarvoor die beslissing geldt

In tabel 4.1 zijn deze docentactiviteiten aangegeven met een asterisk. Voor de eerste versie van de gesloten vragenlijst hebben we dus vragen geformuleerd bij de docentgedragscategorieën 1a t/m 1c, 1e t/m 1g, 2a t/m 2e, 2g, 3a t/m 3g, 4a, 4b, 4d, 4e, 4g.

4.4 *De constructie van de vragenlijst ID*

4.4.1 *De eerste versie van de gesloten vragen*

Bij elk van de hierboven genoemde categorieën docentgedrag formuleerden we eerst tenminste één concreet handelingsaspect. Zo werd de categorie 'hanteren van alternatieven in de na-basisstof fase' (categorie 2c) geconcretiseerd naar het gebruik van herhalingsopgaven en extra-opgaven. Vervolgens werden bij elk handelingsaspect één of meer gesloten vragen geformuleerd. Indien mogelijk werden bij elk handelingsaspect de vragen nader toegespitst op procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag, produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag en non-differentiatiegedrag.⁹ De vragen voor procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag zijn zoveel mogelijk geformuleerd in termen van een min of meer autonoom verlopend leerproces waarbij leertaak- en tijdgebonden verschillen tussen leerlingen kunnen optreden en waaraan de docent waar nodig ondersteuning verleent. De vragen over produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag zijn zoveel mogelijk geformuleerd in termen van een verschillende behandeling van zwakke en goede leerlingen. De vragen over non-differentiatiegedrag werden geformuleerd in termen van 'alle leerlingen dezelfde behandeling geven'. Van elke vraag werd verder een docentenversie en een leerlingenversie gemaakt, die identiek zijn op het onderwerp en de persoonsvorm na. De docentenversie werd steeds geformuleerd in termen van 'ik doe dit of dat', de leerlingenversie in termen van 'deze leraar/lerares doet dit of dat'. Voor de vorm van de vragen werd gekozen voor uitspraken over wat de docent in werkelijkheid doet. Deze uitspraken moesten beantwoord worden met behulp van antwoordalternatieven die de mate aangaven waarin de docent het gedrag prakticeerde. Deze vorm hangt direct samen met de vraagstelling van het onderzoek die neerkomt op: welk gedrag vertoont de docent

9 Zie paragraaf 2.4.2.

en in welke mate doet hij dit? Omdat een exacte bepaling van de mate door de docent zelf niet verwacht kon worden, werd gekozen voor de meer globale antwoordalternatieven: altijd, vaak, regelmatig, soms, nooit. Op deze wijze werden 104 gesloten vragen geformuleerd.

De aldus geformuleerde vragen zijn in maart 1992 in random volgorde voorgelegd aan twee docenten en hun leerlingen in MAVO-HAVO-VWO-brugklassen. Een van beide docenten gaf les met de methode Getal-en-Ruimte, de andere met Moderne-Wiskunde. Bij elke vraag voor zowel de docenten als de leerlingen werd gelegenheid gegeven commentaar te leveren, teneinde indicaties te krijgen over de begrijpelijkheid van de formulering en de relevantie van de betreffende vraag. Op grond van de gemaakte op- en aanmerkingen werd voor elke vraag besloten deze ongewijzigd te handhaven, te herformuleren of te laten vervallen. Van de 104 vragen vielen er op grond van de gemaakte opmerkingen 23 af, waarvan 9 procesgeoriënteerde vragen, 5 produktgeoriënteerde vragen en 9 non-differentiatievragen. Bij de procesgeoriënteerde vragen, die geformuleerd waren in termen van een min of meer autonoom verlopend leerproces, bleken vooral vragen af te vallen die alleen zin zouden hebben in het kader van zeer geïndividualiseerd onderwijs. Uiteindelijk bleven er 81 vragen over waarvan met redelijke zekerheid kon worden aangenomen dat de formulering begrijpelijk was voor docenten zowel als leerlingen.

4.4.2 *De constructie van een betrouwbare vragenlijst*

Van de 81 overgebleven vragen werd een random vragenlijst gemaakt bestaande uit drie subvragenlijsten met resp. 22 vragen over procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag, 32 over produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag en 27 over non-differentiatiegedrag.¹⁰ Om tot een kleinere vragenlijst met betrouwbare subvragenlijsten te komen werd deze vragenlijst voorgelegd aan een groep wiskundedocenten. Om niet alle docenten individueel te hoeven benaderen en toch een enigszins representatieve groep te krijgen, werden de voorzitters van de wiskundesecties van zeven scholen voor voortgezet onderwijs in Zwolle en Raalte benaderd. Medewerking op voldoende grote schaal kon slechts verkregen worden indien de vragenlijst werd afgenomen op alle aanwezige docenten tijdens de eerste 20 minuten van een sectievergadering. De groep van zeven meewerkende scholen bestond uit vijf MAVO-HAVO-VWO-scholen (samen 27 docenten), een HAVO-VWO-school (7 docenten) en een categoriaal gymnasium (2 docenten). Van de 34

10 De vragen van de drie subvragenlijsten waren door elkaar in de grote vragenlijst opgenomen, zodat de respondenten het onderscheid tussen de subvragenlijsten niet konden zien aan de posities van de vragen.

docenten gaven er 17 les met de methode Getal-en-Ruimte en 17 met de methode Moderne-Wiskunde.

De afnames vonden plaats in de maanden mei en juni 1992. Vrijwel alle docenten gaven in de afnameperiode les in een brugklas, enkelen hadden er tot voor enkele jaren in lesgegeven. Slechts één docent gaf aan, geen ervaring te hebben met brugklassen, maar wel met andere onderbouwklassen. Voorafgaand aan de afname werd de docenten een korte toelichting gegeven op de bedoelingen van het onderzoek. Verder werd hun gevraagd de vragen te beantwoorden voor hun lessen in één bepaalde brugklas in het lopende schoolseizoen. De docenten die op dat moment niet in een brugklas lesgeven, werd gevraagd bij het invullen zich het lesgeven in een brugklas zo goed mogelijk voor te stellen. Ook werd er bij de docenten op aangedrongen elke vraag te beantwoorden, desnoods met het best passende alternatief. Na afloop van de afname werd, indien daarvoor nog gelegenheid was, een kort nagesprek gevoerd.

Tabel 4.3

Aantal vragen en alfa-coëfficiënten per subvragenlijst bij aanvang en einde van de itemanalyse op 80 van de 81 vragen over interne-differentiatiegedrag.¹¹

	Bij aanvang		Bij einde		Iteraties
	Aantal vragen	Alfa-coëfficiënt	Aantal vragen	Alfa-coëfficiënt	
Procesgeoriënteerde vragen	21	.76	15	.81	1
Produktgeoriënteerde vragen	32	.83	15	.88	3
Non-differentiatievragen	27	.70	15	.82	3

De nagesprekken leverden als belangrijkste resultaat gegevens op omtrent de wijze waarop sommige docenten de vragenlijst emotioneel beleefden. Een aantal malen werd de onderzoekers na afloop verweten, dat zij met de vragenlijst de docenten voorhielden hoe die zouden moeten differentiëren in de klas. Aversie was er met name omdat het in de vragenlijst nagevraagde gedrag nooit allemaal door één docent gerealiseerd zou kunnen worden ('dat kun je toch nooit allemaal doen?'). Hieruit werd door ons de conclusie getrokken, dat in het toetsingsonderzoek een instructie vooraf opgenomen zou moeten worden, waarin nog duidelijker uiteengezet werd, dat het ons niet ging om de vraag of de docent

11 Bij de procesgeoriënteerde vragen werd er een buiten de analyse gehouden, omdat deze qua formulering vrijwel overeen bleek te komen met een andere vraag, maar een iets kleinere item-restcorrelatie had.

goed of slecht differentieerde, maar alleen om de vraag *hoe* de docent differentieerde. Behalve deze aanwijzing voor het verdere onderzoek leverde de nagesprekken met betrekking tot twee vragen nog een kleine herformulering op.¹²

Op de antwoorden werd per subvragenlijst een itemanalyse uitgevoerd met behulp van het programma Multistat 3.2¹³, teneinde drie kleinere subvragenlijsten te krijgen met voldoende betrouwbaarheid om te kunnen gebruiken in het verdere onderzoek. In tabel 4.3 zijn de resultaten van deze analyse opgenomen. De alfa-coëfficiënten waren op alle drie subschalen reeds bij aanvang hoog. Om uiteindelijk drie subvragenlijsten te krijgen met evenveel items, werden ook in geval van de produktgeoriënteerde vragen enkele iteraties gepleegd, hoewel de aanvangsalfa al groter dan 0.8 was.

Per subvragenlijst bleven er 15 vragen over, waarmee nieuwe, verkorte subvragenlijsten gevormd werden. De vragen van deze nieuwe subvragenlijsten werden weer random door elkaar gezet en opnieuw geordend tot één vragenlijst van 45 vragen, welke de code ID-LR kreeg (vragenlijst Interne-Differentiatiegedrag voor LeRaren). De nieuwe subvragenlijsten kregen de codes ID-LR/pc (voor ProCesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag), ID-LR/pd (voor ProDuktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag) en ID-LR/nd (voor Non-Differentiatiegedrag).¹⁴ In tabel 4.4 is een overzicht gemaakt van de relaties tussen de vragen van de ID-LR enerzijds en de docentgedragscategorieën uit onze inventarisatie¹⁵ anderzijds. Uit de tabel valt op te maken dat de drie subvragenlijsten qua overdekking van het onderwijsleerproces redelijk met elkaar overeen komen. In elke klasse van docentgedragscategorieën hebben de drie sublijsten vergelijkbare aantallen vragen. Bovendien bestrijken de vragen in redelijke mate alle vier klassen. We hebben daarom geen redenen om aan te nemen dat de drie subvragenlijsten onderling onvergelijkbare resultaten zouden opleveren. In de tabellen 4.6, 4.7 en 4.8 is een overzicht gegeven van de vragen van de subvragenlijsten, zodat men zich een beeld kan vormen omtrent het docentgedrag dat door de ID-LR in kaart wordt gebracht.

Behalve de vragenlijst ID-LR voor leraren was daarmee tevens de vragenlijst ID-LL voor leerlingen gegeven. Men verkrijgt de vragen van de ID-LL eenvoudig door in de vragen van de ID-LR 'ik' te veranderen in 'deze leraar/lerares' en de persoonsvorm aan te passen. Met deze ID-LL-vragenlijst kan men elke leerling het interne-differentiatiegedrag van diens docent laten scoren. Scores van dat gedrag

12 Beide vragen zijn in tabel 4.7 voorzien van een asterisk.

13 Ontwikkeld door de afdeling Methodenleer en Statistiek van de faculteit PAOW van de Universiteit van Amsterdam (1989).

14 Bij de leerlingenversie vervangen we LR door LL (LeerLingen).

15 Zie tabel 4.1 en 4.2.

voor hele lesgroepen ontstaan door per lesgroep de gemiddelde score van alle leerlingen op de ID-LL te nemen. In dat geval spreken we van ID-LG-scores.¹⁶

Tabel 4.4

Vragen van de ID-LR in relatie tot docentgedragsklassen en docentgedragscategorieën (zie tabel 4.1 en 4.2). In de kolommen zijn vermeld de nummers van de vragen.

Docentgedrag		Subvragenlijsten		
Klasse	Categorie	ID-LR/pc	ID-LR/pd	ID-LR/nd
1. Gericht op totale onderwijsleerproces	1a		16, 44	1
	1b	20	39	14, 27
	1c	11		
	1e			
	1f	19		
	1g			
	Totaal	3	3	3
2. Gericht op de leeractiviteiten van de leerlingen	2a	21	37	5, 22
	2b	17, 24	6, 42	29, 30
	2c		13, 32	
	2d	26, 38, 40	2	
	2e	7		
	2g			
	Totaal	7	6	4
3. Gericht op de onderwijsleerinteracties	3a	25	15, 35	18, 45
	3b		8	36
	3c			
	3d	33		43
	3e	3		
	3f	28	10, 23	12, 34
	Totaal	4	5	6
4. Gericht op de leerprocesevaluatie	4a			9
	4b	31	4	41
	4d			
	4e			
	4g			
	Totaal	1	1	2

¹⁶ Zie ook par. 3.2.5 en tabel 3.1.

Tabel 4.5
In het onderzoek gebruikte subvragenlijstscores en hun schaalbreedten.

Subvragenlijstscores		Schaalbreedte
Enkelvoudige scores	ID-LR/pc	15 - 75
	ID-LR/pd	15 - 75
	ID-LR/nd ^{min}	15 - 75
	ID-LL/pc	15 - 75
	ID-LL/pd	15 - 75
	ID-LL/nd ^{min}	15 - 75
	ID-LG/pc	15 - 75
	ID-LG/pd	15 - 75
	ID-LG/nd ^{min}	15 - 75
Samengestelde scores	ID/pc	30 - 150
	ID/pd	30 - 150
	ID/nd ^{min}	30 - 150

Door nu de antwoordalternatieven 'altijd, vaak, regelmatig, soms, nooit' te nummeren van 5 t/m 1 en de antwoorden op de 15 vragen van een subvragenlijst te sommeren krijgen we per subvragenlijst somscores op een schaal van 15 tot 75. Hierbij staat 15 voor weinig en 75 voor veel interne-differentiatiegedrag. Een probleem doet zich voor bij het aan interne-differentiatiegedrag tegengestelde karakter van non-differentiatiegedrag. Om de scores van de drie subvragenlijsten gemakkelijk met elkaar te kunnen vergelijken zullen we de antwoordalternatieven bij de non-differentiatievragen nummeren van 5 = nooit t/m 1 = altijd. De zo ontstane somscores staan dan voor het tegengestelde van non-differentiatiegedrag, of wel voor interne-differentiatiegedrag in algemene zin. We zullen in dat geval spreken over ID-LR/nd^{min}-scores. Ook deze lopen nu van 15 voor weinig tot 75 voor veel interne-differentiatiegedrag. Bij alle cijfermatige analyses maken we voortaan gebruik van ID-LR/nd^{min}-scores en ID-LG/nd^{min}-scores. Bij de interpretatie zal dan de vertaling naar non-differentiatiegedrag worden gemaakt. In tabel 4.5 is een overzicht gegeven van het ontwikkelde meetinstrument in termen van scores die ermee verkregen worden.¹⁷

17 In de werkelijke vragenlijsten waren bij alle vragen de antwoordalternatieven identiek genummerd van 1 = altijd tot 5 = nooit. Ter wille van een heldere weergave van de resultaten zijn echter bovenstaande omrekeningen gemaakt.

Tabel 4.6

Vragen over procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag in de ID-LR/pc. Het nummer in de linker kolom geeft het volgnummer van de vraag aan in de ID-LR.

Nummer	Vraag in de formulering voor docenten
3	Ik bespreek de verschillen tussen de oplossingen van leerlingen met de hele klas.
7	Ik laat de leerlingen zelf bepalen of zij andere voorwerpen dan de geodriehoek gebruiken om de wiskunde te begrijpen.
11	Ik laat goede leerlingen samenwerken met zwakke leerlingen.
17	Ik laat de leerlingen elkaar veel uitleggen.
19	Bij mij moeten de goede leerlingen de zwakke leerlingen helpen.
20	Ik laat de leerlingen zelf bepalen of zij zelfstandig willen werken.
21	Ik laat de leerlingen zelf bepalen of zij extra opdrachten uit het boek maken.
	Ik laat alle leerlingen veel vragen stellen.
24	Ik doe voor de leerlingen zo weinig mogelijk sommen voor en laat ze zelf oplossingen bedenken.
25	Bij mij moeten de leerlingen hun oplossingen met elkaar vergelijken.
26	Ik controleer de oplossingen in de schriften van de leerlingen alleen als zij daar zelf om vragen.
28	Ik laat de leerlingen zelf bepalen of zij gebruik maken van de toetsopgaven of testsommen uit het boek.
31	Ik geef een leerling alleen het goede antwoord, als andere aanwijzingen niet helpen.
33	Ik laat de leerlingen opgaven maken, die op meer dan één manier opgelost kunnen worden.
38	Bij mij mag de ene leerling een som heel anders oplossen dan de andere leerling.
40	

4.5 De validiteit van de vragenlijst ID

Gezien het handelingstheoretische uitgangspunt van ons onderzoek, op grond waarvan de vragenlijst ID-LR een maat is voor het cognitieve, zelfwaarnemende aspect van het interne-differentiatiegedrag van docenten, kan de validiteitsvraag in twee richtingen worden uitgewerkt: in de richting van het cognitieve aspect en in de richting van het overte gedrag. Voor het gemak spreken we van *cognitieve validiteit* en van *overte-gedragsvaliditeit*.

4.5.1 De cognitieve validiteit van de ID-LR

In paragraaf 2.4.2 hebben we de drie door ons onderscheiden vormen van interne-differentiatiegedrag beschreven als gedragsconcepten die onderling onafhankelijk zijn in logisch-theoretische zin. De vraag is echter of het hierbij ook om empirische onafhankelijkheid gaat. Om een indicatie te krijgen omtrent de empirische validiteit

van deze logisch-theoretische onafhankelijkheid kunnen we gebruik maken van de correlaties tussen de subvragenlijsten voor de docenten. Omdat het daarbij gaat om het cognitieve aspect van het gedrag, kunnen we ook spreken over cognitieve validiteit. Voor de cognitieve validiteit van de vragenlijst ID-LR betekent dit, dat de onderlinge correlaties tussen de ID-LR/pc-, ID-LR/pd- en ID-LR/nd^{min}-scores niet van 0 mogen afwijken. Zo niet dan hebben we te doen met verwante gedragswijzen en kan de begripsdefiniëring herzien, dat wil zeggen vereenvoudigd worden.

Tabel 4.7

Vragen over produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag in de ID-LR/pd. Het nummer in de linker kolom geeft het volgnummer van de vraag aan in de ID-LR. De vragen voorzien van een asterisk zijn na het betrouwbaarheidsonderzoek enigszins geherformuleerd.¹⁸

Nummer	Vraag in de formulering voor docenten
2	Bij mij mogen alleen de goede leerlingen in hun eigen tempo de stof van een hoofdstuk doorwerken.
4	Ik gebruik de toetsopgaven of testsommen uit het boek speciaal voor zwakke leerlingen.
6	Ik laat de zwakke leerlingen meer vragen stellen dan de goede leerlingen.
8	Ik stel aan de zwakke leerlingen meer vragen dan aan de goede leerlingen.
10	Ik controleer vooral het huiswerk van de zwakke leerlingen.
13	Ik laat vooral zwakke leerlingen herhalingsopgaven maken.
15	Ik doe voor zwakke leerlingen meer sommen voor en laat goede leerlingen zelf oplossingen bedenken.
16*	Ik laat vooral zwakke leerlingen iets uit het hoofd leren.
23	Ik geef bij het oplossen van sommen aan zwakke leerlingen meer hulp dan aan goede leerlingen.
32	Als zwakke leerlingen herhalingsopgaven maken, laat ik goede leerlingen extra opgaven maken.
35	Ik leg aan zwakke leerlingen meer uit dan aan goede leerlingen.
37	Ik laat goede leerlingen meer opdrachten uit het boek maken dan zwakke leerlingen.
39	Ik laat goede leerlingen zelfstandig werken, terwijl ik zwakke leerlingen les geef.
42	Ik gebruik speciaal voor zwakke leerlingen tekeningen om iets uit te leggen.
44*	Ik streef ernaar dat goede leerlingen meer van wiskunde weten dan zwakke leerlingen.

18 Vraag 16: 'vooral' in plaats van 'speciaal'. Vraag 44: 'streef ernaar' in plaats van 'wil'.

Tabel 4.8

Vragen over non-differentiatiegedrag in de ID-LR/nd. Het nummer in de linker kolom geeft het volgnummer van de vraag aan in de ID-LR.

Nummer	Vraag in de formulering voor docenten
1	Ik laat alle leerlingen dezelfde leerstof uit het hoofd leren.
5	Ik laat alle leerlingen dezelfde opdrachten uit het boek maken.
9	Ik geef alle leerlingen evenveel schriftelijke toetsen.
12	Ik geef bij het oplossen van sommen aan alle leerlingen evenveel hulp.
14	Ik laat alle leerlingen evenveel zelfstandig werken.
18	Ik leg aan zwakke en goede leerlingen evenveel uit.
22	Ik laat alle leerlingen dezelfde leerstof doorwerken.
27	Bij mij moeten alle leerlingen in de les op dezelfde manier werken.
29	Ik laat alle leerlingen in hetzelfde tempo de stof van een hoofdstuk doorwerken.
30	Bij mij moeten alle leerlingen een som op dezelfde manier oplossen.
34	Ik controleer het huiswerk van alle leerlingen.
36	Ik stel aan alle leerlingen evenveel inzichtvragen.
41	Bij mij moeten alle leerlingen de proefwerkopgaven op dezelfde manier oplossen.
43	Ik laat alle leerlingen direct weten of zij iets goed of fout hebben gedaan.
45	Ik doe voor alle leerlingen een deel van de sommen voor en laat ze bij de andere sommen zelf oplossingen bedenken.

In tabel 4.9 zijn de correlatie opgenomen uit het constructieonderzoek.¹⁹ We moeten bedenken dat de 45 vragen van de ID-LR daarbij ingebed waren in de grotere lijst van 81 vragen. We zullen de 45-vragenlijst in *die* vorm daarom aanduiden met ID^o-LR. We zien dat de correlaties voldoen aan de gestelde criteria met uitzondering van de correlatie tussen de ID^o-LR/pd en de ID^o-LR/nd^{min}. Deze is positief en verschilt significant van 0 op 0.10-niveau.²⁰ Dit betekent dat produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag en non-differentiatiegedrag grotendeels elkaars tegengestelde zijn. Dit geldt niet voor procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag en non-differentiatiegedrag, die op grond van deze gegevens opgevat kunnen worden als onafhankelijke gedragswijzen.

Een verklaring voor deze bevindingen kan gevonden worden in de formulering van de vragen over non-differentiatiegedrag. Deze luidt: 'alle leerlingen dezelfde behandeling geven'. Daarbij is de tegenstelling met 'zwakke leerlingen anders behandelen dan goede leerlingen' (ID-LR/pd) groter dan met 'elke leerling naar het verloop van diens leerproces behandelen' (ID-LR/pc). We concluderen dat de correlaties een sterke indicatie geven voor de cognitieve validiteit van de ID-LR/pc

19 Zie de vorige paragraaf.

20 De tweezijdige overschrijdingskans is zelf kleiner dan 0.001.

als zijnde onafhankelijk ten opzichte van de ID-LR/pd en de ID-LR/nd, maar de onderlinge onafhankelijkheid van de ID-LR/pd en ID-LR/nd niet bevestigen.²¹

4.5.2 De overte-gedragsvaliditeit van de ID-LR

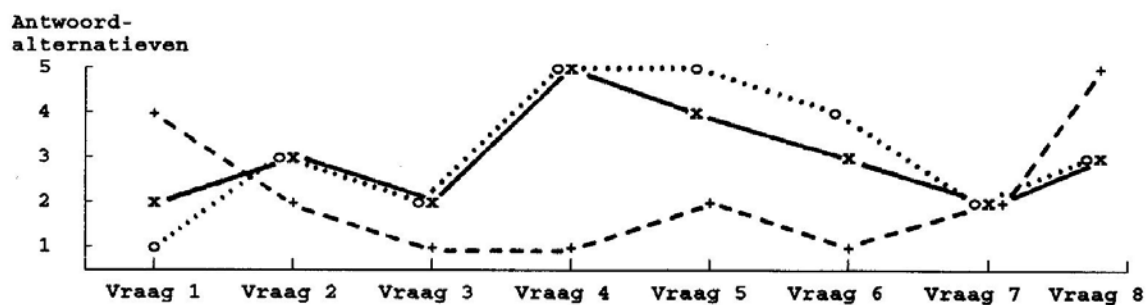
Om een indicatie te krijgen van de overte-gedragsvaliditeit van de vragenlijst ID-LR werd in maart 1993 een klein valideringsonderzoek opgezet. Twee wiskundedocenten waarvan van te voren met een grote mate van waarschijnlijkheid vaststond dat zij procesgeoriënteerd, resp. produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag vertoonden, beantwoordden de vragenlijst ID-LR. Enkele van hun lessen in brugklaslesgroepen werden geobserveerd en de leerlingen uit een van hun brugklaslesgroepen vulden de ID-LL in. Door vergelijking van de scores van de docenten, de observaties en de scores van de leerlingen werden indicaties voor de overte-gedragsvaliditeit van de ID-LR verkregen.

Om er vrij zeker van te zijn dat de beide docenten op de beoogde manier lesgeven, werd geworven in de auteursteams van de methoden Getal-en-Ruimte (docent-GR) en Moderne-Wiskunde (docent-MW). Binnen beide teams werd een auteur-docent bereid gevonden aan het onderzoek deel te nemen. De docent vulde de vragenlijst ID-LR in tegelijk met zijn brugklaslesgroep, die de ID-LL invulde. Dat nam ongeveer een halve les in beslag. De andere helft van de les werd gebruikt voor observatie door de onderzoeker. Daarnaast werd bij beide docenten in een tweede brugklaslesgroep geobserveerd. Deze observaties hadden een open karakter en de onderzoeker kon tijdens de niet-klassikale gedeelten van de les door de klas lopen om aan de leerlingen aanvullende informatie te vragen over lange-termijnzaken die niet door observatie van een of enkele lessen waren waar te nemen. Van zijn bevindingen werd een kort protocol gemaakt, opgenomen in de bijlage 4.1.

Tabel 4.9
Correlatiecoëfficiënten van de subvragenlijsten voor docenten. De asterisk (*) geeft tweezijdige significantie op 0.10-niveau aan.

Subvragenlijsten	ID ^o -LR/pc	ID ^o -LR/pd	ID ^o -LR/nd ^{min}
ID ^o -LR/pc	1.00		
ID ^o -LR/pd	0.18	1.00	
ID ^o -LR/nd ^{min}	0.28	0.71 (*)	1.00

21 Een zelfde uitspraak kan nu gedaan worden voor de betreffende vormen van interne-differentiatiegedrag.



Afbeelding 4.1 Hoog (o en x) en laag (o en +) correlerende scoreprofielen van leerlingen op een willekeurige vragenlijst van acht vragen.

De *eerste indicatie* voor overte-gedragvaliditeit werd verkregen met behulp van de observaties. Uit de protocollen blijkt dat er een grote verwantschap bestaat tussen de wijze waarop docent-GR les gaf en de produktgeoriënteerde interne differentiatiemethodiek, zoals we die beschreven in paragraaf 2.3.3.a. Ook zijn in het protocol van de lessen van docent-MW de kenmerken te herkennen van de procesgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek, zoals we die omschreven in paragraaf 2.3.3.b. We concluderen hieruit dat de verwachting die we voorafgaand aan het validiteitsonderzoek hadden omtrent de aard van het interne-differentiatiegedrag van de beide docenten door de resultaten van de observaties in de klassen bevestigd worden.

De *tweede indicatie* voor overte-gedragvaliditeit werd verkregen uit de scores van de leerlingen op de ID-LL. De eerste vraag die daarbij beantwoord moest worden, was of de leerlingen wel als betrouwbare gedragsbeoordelaars van de docent beschouwd konden worden. Daarvoor hebben we gebruik gemaakt van de scoreprofielen van de leerlingen op de vragen van de subvragenlijsten. In afbeelding 4.1 hebben we drie hypothetische scoreprofielen afgebeeld voor een gefingeerde vragenlijst met 8 items. Vatten we de leerlingen op als variabelen en de vragen als cases, dan kunnen we voor elk tweetal profielen een correlatiecoëfficiënt berekenen. Als alle leerlingen het gedrag van de docent op min of meer dezelfde wijze beoordelen, dan correleren al deze scoreprofielen hoog met elkaar. Verschillen de leerlingen sterk in hun beoordeling van het docentgedrag, dan zijn de correlaties tussen de profielen laag.

Om nu de mate waarin de leerlingen in een lesgroep het gedrag van de docent op dezelfde wijze beoordelen, te kunnen vaststellen werd op de antwoorden van de leerlingen per lesgroep een Cronbachs alfa berekend met de leerlingen als variabelen en de vragen als cases. Deze alfa-coëfficiënten, die opgevat kunnen worden als de interbeoordelaarsbetrouwbaarheden van de lesgroepen, zijn opgenomen in tabel 4.10. Ze zijn in beide lesgroepen voor alle drie subvragen-

lijsten hoog. Dit wijst erop dat de leerlingen het interne-differentiatiegedrag van hun docent in hoge mate gelijk waarnemen, hetgeen een voorwaarde is om de leerlingenscores in de vorm van lesgroepgemiddelden (ID-LG) te kunnen gebruiken als betrouwbare bron van informatie over het gedrag van de docent.

Tabel 4.10

Interbeoordelaarsbetrouwbaarheden van de brugklaslesgroepen in het validiteitsonderzoek.

	Lesgroep docent-MW	Lesgroep docent-GR
ID-LL/pc	.91	.90
ID-LL/pd	.76	.91
ID-LL/nd ^{min}	.98	.91

In bijlage 4.1 zijn nu verder de gemiddelde scores van de leerlingen per item van de vragenlijst vergeleken met die van hun docent. De belangrijkste afwijking trad op bij de docent-GR en zijn brugklaslesgroep ten aanzien van de items 6, 23 en 35 (alle drie ID-LL/pd) en de items 12 en 18 (beide ID-LL/nd). Het betrof hierbij vooral de mate van hulp die de docent gaf aan de leerlingen. De docent antwoordde aan zwakke leerlingen meer hulp te bieden dan aan goede leerlingen, hetgeen in overeenstemming was met de observaties, terwijl de leerlingen antwoordden dat de docent aan alle leerlingen even veel hulp gaf. De meest waarschijnlijke verklaring voor de afwijking is, dat de docent deze vragen beantwoordde in overeenstemming met wat er *werkelijk gebeurde* in de klas, terwijl de leerlingen antwoord gaven op grond van de *mogelijkheden* die zij hadden om hulp bij de docent te vragen, dat wil zeggen zij hadden daartoe allen dezelfde gelegenheid.²² Bij de docent-MW werden ten aanzien van deze vragen niet dergelijke grote verschillen gevonden, waarschijnlijk omdat diens antwoorden op deze vragen een minder uitgesproken tendentie vertoonden. De afwijkingen bij sommige andere vragen hebben wellicht een meer toevallig karakter gehad.

We kunnen hieruit de voorzichtige conclusie trekken dat, vooral als het gaat om de ID-LL/pd en ID-LL/nd leerlingen in het algemeen wat minder produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag en wat meer non-differentiatiegedrag waarnemen, dan de docent zal aangeven. Deze verschillen kunnen dan niet automatisch geïnterpreteerd worden in termen van een gebrekkige overtegedragsvaliditeit van de vragenlijsten.

22 In het toetsingsonderzoek werd bij deze vragen enkele keren door leerlingen aan de onderzoeker gevraagd welke van beide interpretaties bedoeld was. Dan werd standaard als antwoord gegeven dat de leerling dat zelf mocht bepalen.

Tabel 4.11

Gemiddelde scores en standaarddeviaties op de subvragenlijsten van de ID°-LR bij het constructieonderzoek (grijze tabel), scores op de ID-LR en gemiddelde scores en standaarddeviaties op de ID-LL (ID-LG-scores) bij het valideringsonderzoek (witte tabel) uitgesplitst naar wiskundemethode (MW = Moderne-Wiskunde, GR = Getal-en-Ruimte).

Subvragenlijsten	Methode	Constructieonderzoek			Valideringsonderzoek			
		ID°-LR			ID-LR	ID-LL (ID-LG)		
		Gem. docenten	Std. docenten	Aantal docenten	Score docenten	Gem. les-groep	Std. les-groep	Aantal leerlingen
/pc	MW	44.6	8.41	13	51	44.0	6.69	24
	GR	37.1	7.70	14	42	36.7	8.08	16
/pd	MW	39.7	5.61	14	34	23.3	6.73	23
	GR	40.1	13.02	14	46	30.2	8.45	16
/nd ^{min}	MW	47.1	5.68	11	40	33.0	4.82	24
	GR	47.2	10.91	13	51	35.5	7.73	14

In tabel 4.11 tenslotte zijn in de rechter (witte) hoofdkolom voor beide docenten bijeengebracht de scores op de drie subvragenlijsten en de gemiddelden en standaarddeviaties van de overeenkomstige scores van hun leerlingen. Daarnaast zijn ter vergelijking in de linker (grijze) hoofdkolom van de tabel de overeenkomstige gemiddelden en standaarddeviaties vermeld voor de beide docentengroepen in het constructieonderzoek.²³

Uit de gegevens blijkt dat de docent-MW meer procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag vertoont dan de docent-GR (51 tegen 42 op de ID-LR/pc). Tevens vertoont de docent-GR meer produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag dan de docent-MW (46 tegen 34 op de ID-LR/pd). Beide resultaten zijn overeenkomstig de verwachting die we aan het begin van het onderzoek van beide docenten hadden. Ook zien we dat de docent-GR een hogere, de docent-MW een lagere ID-LR/nd^{min}-score heeft (51 tegen 40), hetgeen overeenstemt met de hoge correlatie tussen ID-LR/pd- en ID-LR/nd^{min}-scores in tabel 4.9. Het wil zeggen dat de docent-GR minder, de docent-MW meer non-differentiatiegedrag vertoont.

Inspectie van de gemiddelden van de beide lesgroepen laat zien dat deze weliswaar afwijken van de scores van hun docenten, maar dat de onderlinge verschillen van deze gemiddelden in dezelfde richting wijzen als de onderlinge verschillen tussen de scores van beide docenten. Dit betekent dat ook de lesgroepen

23 Zie de vorige paragraaf.

aangeven dat de docent-GR meer produktgeoriënteerd en minder procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag vertoont dan de docent-MW. Ook zien we dat beide lesgroepen minder interne-differentiatiegedrag aangeven dan de docenten zelf, hetgeen in overeenstemming is met wat we hierover in voorgaande paragrafen reeds opmerkten.

4.5.3 *Conclusies*

De conclusie uit de twee voorgaande subparagrafen is dat de vragenlijst van de ID-LR inderdaad interne-differentiatiegedrag meet en dat de afzonderlijke subvragenlijsten een maat zijn voor resp. procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag, produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag en non-differentiatiegedrag, waarbij de twee laatste vormen van interne-differentiatiegedrag een sterke samenhang blijken te vertonen. We tekenen aan dat de relatie tussen de scores van de ID-LR en de scores van de ID-LG (de gemiddelde scores van de ID-LL) in een nieuw licht is komen te staan. In paragraaf 3.3 formuleerden we de hypothese dat de leerlingen minder interne-differentiatiegedrag zullen waarnemen dan de docenten aangeven, omdat de leerlingen niet alle manifestaties van dat gedrag kunnen waarnemen. In de vorige subparagraaf is daaraan nog een andere oorzaak toegevoegd: docenten antwoorden soms overeenkomstig de actuele verdeling van hun hulp over verschillende groepen leerlingen (wat kan leiden tot hogere scores voor interne-differentiatiegedrag), terwijl leerlingen antwoorden overeenkomstig de kansen die verschillende groepen leerlingen hebben om geholpen te worden (wat kan leiden tot lagere scores voor interne-differentiatiegedrag). Desondanks geven de scores op de ID-LG dezelfde tendensen in het gedrag van de docenten te zien als de scores op de ID-LR. Daarmee is de ID-LR een geschikt meetinstrument om te gebruiken in verder onderzoek en kan ook de ID-LL als bron van informatie over het interne-differentiatiegedrag van de docenten in het verdere onderzoek betrokken worden.

5 DIFFERENTIATIEMETHODIEKEN VAN WISKUNDEMETHODEN

5.1 Inleiding

In paragraaf 3.3.1 bespraken we, dat de onafhankelijke variabele 'interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden' in het onderzoek geoperationaliseerd zou kunnen worden met behulp van de methoden Moderne-Wiskunde en Getal-en-Ruimte. Deze zouden dan instanties moeten zijn van de procesgeoriënteerde resp. produktgeoriënteerde methodiek. We presenteerden tevens een uit vier fasen bestaande analysestrategie voor schoolmethoden teneinde daarover uitspraken te kunnen doen. Ook merkten we op dat we voor de analyse van wiskundemethoden de eerste twee fasen van deze strategie al in paragraaf 2.2 en 2.3 hebben uitgevoerd. In dit hoofdstuk rest ons dus de fasen 3 en 4 uit te voeren, te weten:

- Fase 3 Uit de documentatie bij de wiskundemethoden wordt de gebruikte differentiatiemethodiek beschreven, alsmede de verschillen tussen leerlingen waarvan de auteurs zeggen dat zij er bij hun differentiatiemethodiek rekening mee houden. Deze gegevens worden vergeleken met die uit fase 2.
- Fase 4 De bevindingen uit fase 3 worden gecontroleerd door een analyse van een representatief gedeelte van de leerstof uit de betreffende methoden. Voor deze fase zullen nadere deel-analysestrategieën moeten worden ontwikkeld.

We zullen de analyse en haar resultaten tamelijk uitvoerig bespreken om het risico te vermijden met "onzuivere" instanties van beide interne-differentiatiemethodieken te doen te hebben. Bovendien kunnen we bij de analyse slechts in beperkte mate terugvallen op andere reeds eerder beproefde analysemethoden. Alvorens hiermee te beginnen zullen we motiveren waarom de keuze op Moderne-Wiskunde en Getal-en-Ruimte is gevallen en niet op andere wiskundemethoden.

5.2 De keuze der wiskundemethoden

In de vorige hoofdstukken zijn we al enige keren vooruitgelopen op de keuze van twee wiskundemethoden waarvan we vermoedden, dat de ene meer procesgeoriënteerd en de andere meer produktgeoriënteerd zou zijn met betrekking tot de interne-differentiatiemethodiek. In die keuze hebben we ons door de

volgende overwegingen laten leiden. Het zou moeten gaan om twee wiskundemethoden die:

- 1) een groot marktaandeel hadden,
- 2) op het eerste gezicht qua differentiatiemethodiek onderling sterk verschilden,
- 3) goed gedocumenteerd waren, zodat de didactische opvattingen van de auteurs onderzocht konden worden.

Twee methoden die aan deze drie criteria voldeden, waren Getal-en-Ruimte¹ en Moderne-Wiskunde 5e editie². Volgens opgave van de betrokken uitgevers Educa-boek te Culemborg en Wolters-Noordhoff te Groningen bestreken deze methoden aan het eind van de jaren tachtig in de onderbouw van het MAVO, HAVO en VWO ca. 40% resp. ca. 33% van de markt. Daarmee waren deze methoden de twee meest gebruikte in het Nederlandse wiskundeonderwijs op dat moment.³ In de tabellen 5.1 en 5.2 is meer informatie over beide methoden verzameld, waaronder de documentatie waarvan we verderop gebruik gemaakt hebben.⁴

5.3 Analyse van auteursmateriaal (Fase 3)⁵

Daar ons onderzoek zich beperkt tot het wiskundeonderwijs in de brugklas, beperken we ons bij de verdere analyse ook zoveel mogelijk tot de brugklasdelen van Getal-en-Ruimte en Moderne-Wiskunde. In deze paragraaf gaan we na: 1) welke leerlingkenmerken we in het begeleidende materiaal of in andere publikaties van of over de auteurs aantreffen als zijnde de belangrijkste waarmee zij zeggen rekening te houden, en 2) welke opvattingen zij nastreven met betrekking tot differentiatie. Ten slotte gaan we na, of er tussen beide soorten gegevens overeenkomstige verbanden zijn te constateren als die welke we in hoofdstuk 2 constateerden tussen leerlingenverschillen en differentiatiemethodieken.

1 Dijkhuis e.a., 1983 e.v.

2 Abels e.a., 1987 e.v.

3 De mogelijkheid bestaat dat deze verhoudingen na invoering van de basisvorming met ingang van het schooljaar 1993-1994 gewijzigd zijn. Ook inhoudelijk zijn de nieuwe uitgaven van beide methoden bij die gelegenheid veranderd.

4 Voor gegevens over differentiatie in andere toenmaals gangbare wiskundemethoden verwijzen we naar het 'Bronnenboek Wiskunde' (1985, p. 16 e.v.).

5 De inhoud van deze paragraaf werd voor een groot deel eerder gepubliceerd in Tijdschrift voor Beta-didactiek (zie: Van 't Riet e.a., 1991b).

5.3.1 *Differentiatie in Getal-en-Ruimte*⁶

Bij de MAVO-HAVO-VWO-editie van Getal-en-Ruimte was in het schooljaar 1989-1990 documentatie voorhanden in de vorm van een documentatieboekje, voorwoorden in de brugklasdelen en docentenhandleidingen. We beperken ons wat de docentenhandleidingen betreft tot die bij de brugklasdelen. In tabel 5.1 is de gebruikte documentatie genummerd. Naar deze documentatie wordt hieronder verwezen tussen rechthoekige haakjes.

5.3.1.a. **Leerlingkenmerken**

In de documentatie van Getal-en-Ruimte treffen we enkele opmerkingen aan over de leerlingkenmerken waarmee de auteurs rekening houden. Zo luidt een van de uitgangspunten, dat leerlingen kennis maken met een aantal aspecten van de wiskunde op een wijze die geschikt is voor hun leeftijd [1, p. 8]. Naast dit algemene leerlingkenmerk 'leeftijd' worden genoemd: rekenvaardigheid en taalvaardigheid [1, p. 22]. De rekenvaardigheid van de leerlingen zou ten opzichte van vroeger zijn afgenomen, om welke reden een flink aantal eenvoudige opgaven in de basisstof van de brugklasdelen is opgenomen. Ook met de taalvaardigheid houden de auteurs rekening door eenvoudige taal te gebruiken en door nieuwe begrippen veelal in te voeren met behulp van 'actietaal' [3, p. 8].

Uit enkele opmerkingen is af te leiden dat de auteurs impliciet ook nog met enkele andere leerlingkenmerken rekening houden. Zo merken zij op dat Getal-en-Ruimte nieuwe theorie altijd expliciet formuleert buiten de opgaven. In de methode zijn veel figuren, uitgewerkte voorbeelden, oplossingsstrategieën en overzichten opgenomen [1, p. 8-9]. Kennelijk hebben zij daarbij bepaalde leerstijlen van leerlingen op het oog, zoals een voorkeur voor imiterend leren in plaats van explorerend leren, behoefte aan visuele informatie en structuur. Het rekening houden met al deze leerlingkenmerken heeft echter een globaal karakter, dat wil zeggen dat de eraan verbonden consequenties voor de leerstof alle leerlingen betreffen. Nergens wordt een duidelijk verband aangegeven tussen deze leerlingkenmerken en de gekozen differentiatiemethodiek van de methode.

Anders is dit met de opmerking, dat in deel 2M voor de tweede klas MAVO de basisstof waar mogelijk beperkt is, maar uitvoeriger wordt behandeld. Dit om de

6 Toen we dit gedeelte van het onderzoek uitvoerden in de loop van 1989-1990 waren in omloop de brugklasdelen B1 en B2. Met ingang van het cursusjaar 1990-1991 zijn deze delen herschreven en opnieuw uitgegeven onder de code 1MHV1 en 1MHV2. De herziening betrof voornamelijk de wiskundige inhoud van de leerstof, in mindere mate de didactische benadering en de interne-differentiatiemethodiek. Zie voor meer details noot 14.

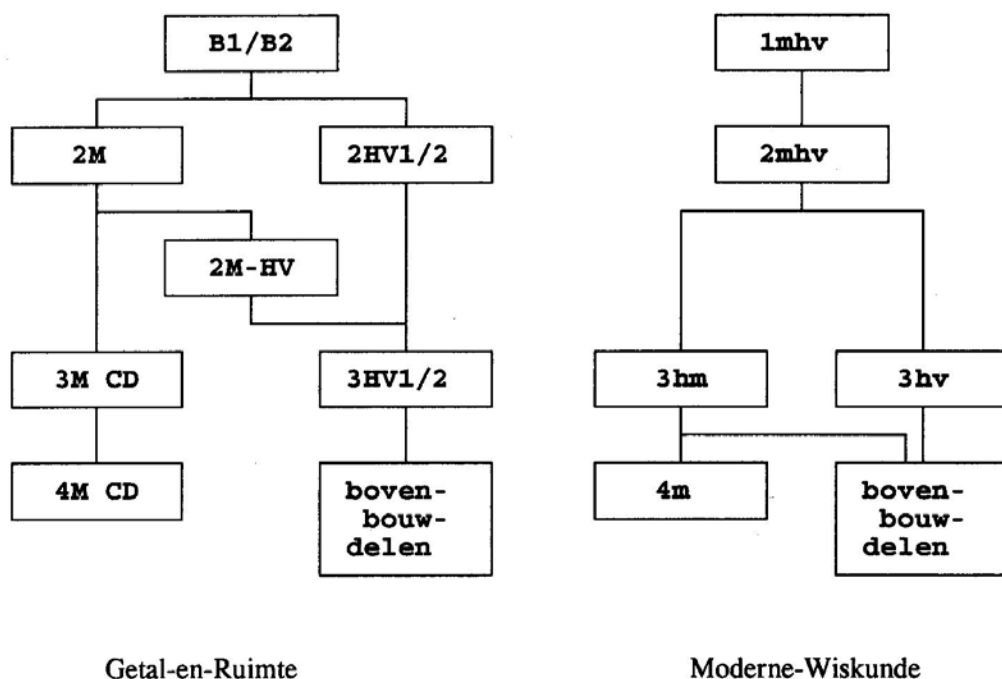
leerlingen voor wie wiskunde in de tweede klas eindonderwijs is, niet vroegtijdig te laten afhaken [1, p. 26]. Men zou hieruit kunnen opmaken, dat de auteurs op deze wijze rekening houden met de specifiek wiskundige persoonskenmerken van met name de zwakke leerlingen. Ditzelfde, maar dan voor de betere leerlingen, kan gezegd worden over de opmerking, dat de eerste paragraaf van de extrastof voor VWO- en HAVO-scholen bij de basisstof getrokken kan worden [2]. Opmerkelijk is dat in de uitvoerige toelichtingen bij het gehanteerde BHE-differentiatie-model nergens aan leerlingkenmerken wordt gerefereerd. Ook zijn er geen aanwijzingen dat de auteurs rekening houden met tijd- en leertaakgebonden verschillen tussen leerlingen.

Samenvattend kunnen we stellen dat we in de documentatie enkele directe verwijzingen naar algemene en specifiek wiskundige persoonskenmerken van leerlingen aantreffen en daarnaast enkele indirecte aanwijzingen vinden, dat de auteurs rekening houden met dergelijke persoonskenmerken. Geen aanwijzingen zijn er in de richting van tijd- en leertaakgebonden verschillen. Daarom kan de benadering van de leerlingen door de auteurs gekarakteriseerd worden als een persoonlijkheidspsychologische benadering.

Tabel 5.1

Algemene gegevens Getal-en-Ruimte, editie: Wiskunde voor het Voortgezet Onderwijs (MAVO/HAVO/VWO). Datering der gegevens: voorjaar 1989.

Titel	Getal-en-Ruimte, Wiskunde voor het Voortgezet Onderwijs
Uitgever	Educaboek, Culemborg
Jaar van uitgave	1977 e.v.
Auteurs	J.H. Dijkhuis, e.a.
Schooltypen	MAVO, HAVO, VWO
Compleetheid	De serie is compleet voor het hele voortgezet onderwijs. Naast de hier besproken MAVO/HAVO/VWO-editie bestaat er ook nog een LBO/MAVO-editie.
Historie	De delen verschillen sterk qua herdruk. Van de brugklasdelen is inmiddels de 10e druk verschenen. Bij de delen 2M en 3M-CD daarentegen wordt nog met de 1e druk gewerkt.
Mate van invoering	De voorgaande drukken worden niet meer geproduceerd. De nieuwste drukken zijn daarom in grote mate ingevoerd. Alleen scholen met een eigen boekenfonds kunnen nog gebruik maken van oudere drukken.
Marktaandeel	Volgens opgave van de uitgever is dit in de onderbouw van het MAVO/HAVO/VWO ca. 40%.
Auteursmateriaal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Getal-en-Ruimte, Documentatie, 9e druk, januari 1989. 2. Voorwoord, In: Getal-en-Ruimte, deel B1, pag. 5. 3. Handleiding Getal-en-Ruimte Wiskunde voor de brugklas B1/B2, 1983.



Afbeelding 5.1 Serieoverzicht van de wiskundemethoden Getal-en-Ruimte en Moderne-Wiskunde voorafgaand aan de invoering van de basisvorming.

5.3.1.b. Differentiatie op macro-niveau

In afbeelding 5.1 is te zien, dat Getal-en-Ruimte al direct na de brugklas (delen B1 en B2)⁷ externe differentiatie toepast. Dan vindt een splitsing plaats in een serie MAVO-delen en een serie HAVO-VWO-delen. Voor scholen met een verlengde brugperiode is als aanvulling op deel 2M een extra deel 2M-HV ingevoerd, dat aansluiting geeft op deel 3HV1. Differentiatie op macro-niveau vindt hier dus al direct na de brugklas plaats, waarbij de scheiding tussen MAVO enerzijds en HAVO-VWO anderzijds na de tweede klas vrijwel definitief is. Aansluitend bij onze bespreking van de differentiatiemethodiek op macro-niveau van gescheiden schooltypen⁸ bevestigen deze gegevens de persoonlijkheidspsychologische benadering die we hierboven bij 5.3.1.a reeds signaleerden.

5.3.1.c. Differentiatie op micro-niveau

Met betrekking tot interne differentiatie hanteert Getal-en-Ruimte consequent het basisstof-herhalingsstof-extrastof-model (BHE-model). In de documentatie worden de gebruiksmogelijkheden van dit differentiatiemodel uitgebreid toegelicht, maar

⁷ Zie vorige noot.

⁸ Paragraaf 2.3.1.

nergens wordt de keuze voor dit model gemotiveerd. Aansluitend bij onze bespreking van differentiatie op micro-niveau⁹ kan geconcludeerd worden, dat Getal-en-Ruimte met dit BHE-model een produktgeoriënteerde methodiek van interne differentiatie volgt.

5.3.1.d. **Samenvatting**

Uit het voorgaande blijkt dat de auteurs van Getal-en-Ruimte een persoonlijkheidspsychologische benadering van leerlingen hebben. Deze benadering wordt op het punt van wiskundig vermogen (in termen van zwakke en betere leerlingen) enkele keren in verband gebracht met de gekozen vorm van differentiatie op macro-niveau. Ook de keuze voor de interne-differentiatiemethodiek van het BHE-model kan gezien worden vanuit een benadering waarin het wiskundige vermogen van de leerlingen de belangrijkste factor voor het verloop van het onderwijsleerproces is. Voor een leerpsychologische benadering van tijd- en leertaakgebonden verschillen tussen leerlingen zijn geen aanwijzingen gevonden. De methodiek van differentiatie in de methode Getal-en-Ruimte kan daarom op grond van het auteursmateriaal gekarakteriseerd worden als een produktgeoriënteerde, persoonlijkheidspsychologische benadering.

5.3.2 *Differentiatie in Moderne-Wiskunde 5e editie*

Bij Moderne-Wiskunde 4e en 5e editie is veel begeleidende documentatie beschikbaar in de vorm van voorlichtingsboekjes, handleidingen, verslagen van besprekingen met gebruikers en dergelijke. Het is dan ook niet moeilijk iets aan de weet te komen over de opvattingen van de auteurs met betrekking tot hun methode in het algemeen en hun differentiatiemethodiek in het bijzonder. Op dit punt is er geen wezenlijk verschil geconstateerd tussen de 4e en 5e editie. Verschillen tussen beide edities betreffen voornamelijk de vormgeving, de hoeveelheid oefenstof, het gebruik van samenvattingen en diagnostische opgaven. In tabel 5.2 zijn enkele algemene gegevens en de door ons gebruikte documentatie vermeld.

5.3.2.a. **Leerlingenmerken**¹⁰

Het aantal opmerkingen over algemene en wiskundige persoonlijkheidskenmerken van leerlingen waarmee de auteurs rekening zeggen te houden, is niet erg groot in de documentatie. Wel valt op dat er een verband gelegd wordt met de differentiatiemethodiek. Aandacht is er met name voor rekenvaardigheid. Daarom

9 Paragraaf 2.3.3.

10 De nummers tussen rechthoekige haakjes verwijzen naar de gebruikte documentatie vermeld in tabel 5.2.

zijn er veel opdrachten opgenomen waar rekenwerk in zit, en bevat het brugklas-deel ook remediërende rekenopdrachten. Er wordt een werkwijze met betrekking tot rekenproblemen uiteengezet [3, p. 41]. Voorts zeggen de auteurs rekening te houden met de zwakke leerlingen: elk hoofdstuk bevat speciaal voor hen een aparte bladzijde opgaven om, als zij dat nodig hebben, een bepaalde techniek langer te kunnen oefenen [1, 3]. Daarmee is dus de mogelijkheid tot interne differentiatie gecreëerd, hoewel niet in de vorm van een strak model zoals bij het BHE-model het geval is.

Tabel 5.2

Algemene gegevens Moderne-Wiskunde MHV 5e editie (wiskundemethode voor het MAVO/HAVO/VWO). Datering der gegevens: voorjaar 1989.

Titel	Moderne-Wiskunde mhv (5e editie)
Uitgever	Wolters-Noordhoff Groningen
Jaar van uitgave	1987 e.v.
Auteurs	M.J. Abels, e.a.
Schooltypen	MAVO, HAVO, VWO
Compleetheid	De serie is compleet voor de onderbouw.
Historie	De 5e editie is een verbetering van de 4e editie, welke een geheel nieuwe opzet vertoonde t.o.v. de 3e editie.
Mate van invoering	De voorgaande edities worden niet meer geproduceerd. De nieuwste editie is daarom in grote mate ingevoerd. Alleen scholen met een eigen boekenfonds kunnen nog gebruik maken van een 3e of 4e editie.
Marktaandeel	Volgens opgave van de uitgever is dit in de onderbouw van het MAVO/HAVO/VWO ca. 33%.
Auteursmateriaal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Catalogus 1989 Voortgezet Onderwijs Wiskunde, Wolters-Noordhoff Groningen. 2. Wegwijzer, In: Moderne-Wiskunde 1mhv (p. 6). 3. Moderne-Wiskunde Overzicht, Totaalmethode voor de onder- en bovenbouw MAVO, HAVO, VWO (voorlichtingsboekje met serieoverzicht). 4. Moderne-Wiskunde vierde editie, Eigentijds in aanpak, vorm en inhoud (prospectus met serieoverzicht). 5. Verslag van de informatieve bijeenkomsten over de brugklasdelen van Moderne-Wiskunde - 4e editie. 6. Auteurs in beeld, Moderne-Wiskunde, In: Euclides 64, 3, 1988, p. 85-93.

Verder wordt gesteld dat veel kinderen niet in staat zijn in drie of vier jaar aan de eindtermen voor de onderbouw te voldoen en na verloop van tijd 'afhaken'. De auteurs doen met Moderne-Wiskunde een poging het punt van afhaken naar achteren te verleggen. Maar in klas 2 moet wel duidelijk worden of de leerling in de volgende leerjaren wiskunde aan kan of niet [6]. Hier is er dus sprake van, dat

de auteurs de invloed van het persoonlijkheidskenmerk algemeen wiskundig vermogen op het verloop van het onderwijs trachten te verkleinen: eerst na twee jaar wiskundeonderwijs lijkt er plaats te zijn voor differentiatie op macro-niveau, gebaseerd op verschillen in persoonlijkheidskenmerken van de leerlingen, zoals ze tot uiting komen in de leerprestaties.

Het is mogelijk uit een aantal opmerkingen over de leerstof iets op te maken over het type leerling dat de auteurs op het oog hebben. Zij stellen dat de leerstof dicht bij de concrete werkelijkheid is gebracht, dat er eenvoudige taal wordt gebruikt, dat kleine en grote, moeilijke en makkelijke problemen, open en gesloten vragen steeds worden afgewisseld, dat er veel visuele ondersteuning plaatsvindt [1, 3, 4]. Kennelijk hebben de auteurs aandacht voor leerlingkenmerken zoals taalvaardigheid, behoefte aan concrete voorstellingen en visualisering. Gezien de aangeduide afwisseling van het soort problemen en vragen dat wordt gebruikt, kan men veronderstellen dat de auteurs de opbouw van hun leerstof niet hebben laten bepalen door de behoefte van leerlingen aan duidelijke structuur. Zij spreken met betrekking tot de brugklas over een 'langgerekt leerproces, waarbij ontdekkend bezig zijn belangrijker is dan regeltjes leren' [3]. Daaruit is af te leiden dat zij van de leerling niet zozeer een imiterende, dan wel een explorerende leerstijl verwachten. Dit wordt bevestigd als de auteurs de vraag onder ogen zien, of Moderne-Wiskunde wel voor alle leerlingen geschikt is: de opzet waarbij leerlingen hun eigen aanpak van problemen leren kiezen, is misschien voor intelligente leerlingen te traag en geeft onzekere leerlingen misschien te weinig structuur [6]. Hier wordt dus uitdrukkelijk geen rekening gehouden met bepaalde verschillen in persoonlijkheidskenmerken van de leerlingen.

Meer aandacht hebben de auteurs voor tijd- en leertaakgebonden verschillen tussen leerlingen, welke betrekking hebben op de leeractiviteiten. Daar deze bepalend zijn voor de gekozen methodiek van interne differentiatie, komen we erop terug onder 5.3.2.c.

5.3.2.b. Differentiatie op macro-niveau

In afbeelding 5.1 is in het serieoverzicht te zien, dat Moderne-Wiskunde pas vanaf het derde leerjaar extern differentieert. Dan vindt een splitsing plaats in een MAVO-HAVO- en een HAVO-VWO-deel. Dit sluit aan bij de hierboven vermelde opmerking, dat Moderne-Wiskunde een poging doet het punt van afhaken van leerlingen naar achter te verplaatsen. Daarbij is ook in de derde klas de scheiding tussen beide stromen niet zeer stringent. Beide delen kunnen gebruikt worden in het HAVO.

5.3.2.c. Differentiatie op micro-niveau

De auteurs hebben zeer uitgesproken opvattingen over de wijze waarop zij interne differentiatie willen toepassen in hun methode. Daarbij wijzen zij het BHV-model uitdrukkelijk van de hand als afkomstig uit 'de wereld der verzorgers'. Deze methodiek wordt gekarakteriseerd met woorden als 'algoritmisering, detaillering, atomisering, infantilisering, voortdurende toetsrij' [5]. Bij differentiatie gaat het er volgens de auteurs om de leerlingen die verschillen naar aard en aanleg, afzonderlijk aan hun trekken te laten komen, elk hun eigen mogelijkheden te laten aftasten. Zij stellen, dat het BHV-model de oplossing daarvoor niet kan bieden, omdat een van te voren bedacht systeem niet kan uitmaken, wat voor deze leerling op dit moment het meest geëigend is [5]. Daarbij denken zij, dat de regelmatig weerkerende toetsen die leerlingen bij het BHV-model moeten ondergaan, worden ervaren als beoordeling en niet als diagnose. Verschillen tussen leerlingen kunnen beter niet al te openlijk beoordeeld worden [5].

Beter is het elke leerling op zijn eigen niveau te laten werken met behulp van een methode die differentiatie naar aanpak toelaat, dan met behulp van een model [5]. Daarom staan de auteurs een methode voor die 'open' is, doordat differentiatie mogelijk is naar tempo, naar taakomvang, naar diepgang, naar soorten leerstof, naar aanpak en methode van oplossen [3, 4, 5]. Kortom een methode waarbij kinderen van verschillende begaafdheid aan dezelfde leerstof werken, maar op een verschillend niveau [6]. De differentiatie moet daarbij vooral in de vraagstukken worden gezocht [1]. Niet elke leerling hoeft altijd tot hetzelfde einde te komen bij een opdracht [5]. Er wordt gestreefd naar een grote afwisseling in de opdrachten: makkelijke en moeilijke, open en gesloten vragen, ja/nee- en hoe/waarom-vragen, doe-opdrachten en redeneervragen [5]. Op deze wijze proberen de auteurs iedere individuele leerling zo ver mogelijk mee te krijgen. Zij geven er echter blijk van oog te hebben voor de grenzen van een dergelijke methode. De probleemgerichtheid van de leerstof die differentiatie-naar-aanpak mogelijk maakt, zal na de brugklas zo lang als dat kan gehandhaafd blijven [5]. De 'openheid' wordt na de brugklas echter wel steeds minder. In de tweede klas werpt het examen zijn schaduw vooruit en is er veel minder dat zich leent voor openheid, aldus de auteurs. Ook bij algoritmische leerstof kom je met openheid niet zo ver [6].

De opzet van de onderbouwdelen van Moderne-Wiskunde sluit bij deze opvattingen over interne differentiatie aan. Er is geen sprake van een duidelijk differentiatiemodel. De leerstof is ingedeeld in hoofdstukken. Elk hoofdstuk bevat een aparte bladzijde oefeningen voor zwakke leerlingen, die langer nodig hebben om een bepaalde techniek onder de knie te krijgen [1, 3]. In de afzonderlijke paragrafen van het hoofdstuk wordt steeds naar deze remediërende oefeningen verwezen [3]. Elk hoofdstuk eindigt met twee bladzijden samenvatting en een bladzijde die 'testbeeld' heet. Op die bladzijde staan vragen en opdrachten die

gebruikt kunnen worden als diagnostisch moment. De antwoorden van het testbeeld staan achter in het boek. Om de vier hoofdstukken is er bovendien een paragraaf 'Van alles en nog wat', waarmee tempoverschillen tussen leerlingen kunnen worden opgevangen. Bij de gewone opdrachten in het boek is een vrij uitgebreid antwoordenboek verkrijgbaar. Tevens is er bij het brugklasdeel een werkblok, dat gebruikt kan worden bij de differentiatie naar aanpak: de ene leerling lost een probleem in gedachten op, de andere met behulp van illustraties of materialen uit het werkblok [2, 3]. Men kan ook zonder werkblok werken.

De differentiatie naar aanpak welke door de leerstof wordt mogelijk gemaakt, kan worden aangevuld met klassikale besprekingen van de verschillende oplossingen die leerlingen hebben gevonden. Hierdoor worden zij geoefend in het bekijken van problemen van meerdere kanten [5]. Het vergelijken van verschillende aanpakken stimuleert volgens de auteurs het kritisch kijken naar de eigen oplossing [3].

Het is duidelijk, dat de auteurs een procesgeoriënteerde differentiatiemethodiek voorstaan, waarbij zij in sterke mate willen aansluiten bij leertaak- en tijdgebonden verschillen tussen leerlingen. Hun benadering van de problematiek van differentiatie is dus veel meer leerpsychologisch dan persoonlijkheidspsychologisch te noemen.

5.3.2.d. **Samenvatting**

In de documentatie bij de brugklasdelen van Moderne-Wiskunde treffen we een aantal directe en indirecte verwijzingen aan naar algemene en specifiek wiskundige persoonskenmerken van leerlingen. Echter, bij de keuze van hun interne-differentiatiemethodiek houden de auteurs hiermee slechts in beperkte mate rekening door middel van enig extra oefenmateriaal. Veel meer sluiten zij aan bij leertaak- en tijdgebonden verschillen tussen leerlingen, soms zelfs met achterstelling van verschillen in persoonskenmerken. Zij zijn voorstander van een procesgeoriënteerde benadering en willen leerlingen zoveel mogelijk de kans geven op hun eigen leertaak- en tijdgebonden wijze door de leerstof te gaan. Ten aanzien van de externe differentiatie stellen zij een indeling in een hogere en een lagere niveaugroep uit tot na het tweede leerjaar, waarbij in het derde leerjaar een zekere overlap van de leerstofniveaus der beide groepen gehandhaafd blijft. Ook dat sluit aan bij hun afwijzing de inrichting van het wiskundeonderwijs al te zeer op verschillen in persoonlijkheidskenmerken van de leerlingen te baseren. De methodiek van differentiatie in de methode Moderne-Wiskunde kan daarom op grond van het auteursmateriaal gekarakteriseerd worden als een procesgeoriënteerde, leerpsychologische benadering.

5.3.3 *Vergelijking Getal-en-Ruimte met Moderne-Wiskunde*

Maken we de balans van het voorgaande op, dan zien we het verschil tussen produkt- en procesgeoriënteerde interne differentiatie en het daarmee, naar we in hoofdstuk 2 veronderstelden, gepaard gaande verschil tussen een persoonlijkheidspsychologische en een leerpsychologische benadering van leerlingen, duidelijk terug in de wijze waarop de auteurs van de twee methoden Getal-en-Ruimte en Moderne-Wiskunde de opzet en met name de differentiatiemethodiek van hun methoden verantwoorden. Op grond van het auteursmateriaal is Getal-en-Ruimte te karakteriseren als een methode met een persoonlijkheidspsychologische benadering van de leerlingen en een produktgeoriënteerde methodiek van interne differentiatie. Moderne-Wiskunde daarentegen kenmerkt zich als een methode met een vooral leerpsychologische benadering van de leerlingen en een vooral procesgeoriënteerde methodiek van interne differentiatie. De beide verschillende differentiatiemethodieken van deze wiskundemethoden blijken dus nauw samen te hangen met de kijk die de auteurs hebben op de leerlingen.

5.4 *Analyse van de leerstof (Fase 4)*

In het voorgaande zijn alleen begeleidende teksten van de kant van de auteurs van Getal-en-Ruimte en Moderne-Wiskunde aan een onderzoek onderworpen, terwijl de eigenlijke leerstof buiten schot is gebleven. Om meer definitief te kunnen vaststellen of Getal-en-Ruimte een vooral produktgeoriënteerde methode en Moderne-Wiskunde een vooral procesgeoriënteerde methode is, is het van belang na te gaan of deze conclusies ook gebaseerd kunnen worden op gegevens in de leerstof zelf. Daartoe zullen we in fase 4 van onze analysestrategie de leerstof aan enkele deelanalyses onderwerpen. Een probleem is dat er op het gebied van leerstofanalyse tot op heden weinig onderzoek gedaan is met betrekking tot wiskundemethoden. Het meeste kwantitatieve onderzoek op dit gebied is waarschijnlijk verricht in het gelegenheid-tot-leren-onderzoek en beperkt zich tot de analyse van leerstofinhouden: welke onderwerpen worden behandeld en in welke mate.¹¹ Daarnaast is er het kwalitatieve onderzoek van Van Dormolen (1982), dat fenomenologisch van aard is en een zeer brede, vooral vakdidactische invalshoek heeft.

Specifiek met betrekking tot interne-differentiatiemethodieken is ons alleen het onderzoek van Harskamp (1988, p. 38 e.v.) naar rekenmethoden bekend. Dit onderzoek beperkt zich tot een beschrijving van de in de leerstof verwerkte

11 Zie b.v. Creemers, 1991, p. 40 e.v.

differentiatie modellen¹² en tot een indicatie voor de variatie in de leerstof¹³. Onder dat laatste wordt verstaan het percentage redactie-, hoofdteken- en eigenschapsrekeningen tegenover de rest der opgaven, die als kale oefensommen zijn te karakteriseren. Omdat de situatie in het rekenonderwijs qua diversiteit en complexiteit van leerprocessen slechts in geringe mate overeenkomt met die in het wiskundeonderwijs, zullen we een eigen strategie ontwerpen voor de analyse van de interne-differentiatie methodiek in de leerstof. We beperken ons daarbij tot een representatief deel van de leerstof, waarop we een aantal deelanalyses uitvoeren. Deze deelanalyses kunnen dan in combinatie met elkaar indicaties opleveren op grond waarvan een methode als meer of minder produktgeoriënteerd dan wel procesgeoriënteerd aangemerkt kan worden.

5.4.1 *De selectie van een representatief deel van de leerstof*

Daar de leerstof in de brugklasdelen van beide methoden een omvangrijk geheel vormt, zal de analyse beperkt moeten worden tot een selectie uit de stof. Om voor beide methoden Getal-en-Ruimte en Moderne-Wiskunde vergelijkbare resultaten te krijgen zullen we leerstofonderdelen kiezen, die qua inhoud sterke verwantschap vertonen. Bovendien moeten deze onderdelen representatief zijn voor de leerstof in haar geheel. In deze subparagraaf zetten we uiteen welke onderdelen van de leerstof we geselecteerd hebben en waarom.¹⁴

12 Te beschouwen als produktgeoriënteerde gegevens.

13 Op te vatten als procesgeoriënteerde gegevens.

14 Zoals reeds opgemerkt in noot 6 vond de analyse van het auteursmateriaal plaats op materiaal bij de delen B1 en B2 van Getal en Ruimte. Deze delen zijn in 1990 vervangen door de delen 1MHV1 en 1MHV2. De belangrijkste wijzigingen zijn de volgende.

1) Hoewel de wiskundige inhoud van de nieuwe delen in grote lijnen die van de oude delen dekt, is zij aangepast aan nieuwe leerplannen in de bovenbouw (HAW-EX, HEWET). Ook is de indeling van de stof enigszins gewijzigd.

2) Het BHV-model is iets aangepast: a) In de delen B1 en B2 was de basisstof de basisstof voor de MAVO, terwijl de basisstof voor HAVO-VWO bestond uit de basisstof plus de eerste paragraaf van de extrastof. In de delen 1MHV1 en 1MHV2 is de basisstof de basisstof voor HAVO-VWO. b) In de basisstof is met rode driehoekjes aangegeven welke gedeelten niet tot de basisstof voor de MAVO behoren. (Vervolg onderaan pag. 96).

Verder heeft de lay-out enkele wijzigingen ondergaan. Ook het auteursteam veranderde enigszins van samenstelling. Over het geheel genomen is het karakter van de nieuwe brugklasdelen niet wezenlijk veranderd ten opzicht van de oude delen. We gaan daarom niet uit van een tussentijdse breuk bij Getal en Ruimte in 1990, maar van een continue ontwikkeling. Omdat het hoofdonderzoek gedaan werd in de periode dat de nieuwe delen in gebruik waren, werd de leerstofanalyse uit fase 4 verricht op de

5.4.1.a. De indeling van de leerstof naar onderwerpen en hoofdstukken

In tabel 5.3. zijn opgenomen de behandelde onderwerpen in beide methoden, waarbij is aangegeven in welke hoofdstukken zij aan de orde komen. In de lijst zijn de onderwerpen alleen opgenomen voor zo ver er substantieel aandacht aan besteed wordt, dat wil zeggen als er in een van beide methoden tenminste ca. 2 pagina's aan gewijd zijn.

5.4.1.b. De wiskundige inhoud van de leerstof

De leerstof van de brugklas is grotendeels in te delen in meetkunde en algebra. De onderwerpen zijn in beide methoden iets anders verdeeld over de opeenvolgende hoofdstukken, maar de wiskundige inhoud is in grote lijnen gelijk. Getal-en-Ruimte besteedt exclusief aandacht aan Z-, F-, X-hoeken en verzamelingen, Moderne-Wiskunde aan oppervlakten met behulp van roosterpapier en cirkels. Dit betekent dat de vergelijking op het punt van de differentiatiemethodiek niet vertekend hoeft te worden door grote verschillen in de wiskundige inhouden van de leerstof.

5.4.1.c. Selectie van hoofdstukken voor de leerstofanalyse

Voor de analyse maken we een zo representatief mogelijke keuze uit de leerstof waarbij we de volgende keuzecriteria hanteren:

- 1) De gekozen hoofdstukken uit de ene methode dienen qua wiskundige onderwerpen overeen te komen met die uit de andere methode.
- 2) Er wordt zowel meetkundige als algebraïsche leerstof gekozen.
- 3) Er wordt zowel leerstof uit de eerste als uit de tweede helft van het brugklasjaar gekozen wegens mogelijke verschuivingen in de differentiatiemethodiek in de loop van het leerjaar.
- 4) Omdat de aanvangshoofdstukken in beide wiskundemethoden een animerend karakter hebben en daardoor weinig representatief zijn voor de rest van de leerstof, kiezen we het eerste paar hoofdstukken niet eerder dan halverwege de eerste helft van het brugklasjaar.

Op grond van criterium 1 vallen nu de hoofdstukken over de rekenkundige en meetkundige operaties af. Zij zijn in beide methoden nogal verschillend van opzet. In aanmerking komen vooral de hoofdstukken over hoeken, grafieken en machten. Aangezien de hoofdstukken over grafieken niet typisch meetkundig of algebraïsch zijn, vallen ook deze af op grond van criterium 2. Voor de analyse blijven daarom twee paar hoofdstukken over, te weten die over hoeken en over machten:

nieuwe brugklasdelen.

Hoeken:	Getal-en-Ruimte 1MHV1	hoofdstuk 4,
	Moderne-Wiskunde 1MHV	hoofdstuk 5,
Machten:	Getal-en-Ruimte 1MHV2	hoofdstuk 3,
	Moderne-Wiskunde 1MHV	hoofdstuk 11.

Vergelijking van de analyseresultaten per paar levert dus tweemaal een reeks indicaties over de gerealiseerde interne-differentiatiemethodiek op.

Tabel 5.3

Onderwerpen en bijbehorende hoofdstukken in de brugklasdelen van Getal-en-Ruimte (GR) en Moderne-Wiskunde (MW). In de nummering bij Getal-en-Ruimte heeft het eerste getal betrekking op het brugklasdeel (1 = 1MHV1; 2 = 1MHV2), het tweede op het hoofdstuk. De volgorde is grotendeels die in Getal-en-Ruimte.

Onderwerp	Hoofdstuk	
	GR	MW
Vlakke figuren en lichamen	1,1	1
Roosterpapier		2
Oppervlakte		2
Coördinaten	1,2	3
Positieve en negatieve getallen	1,2	6
Optellen en aftrekken (in Z)	1,3	6
Hoeken	1,4	5
Vermenigvuldigen en delen (in/uit Z)	1,5	6
Veranderlijken	1,5	9
Bijzondere driehoeken	1,6	5
Grafieken	1,7	7
Procenten	1,7	4
Breuken	2,1	4
Spiegelingen en translaties	2,2	8
Machten	2,3	11
Rotaties en puntspiegelingen	2,4	8
Z-, F- en X-hoeken	2,4	
Cirkels		10
Herleiden en ontbinden	2,5	12
Veelhoeken	2,6	1
Bijzondere veelhoeken	2,6	8
Verzamelingen	2,7	
Vergelijkingen en ongelijkheden	2,7	12

5.4.2 *Kritische leerstofkenmerken van produktgeoriënteerde differentiatie*

Onder kritische leerstofkenmerken van een interne-differentiatiemethodiek verstaan we die leerstofkenmerken die vanwege hun overeenkomst met de kenmerken van de betreffende methodiek indicaties kunnen leveren omtrent de mate waarin die interne-differentiatiemethodiek in de leerstof gerealiseerd is. Vertoont de leerstof van wiskundemethode A de kritische kenmerken van een interne-differentiatiemethodiek in grotere mate dan de leerstof van wiskundemethode B, dan kunnen we de conclusie trekken dat deze interne-differentiatiemethodiek in methode A meer benadrukt of in grotere mate gerealiseerd wordt dan in methode B.

Om indicaties te krijgen voor een produktgeoriënteerde benadering van interne differentiatie in de leerstof hanteren we nu twee kritische leerstofkenmerken: 1) de indeling in differentiatiefasen en de relatieve omvang van de herhalings- en extrastof, 2) de wijze waarop de leerstof expliciet rekening houdt met door de leerlingen te bereiken eindniveaus. Een duidelijker indeling in differentiatiefasen en een grotere omvang van de herhalings- en extrastof en het rekening houden met meer eindniveaus zullen worden geïnterpreteerd als indicaties voor een meer produktgeoriënteerde benadering van interne differentiatie.

5.4.2.a. **De indeling in en omvang van differentiatiefasen**

In hoofdstuk 2 hebben we betoogd dat het BHV-model karakteristiek is voor een produktgeoriënteerde benadering van interne differentiatie. De eigenlijke differentiatie vindt daarbij plaats in de na-basisstoffase, ofwel in de H- en V-fase. De mate waarin dit model de docent gelegenheid geeft tot produktgeoriënteerde interne differentiatie, wordt dus bepaald door de relatieve omvang van de herhalings- en verrijkingsstof ten opzicht van die van de basisstof. We kunnen die omvang eenvoudig vaststellen door te bepalen welk percentage van de leerstof herhalingsstof en verrijkingsstof is. Om deze percentages te bepalen hebben we de leerstof 'gemeten' door het aantal pagina's tekst te tellen.¹⁵ In beide methoden is de leerstof afgedrukt op pagina's van 20 cm verticale tekst. Alleen bij Moderne-Wiskunde is bij een aantal pagina's een correctie doorgevoerd voor blanco ondermarges. In tabel 5.4 zijn de resultaten opgenomen voor de hoofdstukken over hoeken, in tabel 5.5 voor die over machten.

Vergelijken we de percentages van beide methoden dan krijgen we bij beide onderwerpen een zelfde beeld te zien. Bij het onderwerp hoeken besteedt Getal-en-

15 Illustraties die niet in verband staan met de leerstoftekst, zijn buiten de telling gelaten. Dit betreft in het algemeen illustraties die een gehele pagina beslaan en dus eenvoudig achterwege kunnen worden gelaten.

Ruimte 21% aan herhalings- en verrijkingstof, Moderne-Wiskunde 10%. Bij het onderwerp machten is dit 24% resp. 10%. Daarnaast zijn in dit verband enkele kwalitatieve kenmerken der BHV-fasen opmerkelijk. Zo is de plaats van de diagnostische toets ten opzichte van de herhalingsstof niet identiek. In Getal-en-Ruimte bevindt deze zich achter in het boek, maar behoort hij geheel volgens de BHV-methodiek vóór de herhalings- en extrastof te worden afgenomen. In Moderne-Wiskunde daarentegen is de diagnostische toets afgedrukt tussen de herhalings- en extrastof in. De herhalingsstof is in Moderne-Wiskunde dan ook niet bedoeld als na-basisstof, maar als aanvulling op en tijdens de basisstof: elke herhalingsopdracht is gekoppeld aan een basisstofopdracht en is bedoeld voor leerlingen die bij die bepaalde basisstofopdracht behoefte aan extra oefening hebben.¹⁶ In plaats van 'herhalingsopdrachten' spreekt het boek over 'oefeningen'.

Tabel 5.4

Aantallen en percentages pagina's basisstof, herhalingsstof en extrastof in de onderzochte leerstof over hoeken in Getal-en-Ruimte (GR) en Moderne-Wiskunde (MW).¹⁷

GR deel 1MHV1, hoofdstuk 4, Hoeken			
Differentiatiefase	Paginanummers	Aantal pagina's	Percentage
Basisstof MHV	84 -107	24	69
Samenvatting	108 -109	2	6
Herhaling	110 -112	3	9
Extrastof	113 -116	4	12
Diagnostische toets	226b-227	1,5	4
Totaal		34,5	100

MW deel 1MHV, hoofdstuk 5, Hoeken			
Differentiatiefase	Paginanummers	Aantal pagina's	Percentage
Basisstof MHV	102 -119	17	77
Herhaling	121	1	5
Samenvatting	122 -123	2	9
Diagnostische toets	124	1	5
Extrastof	197	1	5
Totaal		22	101

16 Zodat leertaak- en tijdgebonden verschillen tussen leerlingen kunnen worden opgevangen.

17 Bij Moderne-Wiskunde is het werkblok buiten beschouwing gelaten.

Tabel 5.5

Aantallen en percentages pagina's basisstof, herhalingsstof en extrastof in de onderzochte leerstof over machten in Getal-en-Ruimte (GR) en Moderne-Wiskunde (MW).¹⁸

GR deel 1MHV2, hoofdstuk 3, Machten			
Differentiatiefase	Paginanummers	Aantal pagina's	Percentage
Basisstof MHV	64 - 82	19	68
Samenvatting	83	1	4
Herhaling	84 - 86	3	10
Extrastof	87 - 90	4	14
Diagnostische toets	220	1	4
Totaal		28	100

MW deel 1MHV, hoofdstuk 11, Machten			
Differentiatiefase	Paginanummers	Aantal pagina's	Percentage
Basisstof MHV	246 -261	15,5	77
Herhaling	263	1	5
Samenvatting	264 -265	1,5	8
Diagnostische toets	266	1	5
Extrastof	293	1	5
Totaal		20	100

Verder bevindt de extrastof zich in Moderne-Wiskunde op een afstand van enkele tientallen pagina's van de basis- en herhalingsstof.

We kunnen dus concluderen dat Getal-en-Ruimte het BHV-model 'getrouw' in de leerstof gerealiseerd heeft, terwijl er bij Moderne-Wiskunde niet echt sprake is van een BHV-model: herhalingsstof en extrastof staan daar meer in het teken van aanvullingen op de basisstof te gebruiken op momenten waarop daaraan - gezien vanuit het leerproces - behoefte bestaat. Deze bevindingen geven steun aan de conclusie van paragraaf 5.3, dat Getal-en-Ruimte een meer, Moderne-Wiskunde een minder produktgeoriënteerde benadering heeft als het gaat om de interne-differentiatiemethodiek.

5.4.2.b. Het aantal te onderscheiden leerstofniveaus

In Getal-en-Ruimte is de leerstof duidelijk ingedeeld in drie verschillende leerstofniveaus:

18 Zie vorige noot.

- Het laagste niveau wordt gevormd door de basisstof en herhalingsstof minus de zogenaamde rode-driehoekjessommen (niet-MAVO-stof).
- Het middenniveau omvat de totale basisstof en herhalingsstof.
- Het hoogste niveau tenslotte bestaat uit de basisstof plus de extrastof.

Volgens het voorwoord op deel 1MHV1 behoeven deze niveaus niet samen te vallen met het toekomstige MAVO-, HAVO- en VWO-niveau van de leerlingen. Toch is er een verband. Toekomstige MAVO-leerlingen kunnen wel meer doen, maar hebben in principe genoeg aan de leerstof van het laagste niveau. De leerstof van het middenniveau is de basisstof voor HAVO-VWO. De extrastof is voor de betere leerlingen ongeacht naar welk schooltype zij doorstromen.

In Moderne-Wiskunde zijn geen directe aanwijzingen te vinden dat de stof ingedeeld zou zijn in leerstofniveaus. Volgens het voorwoord op het brugklasdeel gaat het bij de 'Van alles en nog wat'-sommen (door ons 'extrastof' genoemd) om herhalingsopdrachten. We zagen reeds dat de 'oefeningen' (door ons 'herhalingsstof' genoemd) gebruikt kunnen worden als aanvulling op bepaalde opdrachten in de basisstof.¹⁹ Over deze 'oefeningen' laat het voorwoord zich niet uit. Als we de 'oefeningen' beschouwen als opdrachten voor leerlingen die iets niet begrepen hebben (m.a.w. als herhalingsopdrachten) en de 'Van alles en nog wat'-sommen als extrastof voor betere leerlingen, dan kunnen we met enige goede wil twee leerstofniveaus onderscheiden:

- Het laagste niveau omvat basisstof plus oefeningen (herhalingsstof).
- Het hoogste niveau omvat basisstof (plus zo nodig oefeningen) en extrastof.

Uit het voorwoord op Moderne-Wiskunde deel 1MHV wordt niet duidelijk of de auteurs een dergelijk onderscheid voor ogen gestaan heeft, noch of zo'n onderscheid samenhangt met de toekomstige keuze van schooltypen. Waarschijnlijk is dit niet, aangezien er geen aparte MAVO-HAVO- en HAVO-VWO-delen voor de tweede klas bestaan.

We kunnen uit bovenstaande concluderen dat Getal-en-Ruimte in de leerstof een duidelijk niveau-onderscheid heeft aangebracht, waarmee gedifferentieerd kan worden tussen goede en zwakke leerlingen. Dit is bij Moderne-Wiskunde veel problematischer. Ook deze gegevens ondersteunen de conclusie van paragraaf 5.3, dat Getal-en-Ruimte meer produktgeoriënteerd is in haar benadering van interne differentiatie dan Moderne-Wiskunde.

19 Zie paragraaf 5.4.2.a.

5.4.3 Kritische leerstofkenmerken van procesgeoriënteerde differentiatie

In de vorige paragraaf werden we al zijdelings iets gewaar over het procesgeoriënteerde karakter van de interne-differentiatiemethodiek van beide methoden. In deze subparagraaf zullen we een drietal kritische leerstofkenmerken van die methodiek in de analyse betrekken.

5.4.3.a. Een drietal problemen bij de analyse

Alvorens een drietal kritische leerstofkenmerken van de procesgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek te formuleren signaleren we een drietal problemen dat zich bij de analyses voordoet.

In de eerste plaats is er tussen beide onderzochte wiskundemethoden het reeds geconstateerde verschil in indeling en functie van de basis-, herhalings- en extrastof.²⁰ Dit heeft tot gevolg dat vergelijking van de leerstof per differentiatiefase problematisch is.²¹ Aangezien de procesgeoriënteerde benadering van interne differentiatie zich niet alleen op het gevorderde, maar ook op het aanvankelijk leerproces richt, zal zeker de basisstof in de analyses betrokken moeten worden. Om twee redenen zullen we de herhalingsstof daaraan toevoegen: a) herhalingsstof is vooral bedoeld om de basisstof te ondersteunen, welke functie de extrastof niet of minder heeft; b) in beide methoden maken basisstof en herhalingsstof samen ongeveer een even groot percentage van de leerstof uit.²² We zullen dus onze analyses uitvoeren op de combinatie van basis- en herhalingsstof (BH) en de extrastof (V of E) buiten beschouwing laten.

Een tweede probleem is dat leerstof verschillende functies in het leerproces kan hebben. De drie belangrijkste zijn die van oriëntering, begripsontwikkeling en begripsverwerking, waarbij de begripsontwikkeling idealiter weer onderverdeeld kan worden in sorteeractiviteiten, abstractie en explicitering.²³ In de praktijk is echter niet altijd duidelijk waar de ene fase van het leerproces overgaat in de andere. Niet alleen is leerstof meestal niet duidelijk in deze fasen ingedeeld, ook kunnen de overgangen bij gebruik van dezelfde leerstof per leerling op verschillende momenten plaatsvinden. Een analyse die aansluit bij een dergelijke indeling, leidt daarom tot een groter aantal problemen dan in het bestek van ons onderzoek kan worden opgelost.

20 Zie het slot van par. 5.4.2.a.

21 Ook de aantallen opdrachten in de herhalings- en extrastof verschillen per methode aanzienlijk.

22 Hoeken: Getal en Ruimte 69% + 9% = 78%, Moderne Wiskunde 77% + 5% = 82%.
Machten: Getal en Ruimte 68% + 10% = 78%, Moderne Wiskunde 77% + 5% = 82% (zie tabel 5.4 en 5.5).

23 Zie: Van Dormolen, 1982, p. 139.

Een derde probleem is dat er geen nauwkeurige criteria bestaan waaraan procesgeoriënteerde wiskundige leerstof zou moeten voldoen. In paragraaf 2.3.3.b hebben we uiteengezet dat procesgeoriënteerde interne differentiatie gebruik maakt van leerstof, waarmee leerlingen elk op hun eigen niveau en met hun eigen aanpak kunnen werken. De vraag of leerstof daaraan voldoet of niet, zou het beste beantwoord kunnen worden door na te gaan, welke diversiteit aan leer- en denkprocessen die leerstof bij de leerlingen teweeg brengt. Is die diversiteit groot dan kunnen we spreken van 'open leerstof', is zij klein dan van 'gesloten leerstof'. Eigenlijk zouden we daarom het onderzoek moeten richten op de leer- en denkprocessen van de leerlingen, teneinde directe indicaties te krijgen over de mogelijkheden van de leerstof tot procesgeoriënteerde interne differentiatie. De complexiteit van een dergelijk onderzoek vergt echter eveneens een aanpak die buiten het bestek van ons onderzoek valt. Bovendien gaat het in ons onderzoek om het gedrag van docenten en heeft de leerstofanalyse slechts een ondersteunende functie.

Om bovenstaande redenen kunnen we bij onze leerstofanalyse niet verder gaan dan het verzamelen van een aantal indicaties voor het open-versus-gesloten karakter van de leerstof. We beperken ons daarbij tot drie kritische leerstofkenmerken: het gebruik van uitleg versus opdrachten (par. 5.4.3.b); het gebruik van 'kale oefensommen' (par. 5.4.3.c); de diversiteit aan wiskundige inhoudsniveaus (par. 5.4.3.d).

5.4.3.b. Het gebruik van uitleg en opdrachten

Leerstof die de leerling gelegenheid geeft een eigen aanpak te volgen en opdrachten op een eigen niveau op te lossen is per definitie leerstof die de leerlingen aanzet tot actief en explorerend leergedrag. Voor het bevorderen van dergelijk leren is van belang, dat de behandelde begrippen en relaties meer in de vorm van opdrachten en minder in de vorm van geschreven uitleg aan de orde komen. Opdrachten immers zetten de leerling aan tot eigen leeractiviteiten, waarbij in het algemeen hun handelingsvrijheid groter is dan bij het lezen van uitleg. Daarom kunnen we de verhouding waarin de leerstof is verdeeld over uitleg en opdrachten, beschouwen als een indicatie voor de openheid van de leerstof, dat wil zeggen voor de mate waarin leerlingen de gelegenheid krijgen zich de leerstof eigen te maken op individueel verschillende wijzen. Een hoog percentage leerstof in de vorm van uitleg is dan een aanwijzing dat we met meer gesloten leerstof te doen hebben. Een hoog percentage in de vorm van opdrachten levert een indicatie voor meer open leerstof.

Om de percentages uitleg en opdrachten te bepalen hebben we als maat genomen het aantal verticale centimeters tekst dat in de methoden besteed wordt

aan uitleg en opdrachten.²⁴ In tabel 5.6 zijn de resultaten daarvan samengevat en omgerekend in percentages verticale lengte van de tekst. We zien dat bij het onderwerp 'hoeken' Getal-en-Ruimte 60% van de leerstof geeft in de vorm van opdrachten tegen Moderne-Wiskunde 81%. Voor het onderwerp 'machten' is het verschil nog groter: 62% in Getal-en-Ruimte tegen 96% in Moderne-Wiskunde. Een vluchtige inspectie van de leerstof doet vermoeden dat uitleg en opdrachten in beide methoden in het algemeen een verschillende functie hebben. In Getal-en-Ruimte is de uitleg meestal bedoeld voor de oriëntatie- en ontwikkelingsfase van het leerproces, de opdrachten meestal voor de verwerkingsfase. In Moderne-Wiskunde is de uitleg vaak bedoeld voor de oriënteringsfase en voor de expliciteringsfase van de begripsontwikkeling, terwijl de opdrachten vaak bedoeld zijn voor de sorteer- en abstractiefase van de begripsontwikkeling en voor de verwerkingsfase. Dit betekent dat in Moderne-Wiskunde de begripsontwikkeling meer via de weg van opdrachten wordt nagestreefd dan in Getal-en-Ruimte. Het is van belang bij de volgende analyses die vooral de opdrachten betreffen, met dit onderscheid rekening te houden. We komen er in de volgende subparagrafen op

Tabel 5.6

Verdeling van de onderzochte leerstof over uitleg en opdrachten in de basis- en herhalingsstof van Getal-en-Ruimte (GR) en Moderne-Wiskunde (MW) uitgedrukt in absolute en percentuele cm verticale tekst.

Hoeken				
Uitleg			Opdrachten	
	cm tekst	percentage	cm tekst	percentage
GR	210	40 %	314	60 %
MW	67	19 %	294	81 %

Machten				
Uitleg			Opdrachten	
	cm tekst	percentage	cm tekst	percentage
GR	163	38 %	262	62 %
MW	13	4 %	315	96 %

24 We merken op dat de opbouw van de teksten zowel in de breedte als in de lengte zeer homogeen is. Er treden geen beeldvertekeningen op door variaties in de breedte van de teksten.

terug. Hier trekken we de conclusie dat het gebruik van uitleg en opdrachten het reeds bestaande beeld bevestigt, dat Moderne-Wiskunde qua interne-differentiatiemethodiek méér en Getal-en-Ruimte minder procesgeoriënteerd is.

5.4.3.c. Het percentage kale oefensommen

Harskamp (1988) hanteerde voor zijn analyse van rekenmethoden het begrip 'variatie in de leerstof'.²⁵ Weliswaar laten opdrachten in wiskundemethoden zich niet zoals bij rekenmethoden indelen in redactie-, hoofdreken- en eigenschapsreken-sommen²⁶, maar anderzijds is de categorie kale oefensommen wel goed herkenbaar. Dit zijn sommen van het type waarbij in de stam gevraagd wordt een duidelijk herkenbare operatie toe te passen op een rijtje wiskundige entiteiten, die meestal genummerd zijn met opvolgende letters uit het alfabet. Voorbeeld van zo'n opdracht is:

Schrijf als een vermenigvuldiging:

- | | |
|----------|-----------|
| a. 5^3 | d. 9^4 |
| b. 7^2 | e. 10^5 |
| c. 1^6 | f. 23^2 |

Dergelijke opdrachten kunnen in het algemeen langs algoritmische weg opgelost worden. Zij zijn te karakteriseren als gesloten opdrachten: de diversiteit aan opgeroepen leer- en denkprocessen is in het algemeen gering. Daarom levert het percentage van dergelijke kale oefensommen een indicatie op voor de open- of geslotenheid van de leerstof. In tabel 5.7 hebben we een overzicht gemaakt van kale oefensommen in de onderzochte hoofdstukken van beide methoden. Voor alle opdrachten samen (BH-kolom) zien we bij het onderwerp 'hoeken', dat Getal-en-Ruimte 9% kale oefensommen heeft tegen Moderne-Wiskunde 8%; voor 'machten' is dit 60% tegen 37%. Kijken we alleen naar de basisstof (B-kolom) dan zijn deze percentages 8% tegen 4% voor hoeken en 59% tegen 29% voor machten.²⁷ Voor beide onderwerpen zijn de verschillen tussen beide methoden min of meer in dezelfde verhouding en in dezelfde richting.

25 Zie de inleiding op paragraaf 5.4.

26 De categorie 'hoofdreken-sommen' heeft voor het wiskundeonderwijs helemaal geen betekenis.

27 Deze cijfers wijken alleen voor Moderne-Wiskunde af van die voor de basis- en herhalingsstof samen, omdat deze methode een grotere concentratie kale oefensommen te zien geeft in de herhalingsstof.

Tabel 5.7

Aantallen kale oefensommen, totale aantallen opdrachten en percentages kale oefensommen in de onderzochte leerstof van Getal-en-Ruimte (GR) en Moderne-Wiskunde (MW) uitgesplitst naar basisstof (B) en herhalingsstof (H).

Hoeken							
	Aantal kale oefensommen		Totaal aantal opdrachten		Percentage kale oefensommen		
	B	H	B	H	B	H	BH
GR	5	2	61	17	8 %	12 %	9 %
MW	3	3	69	6	4 %	50 %	8 %

Machten							
	Aantal kale oefensommen		Totaal aantal opdrachten		Percentage kale oefensommen		
	B	H	B	H	B	H	BH
GR	41	12	70	19	59 %	63 %	60 %
MW	16	7	55	7	29 %	100 %	37 %

Op het eerste gezicht bevestigen deze percentages de veronderstelling dat de leerstof van Moderne-Wiskunde meer open van karakter is dan die van Getal-en-Ruimte. Zoals we in de vorige subparagraaf zagen, doet zich bij deze interpretatie echter het probleem voor dat niet alle opdrachten in beide methoden dezelfde functie hebben in het leerproces: begripsontwikkeling gebeurt in Getal-en-Ruimte vaker door middel van uitleg, in Moderne-Wiskunde vaker door middel van opdrachten. Gevolg is dat van de opdrachten in Moderne-Wiskunde een kleiner percentage uit verwerkingsopdrachten bestaat dan in Getal-en-Ruimte. Aangezien kale oefensommen in het algemeen een verwerkingsfunctie hebben, zouden we de percentages kale oefensommen moeten beperken tot de verwerkingsopdrachten om een juiste indicatie over het open of gesloten karakter van de leerstof te krijgen. Een correctie van de percentages kale oefensommen naar verwerkingsopdrachten is kwantitatief niet uitvoerbaar bij gebrek aan een eenduidige indeling van opdrachten in ontwikkelings- en verwerkingsopdrachten. Het enige wat van een dergelijke correctie gezegd kan worden, is dat de verschillen in percentages kale oefensommen tussen beide methoden er kleiner door zullen worden. Daarom levert het gebruik van kale oefensommen in beide methoden geen duidelijke indicatie

voor een grotere openheid van de leerstof van Moderne-Wiskunde. Overigens kan ook het tegendeel er niet uit worden afgeleid.

5.4.3.d. De referentie van opdrachten aan wiskundige inhoudsniveaus

Openheid van leerstof hebben we hierboven omschreven als de diversiteit aan leer- en denkprocessen die door die leerstof bij leerlingen wordt opgeroepen. Een van de mogelijkheden in het wiskundeonderwijs leer- en denkprocessen te onderscheiden is naar de inhoud of aard van de daarin optredende objecten en verrichte handelingen. Met name het onderscheid tussen materiële en mentale objecten en handelingen is van groot belang. In het geval van mentale objecten en handelingen spreken we over voorstellingen en operaties. Vanuit wiskundig gezichtspunt kan op het mentale vlak bovendien onderscheid worden gemaakt tussen concrete en abstracte voorstellingen en operaties. Onder concrete voorstellingen en operaties verstaan we hier de mentale representaties van materiële objecten en handelingen. Onder abstracte voorstellingen en operaties verstaan we de wiskundige begrippen en bewerkingen in hun van materiële kenmerken geabstraheerde gedaante. De onderlinge relaties tussen deze verschillende inhouden hebben het karakter van een niveau-indeling:

- materiële objecten en handelingen;
- concreet-mentale voorstellingen en operaties;
- abstract-mentale begrippen en bewerkingen.

Elders hebben we het belang van deze driedeling voor de wiskunde van het voortgezet onderwijs uiteengezet.²⁸ Duidelijk werd daarbij dat de wiskundige leer- en denkprocessen zich niet noodzakelijkerwijs ontwikkelen van het lage (materiële) naar het hoge (abstract-mentale) inhoudsniveau. Ook de omgekeerde weg kan voorkomen. Vaak zal een wiskundig denkproces op een van de drie inhoudsniveaus starten, een of meer malen de andere niveaus aandoen om tenslotte weer op het startniveau terug te keren voor de oplossing. Dat is bijvoorbeeld het geval als een abstract-mentaal probleem over de verhoudingen van lijnstukken in een meetkundige figuur wordt opgelost door er een tekening van te maken en de lengte der lijnstukken te meten. Dan verloopt het denkproces van het abstract-mentale naar het materiële niveau en weer terug.

28 Van 't Riet (1983 en 1985). In het daar gepresenteerde model hebben we deze inhouden aangeduid met de term 'betekenisniveaus'. Daarnaast onderscheidden we drie niveaus van taalkundige communicatiemiddelen in de wiskunde: verbale, concreet-symbolische en abstract-symbolische. Voor meer inzicht in dit model van z.g. kennisniveaus verwijzen we naar genoemde publikaties.

Hoewel de rol die deze inhoudsniveaus in wiskundige leer- en denkprocessen spelen, niet in alle opzichten helder is²⁹, maken we er toch gebruik van om een indicatie te krijgen voor de diversiteit aan leer- en denkprocessen die door de opdrachten in de onderzochte leerstof kan worden opgeroepen. Per opdracht kan bepaald worden aan welke van de drie inhoudsniveaus de tekst refereert. Dit kan er meer dan een zijn, zoals in de opdracht: 'Maak een tekening van driehoek ABC'. Het begrip 'driehoek ABC' refereert aan het abstract-mentale, de opdracht 'maak een tekening' aan het materiële inhoudsniveau. We formuleren de volgende hoofdregels voor de scoring van opdrachten:³⁰

- a) Een opdracht refereert aan het materiële inhoudsniveau, als wiskundige begrippen, relaties en bewerkingen gepresenteerd worden:
 - in de vorm van aanwezig veronderstelde materiële voorwerpen en/of te verrichten materiële handelingen,
 - al of niet visueel ondersteund door middel van plaatjes,
 - al of niet bedoeld om tot concreet-mentale of abstract-mentale representaties over te gaan.
- b) Een opdracht refereert aan het concreet-mentale inhoudsniveau, als wiskundige begrippen, relaties en bewerkingen gepresenteerd worden:
 - in de vorm van concrete voorstellingen van voorwerpen en/of materiële handelingen,
 - al of niet visueel ondersteund door middel van plaatjes,
 - al of niet bedoeld om tot materialisering of abstrahering over te gaan.
- c) Een opdracht refereert aan het abstract-mentale inhoudsniveau, als wiskundige begrippen, relaties en bewerkingen gepresenteerd worden:
 - in de vorm van abstracte voorstellingen,
 - al of niet visueel ondersteund door middel van abstracte figuren,
 - al of niet bedoeld om tot concretisering of materialisering over te gaan.

Met behulp van deze scoringsregels hebben we voor alle opdrachten in de onderzochte leerstof bepaald aan welke inhoudsniveaus zij refereren. Daarbij is een opdracht bij een inhoudsniveau gescoord, indien zijn stam of een van zijn subopdrachten tenminste één maal aan het betreffende inhoudsniveau refereert. Opdrachten kunnen dus aan meer dan één inhoudsniveau tegelijk refereren, omdat zij in het algemeen uit verschillende onderdelen bestaan. Met andere woorden, wat

29 Er zijn aanknopingspunten bij het werk van vele leer- en ontwikkelingspsychologen.

30 De twee laatste aandachtstreepjes bij elke hoofdregel zijn steeds bedoeld om te voorkomen dat de opdracht op oneigenlijke gronden gescoord wordt bij een of beide van de andere twee inhoudsniveaus.

voor de stam of voor een subopdracht geldt, geldt voor de hele opdracht. Omdat bij de scoring de hoofdregels in voorkomende gevallen geïnterpreteerd moeten worden, is in bijlage 5.1 een lijst van hulpregels bij de scoring van stammen en subopdrachten opgenomen. In tabel 5.8 zijn de resultaten van deze analyse afgedrukt voor de gehele onderzochte leerstof.

Het eerste dat opvalt in tabel 5.8 is, dat in beide methoden bij het onderwerp hoeken de percentages opdrachten die refereren aan het materiële inhoudsniveau, veel groter zijn dan die bij het onderwerp machten (62% en 51% tegen 0% en 10%). Verwonderlijk is dit niet, daar het meetkundeonderwijs niet zonder tekenen en meten kan en het bij dat vakgebied tamelijk gemakkelijk is de leerlingen materiële handelingen te laten uitvoeren. We zien verder dat het percentage van dergelijke opdrachten bij het onderwerp hoeken in Getal-en-Ruimte 11% groter is dan dat in Moderne-Wiskunde. Echter blijkt reeds bij een vluchtige beschouwing van deze opdrachten dat de verscheidenheid van materiële handelingen in Getal-en-Ruimte veel kleiner is dan die in Moderne-Wiskunde. In tabel 5.9 hebben we daarom aangegeven in hoeveel van deze opdrachten we te doen hebben met welke soorten materiële handelingen. We zien dat het in de opdrachten van Getal-en-Ruimte in vrijwel alle gevallen gaat om tekenen en meten, terwijl in Moderne-

Tabel 5.8

Aantallen en percentages opdrachten in de basis- en herhalingsstof van de onderzochte leerstof in Getal-en-Ruimte (GR) en Moderne-Wiskunde (MW), die refereren aan het materiële, concreet-mentale en abstract-mentale wiskundige inhoudsniveau.

Hoeken, Opdrachten basis- en herhalingsstof							
	Totaal aant. op- drachten	Materieel		Concreet-mentaal		Abstract-mentaal	
		opdr.	perc.	opdr.	perc.	opdr.	perc.
GR	78	48	62 %	15	19 %	70	90 %
MW	75	38	51 %	31	41 %	49	65 %

Machten, Opdrachten basis- en herhalingsstof							
	Totaal aant. op- drachten	Materieel		Concreet-mentaal		Abstract-mentaal	
		opdr.	perc.	opdr.	perc.	opdr.	perc.
GR	89	0	0 %	13	15 %	79	89 %
MW	62	6	10 %	19	31 %	55	89 %

Tabel 5.9

Soorten van materiële handelingen die van de leerlingen gevraagd worden in de opdrachten van de onderzochte leerstof over hoeken in Getal-en-Ruimte (GR) en Moderne-Wiskunde (MW), en aantallen opdrachten waarin dit het geval is.

Materiële handelingen	GR	MW
draaien	1	2
geodriehoek bekijken	1	
hoeken maken met voorwerpen		1
knippen		5
meten	26	7
namaken		2
passen	1	5
standen maken met ledematen		2
tekenen	49	24
vouwen		2

Wiskunde sprake is van een grotere diversiteit. Tegenover een kleiner percentage opdrachten in Moderne-Wiskunde staat hier dus een grotere diversiteit aan materiële handelingen.

Verder zien we in tabel 5.8, dat bij het onderwerp hoeken de opdrachten in Getal-en-Ruimte de mentale inhoudsniveaus eenzijdiger op het abstract-mentale niveau aanspreken dan de opdrachten in Moderne-Wiskunde. Getal-en-Ruimte heeft 22% minder opdrachten met een concreet-mentale inhoud en 25% meer met een abstract-mentale inhoud. Het algemene beeld bij het onderwerp hoeken is dus dat de opdrachten in Moderne-Wiskunde minder eenzijdig zijn qua wiskundige inhoudsniveaus dan die in Getal-en-Ruimte. Dit is in overeenstemming met onze verwachting van een grotere diversiteit in de leerstof van Moderne-Wiskunde.

Inspectie van tabel 5.8 voor het onderwerp machten geeft een iets ander, maar vergelijkbaar beeld te zien. Beide methoden bevatten hier een gelijk percentage opdrachten waarin het abstract-mentale inhoudsniveau wordt aangesproken (89%). Moderne-Wiskunde bevat 10% opdrachten waarin aan het materiële inhoudsniveau wordt gerefereerd, terwijl dergelijke opdrachten bij Getal-en-Ruimte geheel ontbreken. Verder heeft Moderne-Wiskunde 16% meer opdrachten waarin het concreet-mentale inhoudsniveau aan de orde komt. Ook bij het onderwerp machten is er dus sprake van een grotere diversiteit aan wiskundige inhoudsniveaus in de opdrachten van Moderne-Wiskunde.

Overwogen moet worden of bovenstaand beeld niet wordt vertekend door het feit dat de opdrachten in Moderne-Wiskunde in grotere mate de begripsontwikkeling dienen dan in Getal-en-Ruimte. Bij begripsontwikkeling immers zou er meer reden kunnen zijn aan de lagere inhoudsniveaus te refereren dan bij verwer-

kingsopdrachten.³¹ Daarom hebben we ook de uitleg in de basisstof³² van de onderzochte leerstof aan een inhoudsniveau-analyse onderworpen. De scoring is verricht op de uitlegfragmenten, zoals ze in de methoden zelf zijn ingedeeld, dat wil zeggen elk fragment uitleg tussen twee opdrachten in is als eenheid behandeld. In tabel 5.10 zijn de resultaten samengevat. De uitleg in Moderne-Wiskunde bij het onderwerp machten bestaat slechts uit 5 uiterst korte fragmenten en is dus nauwelijks van invloed op het karakter van de totale leerstof. De overige percentages in tabel 5.10 geven een vergelijkbaar beeld te zien als die in tabel 5.8 voor de opdrachten. Dat betekent dat onze conclusies met betrekking tot de wiskundige inhoudsniveaus van de opdrachten zich laten generaliseren tot de leerstof in zijn totaliteit.

Tabel 5.10

Aantallen en percentages fragmenten uitleg in de basisstof van de onderzochte leerstof in Getal-en-Ruimte (GR) en Moderne-Wiskunde (MW), die refereren aan het materiële, concreet-mentale en abstract-mentale wiskundige inhoudsniveau.

Hoeken, Fragmenten uitleg in de basisstof							
	Totaal aant. fragment.	Materieel		Concreet-mentaal		Abstract-mentaal	
		fragm.	perc.	fragm.	perc.	fragm.	perc.
GR	13	5	38 %	3	23 %	12	92 %
MW	17	4	24 %	6	35 %	13	76 %

Machten, Fragmenten uitleg in de basisstof							
	Totaal aant. fragment.	Materieel		Concreet-mentaal		Abstract-mentaal	
		fragm	perc.	fragm.	perc.	fragm.	perc.
GR	16	0	0 %	4	25 %	14	88 %
MW	5	0	0 %	0	0 %	5	100 %

31 Hierbij kan b.v. gedacht worden aan Galperin's theorie van de trapsgewijze vorming van mentale operaties, of aan het model voor begripsontwikkeling van Van Dormolen (zie boven) dat van concreet naar abstract verloopt.

32 In de herhalingsstof komt geen uitleg voor.

5.4.4 *Conclusies*

Op grond van de analyse van het auteursmateriaal³³ kwamen we tot de conclusie dat de brugklasleerstof van Getal-en-Ruimte een meer produktgeoriënteerde, die van Moderne-Wiskunde een meer procesgeoriënteerde benadering van interne differentiatie heeft. In deze paragraaf hebben we een representatief deel van de leerstof geanalyseerd en indicaties gevonden die die conclusies bevestigen. Voor een meer produktgeoriënteerde benadering formuleerden we twee kritische leerstofkenmerken te weten a) een duidelijker indeling van de hoofdstukken in differentiatiefasen waarbij de herhalings- en extrastof een groter deel van de leerstof uitmaakten, en b) een groter aantal nagestreefde leerstofniveaus. De resultaten van de analyses wezen voor beide criteria in de verwachte richting zowel wat betreft de leerstof over hoeken als die over machten: Getal-en-Ruimte vertoont hierbij een meer, Moderne-Wiskunde een minder produktgeoriënteerde benadering.

Voor een meer procesgeoriënteerde benadering formuleerden we drie kritische leerstofkenmerken met betrekking tot het open versus gesloten karakter van de leerstof, te weten a) het gebruik van minder uitleg en meer opdrachten, b) het gebruik van minder kale oefensommen onder de opdrachten, c) een grotere diversiteit van de opdrachten met betrekking tot de wiskundige inhoudsniveaus waaraan zij refereren. De resultaten van de analyses wezen voor het eerste en derde kritische leerstofkenmerk in de verwachte richting: Getal-en-Ruimte vertoont hierbij een minder, Moderne-Wiskunde een meer procesgeoriënteerde benadering. Met betrekking tot het tweede criterium waren de resultaten minder uitgesproken, maar niet tegengesteld aan de verwachte richting.

Op grond van de in dit hoofdstuk aangevoerde gegevens is onzes inziens de conclusie gerechtvaardigd dat de brugklasleerstof van Getal-en-Ruimte qua interne-differentiatiemethodiek in grotere mate produktgeoriënteerd van karakter is en in geringere mate procesgeoriënteerd dan de brugklasleerstof van Moderne-Wiskunde. Daarmee voldoen deze methoden aan de eis die we in paragraaf 3.3.1. stelden om dienst te kunnen doen als instanties van de onafhankelijke variabele interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden.

33 Zie paragraaf 5.3.3.

6 HET TOETSINGSONDERZOEK

6.1 *De realisering van het onderzoeksdesign*

In paragraaf 3.5 beschreven we het onderzoeksdesign, waarmee de hypothesen uit paragraaf 3.4 getoetst zullen worden. Het is gebaseerd op een onderzoeksgroep bestaande uit 32 wiskundeleraren, gelijkelijk verdeeld over de instanties van de onafhankelijke variabelen. In het vorige hoofdstuk kwamen we tot de conclusie, dat we voor de operationalisering van de onafhankelijke variabele 'interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden' gebruik konden maken van de methoden Moderne-Wiskunde (vooral procesgeoriënteerd) en Getal-en-Ruimte (vooral produktgeoriënteerd). In paragraaf 3.3.2 hebben we reeds betoogd dat de onafhankelijke variabele 'groeperingsvormen' geoperationaliseerd kan worden door het onderzoek uit te voeren in eenjarige brugklassen van MAVO-HAVO-VWO-scholen die hetzij heterogeen, hetzij homogeen op twee niveaus (MAVO-HAVO- en HAVO-VWO-niveau) in lesgroepen zijn ingedeeld. Het design ziet er dan in geoperationaliseerde vorm als volgt uit:

- 8 wiskundedocenten die in heterogene lesgroepen (MHV-niveau) werken met de methode Moderne-Wiskunde;
- 8 wiskundedocenten die in heterogene lesgroepen (MHV-niveau) werken met de methode Getal-en-Ruimte;
- 8 wiskundedocenten die in homogene lesgroepen werken met de methode Moderne-Wiskunde, waarvan 4 in homogene laag-niveaulesgroepen (MH-niveau) en 4 in homogene hoog-niveaulesgroepen (HV-niveau);
- 8 wiskundedocenten die in homogene lesgroepen werken met de methode Getal-en-Ruimte, waarvan 4 in homogene laag-niveaulesgroepen (MH-niveau) en 4 in homogene hoog-niveaulesgroepen (HV-niveau).

Om de kans van slagen van dit design te vergroten werd verder besloten niet 32 maar 16 scholen te benaderen. Uit elke school zouden dan twee docenten aan het onderzoek moeten meedoen. In de scholen met homogene lesgroepen steeds één docent in een homogene laag- en één in een homogene hoog-niveaulesgroep.

Tabel 6.1

Modellen van groeperingsvormen in de brugklas met doorstroming naar het tweede leerjaar in de scholen van het onderzoek. Links in de diagrammen zijn de brugklasniveaus, rechts de tweede-klasniveaus aangegeven (M = MAVO, H = HAVO, V = VWO). Per model is vermeld hoeveel Moderne-Wiskunde- (MW) en Getal-en-Ruimte-scholen (GR) tot de onderzoeksgroep behoorden. Bij afwijkende modellen is met asterisken aangegeven welke brugklasniveaus in het onderzoek betrokken waren.

	Heterogene lesgroepen	Homogene lesgroepen
Basismodellen		
Afwijkende modellen		

Tabel 6.2

Samenstelling van de onderzoeksgroep naar geografische ligging (provincie), urbanisatie (stads- of streekschool) en denominatie (op = openbaar, rk = rooms Katholiek, pc = protestants-christelijk).

	Moderne-Wiskunde			Getal-en-Ruimte		
Heterogene lesgroepen	Zuid-Holland	stad	op	Zuid-Holland	stad	op
	Noord-Holland	stad	pc	Utrecht	stad	op
	Zuid-Holland	stad	rk	Zuid-Holland	stad	rk
	Groningen	streek	op	Groningen	streek	op
Homogene lesgroepen	Utrecht	stad	op	Utrecht	stad	op
	Limburg	stad	rk	Noord-Brabant	stad	rk
	Utrecht	stad	pc	Zuid-Holland	stad	pc
	Groningen	streek	pc	Friesland	streek	rk

Bij het samenstellen van de onderzoeksgroep werd de hulp ingeroepen van de uitgevers van de gebruikte wiskundemethoden¹. Gevraagd werd om een lijst van MAVO-HAVO-VWO-scholengemeenschappen waar de betreffende methode in de brugklas gebruikt werd. Gegevens over de aard van de brugklas bleken de uitgeverijen niet te registreren. Beide uitgeverijen registreerden bovendien niet dezelfde gegevens van scholen en ook waren de gegevens niet altijd up-to-date. De uitgeverij van Moderne-Wiskunde leverde een beperkte lijst van scholen waarvan vaststond, dat zij van het MHV-type waren. De uitgeverij van Getal-en-Ruimte leverde een uitgebreide lijst van alle scholen die de brugklasdelen gebruikten, omdat lang niet altijd vaststond welke van het MHV-type waren en welke niet. Op deze lijst waren de gegevens over de aard van de school dan ook niet steeds eenduidig te interpreteren.

Het samenstellen van de onderzoeksgroep met de juiste indeling qua groepeeringsvormen, geografische spreiding, urbanisatie en denominatie is nu in fasen verlopen. Telkens werd uitgegaan van een geografisch zo goed mogelijk gespreide selectie van Moderne-Wiskunde-scholen.² Daarbij werden vervolgens de Getal-en-Ruimte-scholen geselecteerd. Zoveel mogelijk werd geprobeerd het principe van equivalentie toe te passen op de samenstelling van de subgroepen uit het onderzoeksdesign. Wanneer een van de benaderde scholen om welke reden dan ook afviel, werd een nieuwe keuze gemaakt volgens dezelfde uitgangspunten.

Nadat de school uit de lijst van de uitgeverij geselecteerd was, werd de brugklasconrector benaderd. Hierbij vond de eerste selectie plaats op de eenjarigheid van de brugperiode en de gebruikte groepeeringsvorm. Indien de school aan de gestelde criteria voldeed en de bereidheid om met twee docenten aan het onderzoek mee te werken aanwezig was, werd vervolgens met de betrokkenen een afspraak gemaakt op welke dag en tijdens welke uren de onderzoeker in de school zou komen om de vragenlijsten te doen invullen.

Bij het samenstellen van de onderzoeksgroep bleken er op het punt van de groepeeringsvormen enige concessies te moeten worden gedaan. Het aantal scholen met een brugklas welke zuiver heterogeen of homogeen op twee niveaus was ingedeeld en die bovendien een consequente uitsplitsing naar drie niveaus in het tweede leerjaar had, bleek te gering te zijn om er de onderzoeksgroep geheel mee te kunnen samenstellen. Daarom hebben we ook scholen toegelaten die in beperkte

1 Educatieve Partners Nederland te Houten (v.h. Educaboek te Culemborg) voor Getal-en-Ruimte; Wolters-Noordhoff te Groningen voor Moderne-Wiskunde.

2 Omdat deze lijst het kortste was. Enkele bijzondere Moderne-Wiskunde-scholen zoals een Dalton- en een Montessori-school werden bovendien buiten de selectie gelaten, omdat zij de vergelijkbaarheid met de Getal-en-Ruimte-scholen, waarbij we dergelijke schooltypen niet aantreffen, nadelig zouden kunnen beïnvloeden.

mate van dit model afwijken. In tabel 6.1 zijn in diagramvorm de groeperings- en doorstroommodellen weergegeven die door participerende scholen werden toegepast.³ In tabel 6.2 is de samenstelling van de onderzoeksgroep naar regio, verstedelijking en denominatie weergegeven. Het uiteindelijke resultaat qua aantallen docenten en leerlingen is weergegeven in tabel 6.3.

Tabel 6.3
Het onderzoeksdesign met aantallen docenten en lesgroepen, en aantallen leerlingen per lesgroep.

		Moderne-Wiskunde		Getal-en-Ruimte	
		Docenten/ Lesgroepen	Leerlingen per lesgroep	Docenten/ Lesgroepen	Leerlingen per lesgroep
Heterogeen		8	32, 32, 31, 29, 26, 26, 30, 29	8	28, 28, 22, 25, 30, 31, 27, 27
Homogeen	Hoog	4	22, 29, 27, 29	4	27, 24, 28, 31
	Laag	4	24, 27, 28, 29	4	25, 29, 25, 27

6.2 Het verzamelen van de data

6.2.1 De vragenlijsten voor docenten en leerlingen

Aan de docenten werden twee vragenlijsten voorgelegd: de ID-LR⁴ en een vragenlijst met algemene vragen die betrekking hadden op de onafhankelijke covariaten docentkenmerken, lesgroepkenmerken en lessituatiekenmerken, zoals we die in paragraaf 3.3.3 beschreven.⁵ In bijlage 6.1 zijn de vragen en eventuele antwoordalternatieven in verkorte vorm weergegeven. Tevens werd de docenten gevraagd na het invullen van deze vragenlijsten op een leerlingenlijstje de capaciteiten van hun leerlingen aan te geven in termen van 'zwak, gemiddeld, goed'. Deze scores zouden in de vorm van gemiddelden en spreidingen opgevat

3 Een van de scholen waar wel de vragenlijsten werden ingevuld, is uit het onderzoek weggelaten, omdat bij afname bleek dat het om een school ging waarbij de brugklaslesgroepen MAVO- en HAVO-VWO-niveau hadden.

4 Zie hoofdstuk 4.

5 Zie ook de onderzoeksvraagstelling zoals afgebeeld in afb. 3.1.

kunnen worden als maten voor de subjectieve beoordeling van het vakniveau van de lesgroep door de docent en voor diens subjectieve waarneming van de heterogeniteit van de lesgroep.⁶ Daarnaast waren uit de selectieprocedure de schoolkenmerken bekend.⁷ Het schoolkenmerk regio is ingedeeld naar 'randstad' (Utrecht, Noord- en Zuid-Holland)⁸ en 'niet-randstad' (overige provincies).

Aan de leerlingen werd de vragenlijst ID-LL⁹ voorgelegd. Deze vragenlijst leverde zowel per leerling als per lesgroep (we spreken dan van ID-LG-scores)¹⁰ een aantal scores op over het gedrag van de docent. Om de beste vergelijking te krijgen met de scores van de docenten maken we in het onderzoek hoofdzakelijk gebruik van de ID-LG-scores. Verder beantwoordden de leerlingen vragen over hun sexe, leeftijd (geboortjaar en maand), het eerst behaalde rapportcijfer voor wiskunde en het laatst behaalde repetitie/proefwerkcijfer voor wiskunde. In paragraaf 3.3.2 bespraken we dat deze gegevens in de vorm van gemiddelden en spreidingen per lesgroep kunnen fungeren als maten voor de samenstelling, de subjectieve waarneming van de heterogeniteit door de docent en diens subjectieve beoordeling van het vakniveau. Alle rapport- en proefwerkcijfers bleken te worden gegeven op de traditionele 10-puntenschaal. Wel deed zich de moeilijkheid voor dat sommige scholen cijfers gaven op verschillende niveaus. In heterogene brugklassen werden soms cijfers gegeven op MH- en HV-niveau, maar ook kwam voor op M-, H- en V-niveau. In homogene lesgroepen werden soms cijfers gegeven op M- en H-niveau (in homogene laag-niveaugroepen) en op H- en V-niveau (in homogene hoog-niveaugroepen), soms op M- en HV-niveau.¹¹ In al deze gevallen is de leerlingen gevraagd de cijfers van het hoogste niveau in te vullen, omdat die volgens mededelingen van docenten de beste indicatie zouden geven voor de capaciteiten van de leerlingen en daarmee naar alle waarschijnlijkheid voor de subjectieve beoordeling en waarneming van het vakniveau en de heterogeniteit van de lesgroep door de docent. Bij de interpretatie van de resultaten kunnen we er dan rekening mee houden, dat de totstandkoming van deze rapport- en repetitiecijfers per school nogal verschillend kan zijn geweest. Voorts werd de leerlingen gevraagd hun eigen capaciteiten voor wiskunde te beoordelen in termen van 'zwak,

6 Zie paragraaf 3.3.2 en tabel 3.2.

7 Zie tabel 6.2.

8 Al deze scholen lagen in de randstadcirkel.

9 Zie hoofdstuk 4.

10 Zie paragraaf 3.2.5 en tabel 3.1.

11 De keuzen hierbij zijn meestal gerelateerd aan de niveau-indeling in de tweede klas (zie tabel 6.1). Niet altijd dragen deze veronderstelde niveaus de aanduiding van het vervolgonderwijs. Men treft bijvoorbeeld ook A- en B-niveau aan, niet duidelijk gekoppeld aan vervolgonderwijs, maar in het algemeen wel hiërarchisch geordend.

gemiddeld, goed', teneinde ook een maat te hebben voor de subjectieve beoordeling en waarneming van vakniveau en heterogeniteit door de leerlingen zelf.

Tabel 6.4

Gemiddelden en standaarddeviaties van de interbeoordelaarbetrouwbaarheden van de 32 lesgroepen voor de subvragenlijsten van de ID-LL uitgesplitst naar wiskundemethode en groeperingsvorm.

	Wiskundemethoden			
	Getal-en-Ruimte (n = 16)		Moderne-Wiskunde (n = 16)	
	Gem.	Std.	Gem.	Std.
ID-LL/pc	0.91	0.024	0.89	0.052
ID-LL/pd	0.86	0.062	0.87	0.040
ID-LL/nd ^{min}	0.93	0.039	0.95	0.017

	Groeperingsvormen			
	Homogeen (n = 16)		Heterogeen (n = 16)	
	Gem.	Std.	Gem.	Std.
ID-LL/pc	0.90	0.052	0.91	0.024
ID-LL/pd	0.87	0.049	0.86	0.056
ID-LL/nd ^{min}	0.94	0.040	0.94	0.022

6.2.2 De beantwoording van de vragenlijsten

De beantwoording van de vragenlijsten door docenten en leerlingen gebeurde aan het begin van een regulier lesuur. Daarbij luisterde de docent mee naar de korte introductie en instructie die vooraf aan de leerlingen werd gegeven.¹² Het invullen van de vragenlijsten duurde ongeveer 25 minuten. Omdat de docent na de ID-LR de algemene vragenlijst kreeg in te vullen en op een leerlingenlijstje de capaciteiten van de leerlingen voor wiskunde moest scoren, waren docent en lesgroep meestal even snel klaar. In geval de docent iets langer werk had dan de lesgroep, luidde de instructie dat de leerlingen voor zichzelf verder moesten werken aan hun wiskundeopdrachten, die de docent voorafgaand aan de afname op het bord had geschreven.

12 Zie bijlage 6.2.

6.2.3 *Samengestelde scores*

Langs bovenstaande weg werden per docent zes enkelvoudige scores voor diens interne-differentiatiegedrag verkregen: twee voor procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag (ID-LR/pc en ID-LG/pc), twee voor produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag (ID-LR/pd en ID-LG/pd) en twee voor het tegengestelde van non-differentiatiegedrag (ID-LR/nd^{min} en ID-LG/nd^{min}), alle zes met schaalbreedtes van 15 tot 75. Deze scores werden vervolgens gecombineerd tot de drie samengestelde scores ID/pc, ID/pd en ID/nd^{min} met schaalbreedtes van 30 tot 150.¹³

6.3 *Betrouwbaarheidsanalyses en validiteitscontroles*

Alvorens de hypothesen te toetsen hebben we enkele betrouwbaarheidsanalyses en validiteitscontroles uitgevoerd teneinde inzicht te krijgen in de kwaliteits-handhaving van de gebruikte onderzoeksinstrumenten.

6.3.1 *De interbeoordelaarsbetrouwbaarheden van de lesgroepen*

Om te beginnen zijn de interbeoordelaarsbetrouwbaarheden van de lesgroepen berekend voor de drie vragenlijsten van de ID-LL op de wijze zoals aangegeven in paragraaf 4.5.2. De alfa-coëfficiënten die daarvan het resultaat zijn, zijn een maat voor de intra-klassikale consistentie van de wijze waarop de leerlingen het interne-differentiatiegedrag van hun docent waarnemen. Heeft een lesgroep een hoge alfa-coëfficiënt bij een subvragenlijst, dan wil dat zeggen dat de leerlingen het betreffende aspect van het interne-differentiatiegedrag van hun docent allemaal op min of meer dezelfde wijze waarnemen. Alleen als de alfa-coëfficiënten hoog zijn (circa 0.80), kunnen we de leerlingenpercepties beschouwen als een betrouwbare bron van informatie over het overte gedrag van de docenten en zijn de ID-LG-scores bruikbaar voor het verdere onderzoek. In tabel 6.4 zijn voor de drie subvragenlijsten van de ID-LL gemiddelden en standaarddeviaties van de alfa-coëfficiënten van de 32 lesgroepen opgenomen uitgesplitst naar wiskundemethoden en groeperingsvormen. We zien dat veruit de meeste interbeoordelaarsbetrouwbaarheden groter dan 0.80 zijn. Geen van de alfa's was kleiner dan 0.70. In het algemeen kan dus gesteld worden dat de leerlingen in een lesgroep het interne-differentiatiegedrag van hun docent in hoge mate op dezelfde wijze waarnemen.

13 Zie tabel 4.5.

Tabel 6.5

Betrouwbaarheidscoëfficiënten van de subvragenlijsten voor docenten (ID-LR) en van de scores van de lesgroepen (ID-LG) in het toetsingsonderzoek vergeleken met die van de docenten uit het constructieonderzoek (ID^o-LR).

Subvragenlijsten	Docenten		Lesgroepen	
	Toetsingsonderzoek (ID-LR)	Constructieonderzoek (ID ^o -LR)	Toetsingsonderzoek (ID-LG)	Constructieonderzoek
/pc	.55	.81	.70	ontbreekt
/pd	.59	.88	.78	ontbreekt
/nd ^{min}	.72	.82	.62	ontbreekt

Tabel 6.6

Correlaties tussen subvragenlijsten voor docenten (ID-LR) en subscores van lesgroepen (ID-LG) in het toetsingsonderzoek (n = 32). De correlaties van de ID-LR zijn vergeleken met die van de ID^o-LR in het constructieonderzoek. Een * geeft tweezijdige significantie aan op .10-niveau.

Paren van subvragenlijsten	Docenten		Lesgroepen
	Toetsingsonderzoek ID-LR	Constructieonderzoek ID ^o -LR	Toetsingsonderzoek ID-LG
/pc en /pd	-.18	.18 (n = 26)	.07
/pc en /nd ^{min}	.10	.28 (n = 22)	.20
/pd en /nd ^{min}	.19	.71 (*) (n = 23)	.40 (*)

Tabel 6.7

Correlaties tussen de overeenkomstige subvragenlijsten voor docenten (ID-LR) en lesgroepen (ID-LG) in het toetsingsonderzoek (n = 32). Met een asterisk (*) is eenzijdige significantie op .10-niveau aangegeven.

Subvragenlijsten	Correlaties ID-LR en ID-LG	Rechter overschrijdingskansen
/pc	.15	.20
/pd	.21	.12
/nd ^{min}	.25 (*)	.08

6.3.2 *Controle van de inhoudsbetrouwbaarheid van de subvragenlijsten*

Zowel bij de drie subvragenlijsten van de ID-LR als bij de drie soorten ID-LG-scores zijn betrouwbaarheidscoëfficiënten berekend. In tabel 6.5 zijn de resultaten daarvan weergegeven samen met de betrouwbaarheidscoëfficiënten van de ID^o-LR-scores uit het constructieonderzoek (zie tabel 4.3). We zien dat bij de ID-LR lagere alfa's worden gevonden dan in het constructieonderzoek bij de ID^o-LR. Voor de ID-LG-scores ontbreekt een dergelijke vergelijking. Ook hier zijn de alfa's met uitzondering van die bij de ID-LG/pd-scores aan de lage kant. We komen hierop terug in de discussie in paragraaf 6.7.

6.3.3 *Controle van de cognitieve validiteit*

In paragraaf 4.5.1 bespraken we dat de onderlinge correlaties van de subvragenlijsten indicaties opleveren voor de cognitieve validiteit. Van cognitieve validiteit zou sprake zijn als de onderlinge correlaties tussen de drie subvragenlijsten voor interne-differentiatiegedrag gering zijn. Dan namelijk hebben we te doen met drie onafhankelijke gedragstendenties. In tabel 6.6 zijn voor de drie paren van subvragenlijsten de correlaties opgenomen van de ID-LR- en de ID-LG-scores. De correlaties van de ID-LR konden vergeleken worden met die van de ID^o-LR uit het constructieonderzoek (zie tabel 4.9). We merken op dat de significante correlatie tussen de ID^o-LR/pd en de ID^o-LR/nd^{min} uit het constructieonderzoek in het toetsingsonderzoek niet optreedt bij de ID-LR-scores, maar wel bij de ID-LG-scores. Ook hierop komen we terug in de discussie in paragraaf 6.7.

6.3.4 *Controle van de overte-gedragsvaliditeit*

In paragraaf 4.5.2 bespraken we de overte-gedragsvaliditeit van de subvragenlijsten voor docenten. De vaststelling daarvan werd langs twee wegen benaderd, te weten die van observaties en die van vergelijking van de scores van de docenten met de gemiddelde scores van hun leerlingen (lesgroepscores). Het toetsingsonderzoek levert alleen bij de tweede benadering gegevens op en wel in de vorm van correlaties tussen de scores van docenten en lesgroepen. In tabel 6.7 zijn per subvragenlijst de correlaties van de ID-LR- en de ID-LG-scores opgenomen. We zien dat de correlaties weliswaar alle drie positief zijn (zoals verwacht), maar dat alleen die voor non-differentiatiegedrag significant van nul verschilt bij eenzijdige toetsing op 0.10-niveau. De correlatie van de produktgeoriënteerde subvragenlijsten nadert dit significantieniveau, die van de procesgeoriënteerde blijft daarbij ver achter. In paragraaf 6.7.1 komen we hierop terug en zullen we ook de vraag naar de invloed van uitbijters op deze correlaties behandelen.

6.4 De checks op de onafhankelijke variabele groeperingsvormen

In paragraaf 3.3.2 bespraken we langs welke weg we een aantal controles hebben uitgevoerd op de onafhankelijke variabele groeperingsvormen. Centraal in de procedure stonden de subjectieve waarneming en subjectieve beoordeling door de docent van respectievelijk de heterogeniteit en het vakniveau van diens lesgroep. In tabel 3.3 formuleerden we daarbij een zestal checks. In bijlage 6.3 zijn de resultaten van deze checks weergegeven. Voor de vergelijking van heterogene en homogene lesgroepen komen ze op het volgende neer.

- *Check 1.* Heterogene en homogene lesgroepen verschillen niet qua samenstelling en heterogeniteit met betrekking tot percentage jongens en meisjes en leeftijd.
- *Check 2.* Docenten in heterogene lesgroepen beoordelen het vakniveau van hun lesgroep niet hoger of lager dan docenten die lesgeven in homogene lesgroepen. De leerlingen van heterogene lesgroepen beoordelen hun eigen capaciteiten voor wiskunde niet hoger of lager dan de leerlingen van homogene lesgroepen.
- *Check 3.* Docenten in heterogene lesgroepen nemen geen grotere heterogeniteit in hun lesgroepen waar dan docenten die lesgeven in homogene lesgroepen behalve bij de resultaten van lange-termijnleerprocessen zoals ze tot uiting komen in rapportcijfers. De leerlingen van heterogene lesgroepen vertonen bij de beoordeling van hun eigen capaciteiten voor wiskunde geen grotere lesgroepheterogeniteit dan de leerlingen van homogene lesgroepen.

Voor de vergelijking van homogene laag- en hoog-niveaulesgroepen wijzen de resultaten het volgende uit.

- *Check 4.* Homogene laag- en hoog-niveaulesgroepen verschillen niet qua samenstelling en heterogeniteit met betrekking tot leeftijd. Wel is het percentage meisjes in homogene hoog-niveaulesgroepen groter dan dat in homogene laag-niveaulesgroepen, te weten 60% tegen 51%.
- *Check 5.* Docenten in homogene laag-niveaulesgroepen beoordelen het vakniveau van hun lesgroep lager dan docenten in homogene hoog-niveaulesgroepen. De leerlingen van homogene laag-niveaulesgroepen beoordelen hun eigen capaciteiten voor wiskunde lager dan de leerlingen van homogene hoog-niveaulesgroepen.

Tabel 6.8
Het design voor de multivariate variantieanalyse.

		Soorten waarnemers		
		Docenten	Lesgroepen	Sommatie
Vormen van interne-differentiatiegedrag	procesgeoriënteerd	ID-LR/pc	ID-LG/pc	ID/pc
	produktgeoriënteerd	ID-LR/pd	ID-LG/pd	ID/pd
	tegengestelde van non-differentiatiegedrag	ID-LR/nd ^{min}	ID-LG/nd ^{min}	ID/nd ^{min}

- *Check 6.* Docenten in homogene laag-niveaulesgroepen nemen geen grotere heterogeniteit waar dan docenten in homogene hoog-niveaulesgroepen behalve bij de resultaten van lange-termijnleerprocessen zoals ze tot uiting komen in rapportcijfers. Daarbij nemen docenten in homogene laag-niveaulesgroepen een grotere heterogeniteit waar dan docenten in homogene hoog-niveaulesgroepen. De leerlingen van homogene laag-niveaulesgroepen vertonen bij de beoordeling van hun eigen capaciteiten voor wiskunde geen grotere of kleinere lesgroepheterogeniteit dan de leerlingen van homogene hoog-niveaulesgroepen.

Afwijkingen van de checks zoals we die geformuleerd hebben in tabel 3.3, vinden we dus bij check 3, 4 en 6. Bij check 3 komt het erop neer dat docenten in heterogene en homogene lesgroepen veel minder verschil in waarneming van heterogeniteit vertonen dan verwacht mag worden op grond van de door de school toegepaste groeperingsvorm. Het verschil - in de verwachte richting - beperkt zich tot de effecten van lange-termijnleerprocessen. Bij check 4 en 6 vonden we twee niet verwachte verschillen met betrekking tot de samenstelling en de subjectief waargenomen heterogeniteit. In homogene laag-niveaugroepen zitten percentagegewijs minder meisjes en nemen de docenten een grotere heterogeniteit waar dan in homogene hoog-niveaugroepen, maar dit laatste wederom alleen met betrekking tot effecten van lange-termijnleerprocessen.

De conclusie die uit het voorgaande getrokken kan worden, is dat er nog steeds een significant effect van de onafhankelijke variabele groeperingsvormen op het interne-differentiatiegedrag van wiskundeleraars valt te verwachten in de richting zoals aangegeven werd in hoofdhypothese 2, maar dat dit effect waarschijnlijk minder groot zal zijn dan aanvankelijk werd gedacht. Bovendien zal moeten worden nagegaan of eventuele effectverschillen tussen de heterogene en

homogene groeperingsvorm beïnvloed kunnen zijn door de geconstateerde verschillen tussen homogene laag- en hoog-niveaulesgroepen.

Tabel 6.9

Resultaten van de multivariate variantieanalyse met herhaalde metingen (SPSS, MANOVA). In de kolommen: de effecten (zie voor de codering de legenda onderaan deze pagina), aantal vrijheidsgraden van de effecten (VEff) en van de residuen (VRes), F-waarden (F), tweezijdige overschrijdingskansen (P). Overschrijdingskansen die wegens eenzijdige toetsing gehalveerd mogen worden, zijn voorzien van een asterisk (*).

Effecten	VEff	VRes	F	P
1. HETHOM	1	26	2.61	0.118 *
2. HOMHOLA	1	26	1.07	0.311
3. WISMET	1	26	1.50	0.231
4. HETHOM * WISMET	1	26	1.69	0.205
5. HOMHOLA * WISMET	1	26	0.50	0.488
6. WAARN	1	26	53.57	0.000 *
7. WAARN * HETHOM	1	26	0.05	0.829
8. WAARN * HOMHOLA	1	26	2.92	0.100
9. WAARN * WISMET	1	26	0.00	0.989
10. WAARN * HETHOM * WISMET	1	26	0.13	0.723
11. WAARN * HOMHOLA * WISMET	1	26	0.09	0.769
12. IDG	2	25	25.80	0.000
13. IDG * HETHOM	2	25	2.88	0.075
14. IDG * HOMHOLA	2	25	2.38	0.114
15. IDG * WISMET	2	25	2.57	0.097 *
16. IDG * WISMET * HETHOM	2	25	0.88	0.427
17. IDG * WISMET * HOMHOLA	2	25	0.12	0.888
18. WAARN * IDG	2	25	10.98	0.000
19. WAARN * IDG * HETHOM	2	25	6.72	0.005
20. WAARN * IDG * HOMHOLA	2	25	0.45	0.640
21. WAARN * IDG * WISMET	2	25	0.54	0.591
22. WAARN * IDG * WISMET * HETHOM	2	25	0.58	0.569
23. WAARN * IDG * WISMET * HOMHOLA	2	25	0.67	0.523

LEGENDA BIJ TABEL 6.9

HETHOM	<i>Groeperingsvormen</i> (heterogeen versus homogeen)
HOMHOLA	<i>Algemene lesgroepniveaus</i> (homogeen laag- versus hoog-niveau)
WISMET	<i>Interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden</i> (Moderne-Wiskunde versus Getal-en-Ruimte)
WAARN	<i>Soorten waarnemers</i> (leraren versus lesgroepen)
IDG	<i>Vormen van interne-differentiatiegedrag</i> (procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag versus produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag versus het tegengestelde van non-differentiatiegedrag)

6.5 De toetsing van de hypothesen

6.5.1 Inleiding

Voor de toetsing van de hypothesen waren bij elke docent beschikbaar zes scores voor diens interne-differentiatiegedrag, alle zes uit een zelfde schaalbreedte van 15 tot 75. Deze zes scores konden worden ingedeeld naar de vorm van interne-differentiatiegedrag waarvoor zij een maat waren, en naar het soort waarnemer door wie zij verkregen werden. Het aldus ontstane design is afgebeeld in tabel 6.8. Met multivariate variantieanalyse (SPSS, MANOVA) is vervolgens nagegaan of er significante effecten optreden voor vormen van interne-differentiatiegedrag, soorten waarnemers, de onafhankelijke variabelen en alle mogelijke interacties. In tabel 6.9 zijn de resultaten van deze analyse weergegeven. In verband met de niet al te grote waarde van n (het aantal van 32 docenten) is de toetsing van de hypothesen steeds verricht op 0.10-niveau, teneinde het risico te vermijden te lang vast te houden aan de nul-hypothesen. Toetsingen zullen eenzijdig of tweezijdig plaatsvinden afhankelijk van de aard van de hypothesen zonder dit steeds expliciet te vermelden. Bij het zoeken van relevante covariaten voor de onafhankelijke variabelen zullen we een tweezijdig significantieniveau van 0.01 hanteren om de kans te verkleinen dat we van de vele geëxploreerde covariaten er in de analyse betrekken, die door een toevallige samenloop van omstandigheden hoog correleren met de afhankelijke variabelen. In tabel 6.10 zijn bijeengebracht de gemiddelden en standaarddeviaties van de zes maten (subvragenlijsten) voor interne-differentiatiegedrag.

6.5.2 De toetsing van de perceptiehypothese

De perceptiehypothese luidde: 'Lesgroepen nemen minder interne-differentiatiegedrag waar dan hun docenten.' In tabel 6.9 zien we bij effect 6 dat er inderdaad een verschil optreedt. In tabel 6.10 en afbeelding 6.1 zien we dat het verschil in de verwachte richting is en zich voordoet bij alle drie vormen van interne-differentiatiegedrag. Ook de afzonderlijke effecten per vorm van interne-differentiatiegedrag zijn significant en in de verwachte richting.¹⁴ De perceptiehypothese kan dus over de hele linie aanvaard worden: lesgroepen nemen minder interne-differentiatiegedrag waar dan hun docenten, zowel met betrekking tot procesgeoriënteerd en produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag als met betrekking tot non-differentiatiegedrag. Echter, zoals tabel 6.9 bij effect 18 laat zien, zijn de

14 In afbeelding 6.1 wijken A, B en C significant af van 0, zelfs bij $\alpha = 0.001$. $A = 4.1$; $B = 9.6$; $C = 6.3$.

waarnemingsverschillen tussen docenten en lesgroepen niet voor alle vormen van interne-differentiatiegedrag even groot. Zo blijkt het waarnemingsverschil bij procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag (A) significant kleiner te zijn dan dat bij produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag (B). Dergelijke verschillen doen zich niet voor tussen het tegengestelde van non-differentiatiegedrag (C) en de beide andere vormen van interne-differentiatiegedrag (A en B). In afbeelding 6.2 zijn de waarnemingsverschillen A, B en C tussen docenten en lesgroepen weergegeven (de zwarte staven). Zoals we in tabel 6.9 zien, treden er nu bovendien nog twee significante interactie-effecten op: een met groeperingsvormen (effect 19) en de andere met algemeen lesgroepniveau (effect 8).

Interactie-effect 19. Dit effect komt erop neer dat bij de drie onderscheiden vormen van interne-differentiatiegedrag in heterogene lesgroepen andere waarnemingsverschillen tussen docenten en lesgroepen worden gevonden dan in homogene lesgroepen. In afbeelding 6.2 is te zien dat het vooral gaat om een effect van procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag (X) enerzijds tegenover produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag (Y) en het tegengestelde van non-differentiatiegedrag (Z) anderzijds. Dat wil zeggen dat de grootheden $X - Y$ en $X - Z$ significant van 0 verschillen.¹⁵ Beschouwen we echter de waarnemingsverschillen tussen beide groeperingsvormen per vorm van interne-differentiatiegedrag afzonderlijk, dan blijkt alleen het waarnemingsverschil bij procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag (X) significant van 0 te verschillen. De verschillen bij produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag (Y) en het tegengestelde van non-differentiatiegedrag (Z) zijn op zichzelf niet significant.

Interactie-effect 8. Dit effect komt erop neer dat homogene laag-niveaulesgroepen bij de waarneming van het totale interne-differentiatiegedrag¹⁶ minder verschillen van hun docenten¹⁷ dan homogene hoog-niveaulesgroepen. Dit effect treedt bij alle vormen van interne-differentiatiegedrag in ongeveer gelijke mate op (effect 20 in tabel 6.9 is niet significant).¹⁸

Andere significante interactie-effecten werden voor soorten waarnemers niet gevonden. Voor de betekenis van deze interactie-effecten verwijzen we naar de discussie in paragraaf 6.7.

15 Y en Z zijn hier opgevat als grootheden met een negatief teken.

16 Dat wil zeggen: $ID-LG/pc + ID-LG/pd + ID-LG/nd^{min}$.

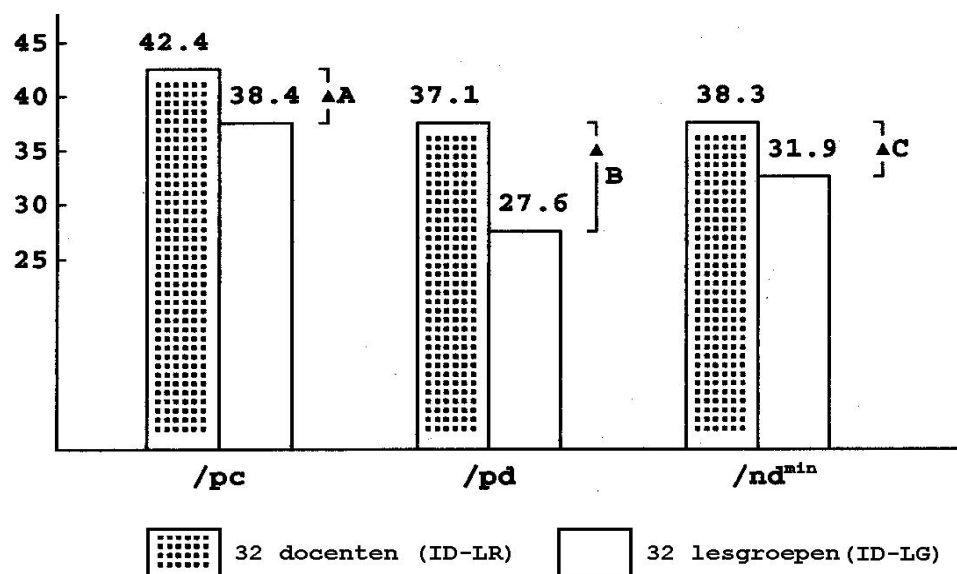
17 $ID-LR/pc + ID-LR/pd + ID-LR/nd^{min}$.

18 Bij de bespreking van de toetsing van de nevenhypothese komen we op dit effect terug.

Tabel 6.10

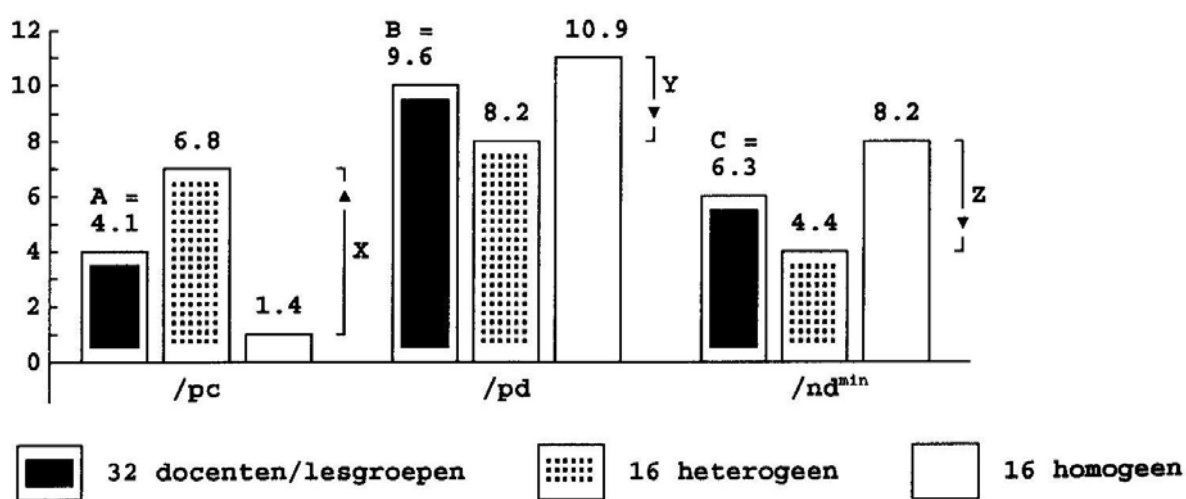
Gemiddelden en standaarddeviaties van de subscores van docenten (ID-LR) en lesgroepen (ID-LG) voor de totale onderzoeksgroep en uitgesplitst naar deelgroepen.

		Soorten waarnemers			
		Docenten (ID-LR)		Lesgroepen (ID-LG)	
Onderzoeks- (deel)groep	Interne-differentiatiegedrag	Gem.	Std.	Gem.	Std.
Alle docenten (n = 32)	/pc	42.4	6.34	38.4	3.25
	/pd	37.1	6.36	27.6	3.32
	/nd ^{min}	38.3	7.84	31.9	2.64
Moderne- Wiskunde (n = 16)	/pc	44.3	6.15	39.4	3.57
	/pd	36.3	6.59	26.9	3.01
	/nd ^{min}	38.4	6.12	32.4	2.70
Getal-en- Ruimte (n = 16)	/pc	40.6	6.18	37.3	2.55
	/pd	37.9	6.22	28.2	3.57
	/nd ^{min}	38.1	9.46	31.5	2.58
Heterogeen (n = 16)	/pc	44.4	5.35	37.6	3.18
	/pd	35.4	7.01	27.2	3.33
	/nd ^{min}	35.8	8.45	31.4	1.24
Homogeen (n = 16)	/pc	40.4	6.77	39.1	3.24
	/pd	38.9	5.28	27.9	3.38
	/nd ^{min}	40.7	6.56	32.5	3.50
Laag-homogeen (n = 8)	/pc	36.6	5.95	38.4	2.18
	/pd	38.4	5.93	29.5	3.59
	/nd ^{min}	40.1	6.79	33.0	3.19
Hoog-homogeen (n = 8)	/pc	44.3	5.44	39.8	4.07
	/pd	39.4	4.90	26.3	2.38
	/nd ^{min}	41.3	6.73	31.9	3.92



/pc = procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag
 /pd = produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag
 /nd^{min} = tegengestelde van non-differentiatiegedrag

Afbeelding 6.1 Waarneming van interne-differentiatiegedrag door docenten en lesgroepen in de vorm van gemiddelde ID-LR- en ID-LG-scores.



/pc = procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag
 /pd = produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag
 /nd^{min} = tegengestelde van non-differentiatiegedrag

Afbeelding 6.2 Waarnemingsverschillen tussen docenten en lesgroepen in de vorm van verschillen in gemiddelde ID-LR- en ID-LG-scores voor de totale onderzoeksgroep (A, B en C komen overeen met afbeelding 6.1) met uitsplitsing naar groeperingsvormen.

6.5.3 *De toetsing van hoofdhypothese 1 betreffende wiskundemethoden*

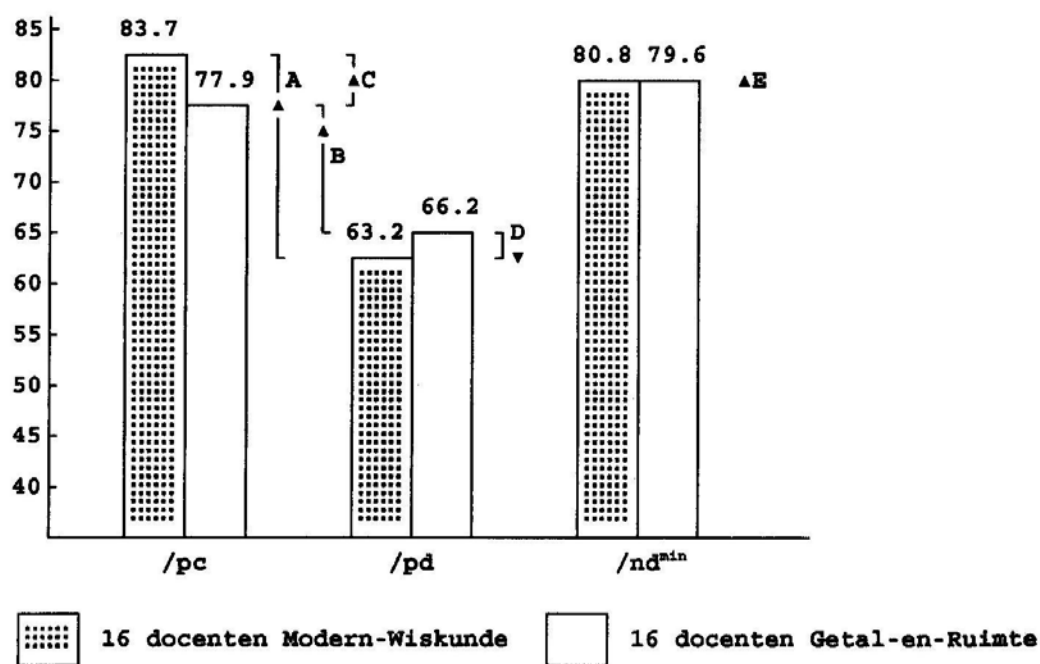
Hoofdhypothese 1 luidt: 'De mate waarin een wiskundemethode de nadruk legt op een bepaalde interne-differentiatiemethodiek, heeft een positieve invloed op de mate waarin de docenten overeenkomstig die methodiek handelen.' Deze hypothese spreekt zich niet uit over de invloed van de interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden op het totale interne-differentiatiegedrag van wiskundedocenten. In tabel 6.9 zien we bij effect 3 dat er geen significant verschil bestaat tussen het totale interne-differentiatiegedrag van Getal-en-Ruimte- en Moderne-Wiskunde-docenten. Bij effect 9 zien we bovendien dat effect 3 gebaseerd is zowel op de scores van de docenten als op die van de leerlingen. We kunnen dus de volgende conclusie formuleren.

Conclusie 1a : Het gebruik van Moderne-Wiskunde leidt niet tot meer of minder totaal interne-differentiatiegedrag dan het gebruik van Getal-en-Ruimte. Anders gezegd, de proces- dan wel produktgeoriënteerdheid van de interne-differentiatiemethodiek van een wiskundemethode leidt op zichzelf niet tot een grotere of kleinere omvang van het totale interne-differentiatiegedrag van wiskundedocenten die die methoden gebruiken.

Verder zien we in tabel 6.9 bij effect 15 dat wiskundemethoden niet op alle vormen van interne-differentiatiegedrag dezelfde uitwerking hebben. Bij effect 21 is bovendien te zien dat verschillen tussen waarnemers hierbij geen rol spelen. Daarom maken we bij de volgende analyses gebruik van de sommatie van docenten- en lesgroepscores (ID/pc , ID/pd en ID/nd^{min}). In afbeelding 6.3 zijn de gemiddelde scores voor de drie vormen van interne-differentiatiegedrag weergegeven, uitgesplitst naar wiskundemethode. We zien dat het vooral gaat om verschillen tussen procesgeoriënteerd en produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag en dat deze verschillen in de verwachte richting liggen. In eerste instantie kunnen we concluderen dat het verschil tussen procesgeoriënteerd en produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag bij Moderne-Wiskunde-docenten (A) significant groter is dan bij Getal-en-Ruimte-docenten (B). Dit verschil is in de verwachte richting en geeft dus steun aan hoofdhypothese 1. Omdat het onderzoek naar covariaten nog moet plaatsvinden, formuleren de volgende voorlopige conclusie.

Voorlopige conclusie 1b : Het interne-differentiatiegedrag van wiskundeleraars wordt door Moderne-Wiskunde in procesgeoriënteerde, door Getal-en-Ruimte in produktgeoriënteerde richting beïnvloed. Anders gezegd, de interne-differentiatie-methodiek van wiskundemethoden beïnvloedt het interne-differentiatiegedrag van wiskundeleraars in een richting die overeenkomt met de aard van die methodiek.

Beschouwen we vervolgens de verschillen tussen wiskundemethoden voor de drie vormen van interne-differentiatiegedrag afzonderlijk, dan vinden we alleen een significant verschil in de verwachte richting bij procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag (C verschilt significant van 0). Dat wil zeggen dat het gebruik van een methode die meer nadruk legt op een procesgeoriënteerde interne-differentiatie-methodiek (Moderne-Wiskunde), leidt tot meer procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag dan het gebruik van een methode die dat minder doet (Getal-en-Ruimte). Bij produktgeoriënteerd interne-differentia-



/pc = procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag
 /pd = produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag
 /nd^{min} = tegengestelde van non-differentiatiegedrag

Afbeelding 6.3 Interne-differentiatiegedrag van Moderne-Wiskunde- en Getal-en-Ruimte-docenten in de vorm van gemiddelde ID-scores.

Tabel 6.11

Resultaten van de toetsing van hoofdhypothese 1. Aangegeven is of wiskundeleraars die gebruik maken van de methode Moderne-Wiskunde meer (+), even veel (0) of minder (–) interne-differentiatiegedrag vertonen dan wiskundeleraars die gebruik maken van de methode Getal-en-Ruimte, en op welke soorten waarnemers dit gebaseerd is.

Soort interne-differentiatiegedrag	Soort waarnemers			Volgens de hypothese
	Docenten en lesgroepen samen	Alleen docenten	Alleen lesgroepen	
Proces- minus produktgeoriënteerd	+	+	+	+
Procesgeoriënteerd	+	+	+	+
Produktgeoriënteerd	0	0	0	–
Tegengestelde van non-differentiatiegedrag	0	0	0	0

gedrag is het verschil tussen beide methoden (D) ook in de verwachte richting, maar niet significant. Dit betekent dat het gebruik van een methode die meer nadruk legt op een produktgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek (Getal-en-Ruimte) niet in absolute zin leidt tot meer produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag dan het gebruik van een methode die dat minder doet (Moderne-Wiskunde). Ook bij non-differentiatiegedrag wordt geen verschil tussen wiskundemethoden gevonden (E).

In tabel 6.11 hebben we de resultaten van de toetsing van hoofdhypothese 1 schematisch samengevat. We constateren dat deze resultaten steun geven aan hoofdhypothese 1. Ten behoeve van het verdere onderzoek naar de rol van covariaten formuleren we tot slot de volgende twee (significante) hoofdeffecten met betrekking tot voorlopige conclusie 1b:

Hoofdeffect I - Het gebruik van een wiskundemethode die meer nadruk legt op de procesgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek (Moderne Wiskunde) beïnvloedt het proces-produkt-verschil in het interne-differentiatiegedrag (ID/pc minus ID/pd) in de procesgeoriënteerde richting, het gebruik van een wiskundemethode die meer nadruk legt op de produktgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek (Getal-en-Ruimte) beïnvloedt dat proces-produkt-verschil in de produktgeoriënteerde richting.

Hoofdeffect II - Het gebruik van een wiskundemethode die meer nadruk legt op de procesgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek (Moderne-Wiskunde) leidt tot meer procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag van wiskundedocenten (ID/pc) dan het gebruik van een wiskundemethode die dat minder doet (Getal-en-Ruimte).

Beide hoofdeffecten vinden steun in de scores van de docenten zowel als van de lesgroepen.

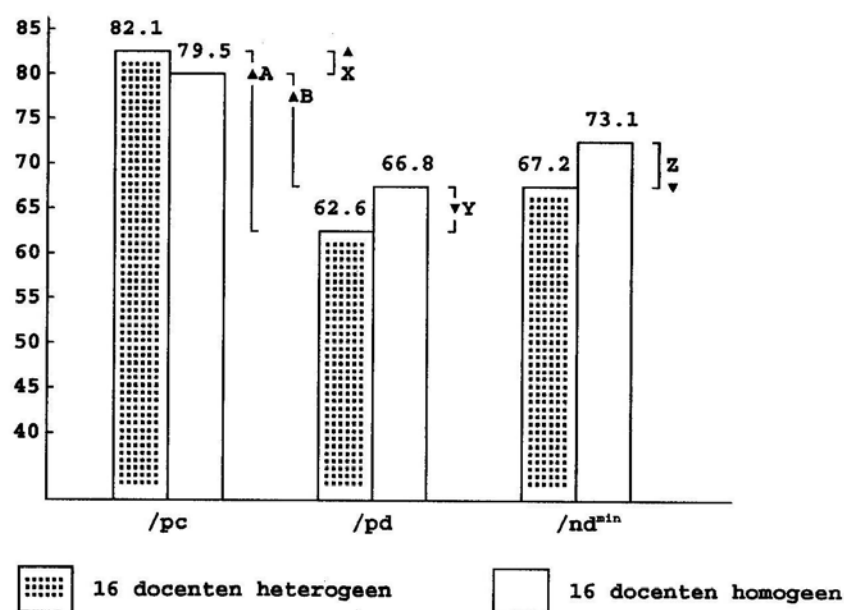
6.5.4 *De toetsing van hoofdhypothese 2 betreffende groeperingsvormen*

Hoofdhypothese 2 luidt: 'Wiskundedocenten die lesgeven in heterogene lesgroepen vertonen meer interne-differentiatiegedrag dan wiskundedocenten die lesgeven in homogene lesgroepen.' In tabel 6.9 zien we bij effect 1 dat er inderdaad sprake *kan* zijn van invloed van de factor groeperingsvormen op het totale interne-differentiatiegedrag.¹⁹ In tabel 6.10 zien we echter dat dit effect tegengesteld is aan hoofdhypothese 2: bij de heterogene lesgroepen is het gemiddelde van de zes gemiddelde scores voor interne-differentiatiegedrag 35.3, terwijl dit bij homogene lesgroepen groter, namelijk 36.6 is. Bij effect 7 in tabel 6.9 is te zien dat bij effect 1 geen verschillen tussen de scores van docenten en lesgroepen een rol spelen. We constateren dat deze gegevens in strijd zijn met hoofdhypothese 2 en formuleren de volgende conclusie.

Conclusie 2a : Wiskundedocenten die lesgeven in heterogene lesgroepen, praktiseren niet méér totaal interne-differentiatiegedrag dan wiskundedocenten die lesgeven in homogene lesgroepen.

De resultaten doen zelfs vermoeden dat wiskundedocenten in heterogene lesgroepen minder interne-differentiatiegedrag praktiseren dan wiskundedocenten in homogene lesgroepen, een effect dat dan niet alleen bestaat in de zelfwaarneming van de docenten maar waarschijnlijk ook in hun overte gedrag. Bij effect 13 zien we echter dat de relatie tussen groeperingsvormen en interne-differentiatiegedrag niet voor alle drie vormen dezelfde is. Effect 19 laat bovendien zien dat verschillen tussen waarnemers een rol spelen.

19 De gehalveerde overschrijdingskans is 0.059.



/pc = procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag
 /pd = produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag
 /nd^{min} = tegengestelde van non-differentiatiegedrag

Afbeelding 6.4 Interne-differentiatiegedrag van docenten in heterogene en homogene lesgroepen in de vorm van gemiddelde ID-scores.

In afbeelding 6.4 zijn weergegeven de gemiddelde scores voor de verschillende vormen van interne-differentiatiegedrag gesommeerd voor soorten waarnemers en uitgesplitst naar groeperingsvormen. We merken op dat de richting van de effecten met uitzondering van procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag (ID/pc) tegengesteld is aan de verwachting in hoofdhypothese 2.²⁰ Beschouwen we voorts de gemiddelde scores per vorm van interne-differentiatiegedrag, dan blijkt het verschil in *procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag* tussen docenten in heterogene en homogene lesgroepen (X) weliswaar de verwachte richting te hebben, maar niet significant te zijn. In paragraaf 6.5.2 zagen we echter op grond van effect 19 in tabel 6.9 dat bij heterogene lesgroepen een grotere discrepantie tussen de procesgeoriënteerde scores van docenten (ID-LR/pc) en lesgroepen (ID-LG/pc) optreedt dan bij homogene lesgroepen. Als we de implicatie van hoofdhypothese 2 voor procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag toetsen voor docenten en lesgroepen afzonderlijk, dan blijkt dat docenten in heterogene lesgroepen significant meer procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag te

20 Y en Z in afbeelding 6.4 zijn negatief in plaats van positief.

kennen geven dan docenten in homogene lesgroepen (gemiddelden 44.4 en 40.4).²¹ Voor de lesgroepen wordt echter een omgekeerd effect gevonden (gemiddelden 37.6 en 39.1). De verwerping van hoofdhypothese 2 voor procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag is dus voornamelijk gebaseerd op de waarneming van de lesgroepen.

Tabel 6.12

Resultaten van de toetsing van hoofdhypothese 2. Aangegeven is of wiskundedocenten in heterogene lesgroepen meer (+), even veel (0) of minder () interne-differentiatiegedrag vertonen dan wiskundedocenten in homogene lesgroepen en op welke soort waarnemers dit gebaseerd is.

Soort interne-differentiatiegedrag	Soort waarnemers			Volgens de hypothesen
	Docenten en lesgroepen samen	Alleen docenten	Alleen lesgroepen	
Procesgeoriënteerd	0	+)	+
Produktgeoriënteerd	0	0	0	+
Tegengestelde van non-differentiatiegedrag))	0	+
Proces- minus produktgeoriënteerd	+	+	0	0

Zoals we reeds opmerkten, is het verschil in *produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag* (ID/pd) tussen docenten in heterogene en homogene groepen (Y in afbeelding 6.4) tegengesteld aan de verwachte richting. De tweezijdige overschrijdingskans²² van 0.125 doet zelfs een sterk omgekeerd effect vermoeden. In paragraaf 6.5.2 zagen we dat ook bij produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag (ID/pd) docenten en lesgroepen per groeperingsvorm verschillen in waarneming vertonen (effect 19 in tabel 6.9). De gemiddelde scores van de lesgroepen (ID-LG/pd) blijken per groeperingsvorm nauwelijks te verschillen (bij heterogene lesgroepen 27.2, bij homogene 27.9).²³ De gemiddelde scores van de docenten (ID-LR/pd) per groeperingsvorm verschillen wel sterk (bij heterogene lesgroepen 35.4, bij homogene 38.9). De tweezijdige overschrijdingskans²⁴ is 0.121. De verwerping van hoofdhypothese 2 voor produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag is dus gebaseerd zowel op de waarneming van de docenten als op die van de lesgroepen.

21 Zie tabel 6.10, waarin ook de standaarddeviaties vermeld zijn.

22 Bij T-toets voor het verschil tussen twee gemiddelden.

23 Zie tabel 6.10.

24 Zie noot 22.

Het vermoeden van een sterk tegengesteld effect komt alleen voort uit de scores van de docenten.

Bij *non-differentiatiegedrag* treffen we een vergelijkbaar patroon aan als bij produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag. Het verschil in tegengestelde van non-differentiatiegedrag (ID/nd^{min}) tussen docenten in heterogene en homogene groepen (Z in afbeelding 6.4) ligt niet in de verwachte richting. De tweezijdige overschrijdingskans is zelfs kleiner dan 0.10. Ook ten aanzien van non-differentiatiegedrag moet hoofdhypothese 2 dus verworpen worden en is er eerder sprake van een sterk omgekeerd effect. Ook nu zijn de resultaten niet voor beide soorten waarnemers hetzelfde. Heterogene en homogene lesgroepen rapporteren geen significant verschil in non-differentiatiegedrag (het $ID-LG/nd^{min}$ -gemiddelde van heterogene lesgroepen is 31.4, dat van homogene lesgroepen 32.5).²⁵ Bij docenten is er wel sprake van een sterk verschil ($ID-LR/nd^{min}$ -gemiddelde van docenten in heterogene lesgroepen 35.8, van docenten in homogene lesgroepen 40.7). De tweezijdige overschrijdingskans²⁶ is 0.078. Ook de verwerping van hoofdhypothese 2 met betrekking tot non-differentiatiegedrag is dus gebaseerd op de waarneming van zowel docenten als leerlingen. Het sterke, tegengestelde effect is echter voornamelijk gebaseerd op de waarneming van de docenten.

Tot slot bekijken we de betekenis van effect 13 in tabel 6.9. Dit effect komt erop neer dat het *verschil in proces- en produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag* (ID/pc minus ID/pd) bij docenten in heterogene lesgroepen groter is dan bij docenten in homogene lesgroepen (A is in afbeelding 6.4 significant groter dan B). Het gaat hierbij om een niet geprediceerd verschil in interne-differentiatiegedrag tussen docenten in heterogene en homogene lesgroepen. Beschouwen we effect 13 echter in het licht van effect 19, dan zien we voor afzonderlijke soorten waarnemers, dat docenten in heterogene lesgroepen wel meer proces- minus produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag rapporteren dan docenten in homogene lesgroepen²⁷, maar dat zo'n verschil bij lesgroepen niet voorkomt.²⁸ Het verschil is dus vooral gebaseerd op de waarnemingen van de docenten. De waarnemingen van de leerlingen doen het gemeenschappelijke effect echter niet teniet. We merken nog op dat effect 13 zich beperkt tot het verschil tussen proces- en produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag. Met non-differentiatiegedrag worden dergelijke verschillen niet gevonden.

25 Zie tabel 6.10.

26 Bij T-toets voor verschil tussen twee gemiddelden.

27 $ID-LR/pc - ID-LR/pd$ is voor docenten in heterogene lesgroepen gemiddeld 9.1, voor docenten in homogene lesgroepen 1.6; standaarddeviaties 10.20 en 7.92.

28 $ID-LG/pc - ID-LG/pd$ is voor heterogene lesgroepen gemiddeld 10.4, voor homogene lesgroepen 11.2; standaarddeviaties 4.29 en 4.76.

In tabel 6.12 hebben we van deze resultaten een schematisch overzicht gemaakt. Duidelijk is dat er onvoldoende steun gevonden wordt voor hoofdhypothese 2 en dat de significante effecten van groeperingsvormen op interne-differentiatiegedrag vooral berusten op de waarneming van de docenten. Ten behoeve van het onderzoek naar de rol van covariaten formuleren we nu twee significante hoofdeffecten, waarvan de ene in strijd is met hoofdhypothese 2, terwijl de andere in hoofdhypothese 2 niet aan de orde was:

Hoofdeffect III - Wiskundedocenten die lesgeven in heterogene lesgroepen, vertonen meer non-differentiatiegedrag (ID/nd) dan wiskundedocenten die lesgeven in homogene lesgroepen.

Hoofdeffect IV - Wiskundedocenten die lesgeven in heterogene lesgroepen, vertonen grotere proces-produkt-verschillen in hun interne-differentiatiegedrag in de proces-richting (ID/pc minus ID/pd) dan wiskundedocenten die lesgeven in homogene lesgroepen.

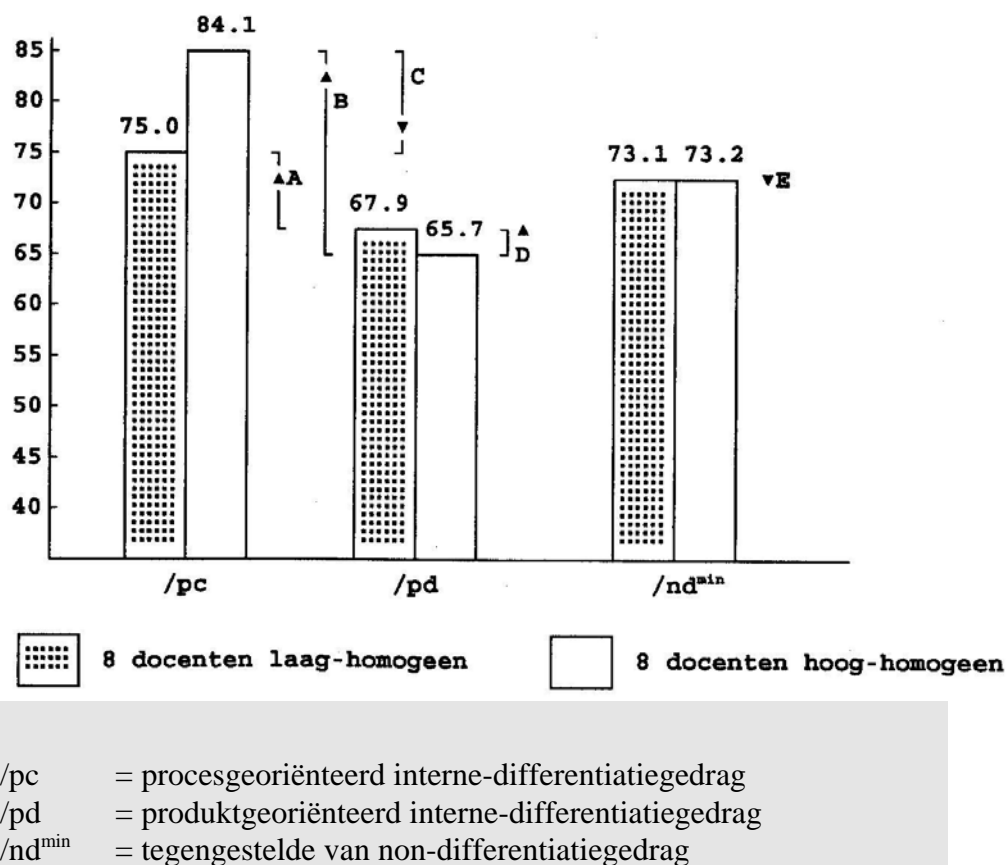
Beide hoofdeffecten vinden alleen steun in de scores van de docenten, niet in die van de lesgroepen.

6.5.5 *De toetsing van de nevenhypothese betreffende algemene lesgroepniveaus*

De nevenhypothese luidt: 'Wiskundedocenten die lesgeven in homogene laag-niveaulesgroepen vertonen even veel interne-differentiatiegedrag als wiskundedocenten die lesgeven in homogene hoog-niveaulesgroepen.' We merken op dat de toetsingen bij deze nevenhypothese slechts gebaseerd zijn op 16 docenten (8 in laag- en 8 in hoog-niveaugroepen), hetgeen betekent dat de conclusies met enige voorzichtigheid gehanteerd moeten worden. In tabel 6.9 zien we bij effect 2 dat de nevenhypothese bevestigd wordt voor het totale interne-differentiatiegedrag. Effect 8 laat nu verder zien dat met betrekking tot dit totale interne-differentiatiegedrag in homogene laag-niveaulesgroepen andere waarnemingsverschillen tussen lesgroepen en docenten optreden dan in homogene hoog-niveaulesgroepen. Uit effect 20 leiden we af dat dergelijke verschillen in waarnemingsverschillen zich in min of meer gelijke mate voordoen bij alle drie vormen van interne-differentiatiegedrag. We hebben hier dus te doen met een sommatie-effect. Na inspectie van de betreffende gemiddelden in tabel 6.10 kunnen we de volgende voorlopige conclusie trekken.

Voorlopige conclusie 3a : Wiskundedocenten die lesgeven in homogene laag-niveaulesgroepen, vertonen in hun zelfwaarneming minder totaal interne-differentiatiegedrag dan wiskundedocenten die lesgeven in homogene hoog-niveaulesgroepen. In de waarneming van hun leerlingen is dit echter net andersom.

Een effect dat nadere beschouwing vraagt, is effect 14. Hoewel dit effect net niet significant is, doet het vermoeden, dat er verschillen tussen docenten in homogene laag- en hoog-niveaulesgroepen bestaan met betrekking tot de mate waarin zij bepaalde vormen van interne-differentiatiegedrag praktizeren. In afbeelding 6.5 zijn de gemiddelde scores voor de diverse vormen van interne-differentiatiegedrag opgenomen per algemeen lesgroepniveau. We zien dat het daarbij gaat om verschillen tussen procesgeoriënteerd en produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag. Ook nu gaat het in eerste instantie om verschillen in de mate waarin docenten deze beide vormen van interne-differentiatiegedrag praktizeren (ID/pc minus ID/pd). Dat wil zeggen dat A in afbeelding 6.5 significant verschilt van B.



Afbeelding 6.5 Interne-differentiatiegedrag van docenten in homogene laag- en hoog-niveaulesgroepen in de vorm van de gemiddelde ID-scores.

Tabel 6.13

Resultaten van de toetsing van de nevenhypothese. Aangegeven is of wiskundeleraars in homogene laag-niveaulesgroepen meer (+), even veel (0) of minder (-) interne-differentiatiegedrag vertonen dan wiskundeleraars in homogene hoog-niveaulesgroepen, en op welke soort waarnemers dit gebaseerd is.

Soort interne-differentiatiegedrag	Soort waarnemers			Volgens de hypothese
	Docenten en lesgroepen samen	Alleen docenten	Alleen lesgroepen	
Procesgeoriënteerd))	0	0
Produktgeoriënteerd	0	0	0	0
Tegengestelde van non-differentiatiegedrag	0	0	0	0
Proces- minus produktgeoriënteerd)))	0

Effect 20 in tabel 6.9 laat zien dat dit verschil gebaseerd is op de scores van de docenten zowel als van de lesgroepen.

Bij afzonderlijke toetsing van de verschillen tussen homogene laag- en hoog-niveaulesgroepen per vorm van interne-differentiatiegedrag blijkt nu verder alleen het verschil bij procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag significant te zijn (C in afbeelding 6.5).²⁹ Uitsplitsing van dit effect naar soorten waarnemers laat echter zien dat het zich alleen voordoet in de scores van de docenten.³⁰

In tabel 6.13 hebben we de resultaten van de toetsingen samengevat. Geconcludeerd kan worden dat zij de nevenhypothese grotendeels ondersteunen: docenten in homogene laag- en hoog-niveaulesgroepen verschillen niet met betrekking tot produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag en non-differentiatiegedrag. Met betrekking tot procesgeoriënteerd en proces- minus produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag zijn er wel significante effecten. Om drie redenen zullen we deze niet hoofdeffecten maar *neveneffecten* noemen: 1) het gaat om effecten bij de nevenhypothese, welke slechts zijdelings met de oorspronkelijke vraagstelling van het onderzoek samenhangt; 2) het aantal docenten waarop de bevindingen berusten, is gering; 3) het multivariate effect 14 (zie tabel 6.9) is net niet significant. We formuleren de significante neveneffecten nu als volgt.

29 De tweezijdige overschrijdingskans is 0.021.

30 Zie tabel 6.10. Het verschil bij docenten heeft een tweezijdige overschrijdingskans van 0.018, dat bij lesgroepen 0.387.

Neveneffect I - Wiskundedocenten die lesgeven in homogene laag-niveaulesgroepen, vertonen minder procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag (ID/pc) dan wiskundedocenten die lesgeven in homogene hoog-niveaulesgroepen.

Neveneffect II - Wiskundedocenten die lesgeven in homogene laag-niveaulesgroepen, vertonen grotere proces-produkt-verschillen in hun interne-differentiatiegedrag (ID/pc minus ID/pd) in de produktgeoriënteerde richting dan wiskundedocenten die lesgeven in homogene hoog-niveaulesgroepen.

Neveneffect I is voornamelijk gebaseerd op de scores van de docenten, terwijl neveneffect II op de scores van de docenten zowel als van de leerlingen berust.

6.6 *Effecten van covariaten (exploratieve analyse)*

In paragraaf 3.1 omschreven we als derde deel van onze onderzoeksvraagstelling, welke covariaten van invloed kunnen zijn op het interne-differentiatiegedrag van wiskundedocenten. Zoals afbeelding 3.1 laat zien, beperken we deze vraagstelling tot de hoofdeffecten van de onafhankelijke variabelen 'interne-differentiatie-methodieken van wiskundemethoden' en 'groeperingsvormen'.³¹ De vraag is dan in hoeverre de relevante covariaten verantwoordelijk gesteld kunnen worden voor die significante effecten die we gevonden hebben in verband met de hoofdhypothesen. We zullen deze vraag niet alleen beantwoorden voor hoofdeffecten, die in overeenstemming zijn met hypothesen, maar ook voor die er tegengesteld aan zijn of er niet door geprediceerd werden. De nevenhypothese en de gevonden neveneffecten laten we in dit verband buiten beschouwing, omdat het daarbij slechts om vermoedelijke effecten gaat.³² Bovendien is het aantal van 16 docenten waarop deze neveneffecten gevonden zijn, te klein om nog eens met een tweede onafhankelijke variabele (de covariaat) te kunnen werken.³³ We beperken ons verder tot effecten op de ID-scores (gesommeerde docent- en lesgroepscores) ongeacht of deze effecten door beide of door een van beide soorten waarnemers zijn bewerkstelligd.

31 Zie ook paragraaf 6.5.3 en 6.5.4.

32 Zie de vorige subparagraaf.

33 Bij dichotomisering van zo'n covariaat zou dan een design ontstaan met gemiddeld slechts 4 docenten per cel.

Tabel 6.14

Relevante covariaten bij de hoofdeffecten (n = 32). In de kolommen: de hoofdeffecten I t/m IV (kolom HE); de toetsingsgrootte (kolom T); de covariaten die significant correleren met de toetsingsgrootte (zie ook de legenda); significante correlaties van covariaten met toetsingsgroottes (kolom C); overschrijdingskansen van resteffecten na correctie van de toetsingsgrootte voor de betreffende covariaat (kolom P-rest).³⁴

HE	T	Covariaten	C	P-rest
I	ID/pc - ID/pd	Docentkenmerk DV	0.47	0.092
		Docentkenmerk LK	0.50	0.169
II	ID/pc	Docentkenmerk LK	0.41	0.081
		Docentkenmerk LZ	0.42	0.029
		Lesgroepkenmerk PM	0.50	0.111
		Schoolkenmerk OC	-0.48	0.002
III	ID/nd ^{min}	Docentkenmerk TH	0.62	0.103
		Lesgroepkenmerk SCZ	0.45	0.095
IV	ID/pc - ID/pd	Docentkenmerk DV	0.47	0.230
		Docentkenmerk LK	0.50	0.132

LEGENDA BIJ TABEL 6.14

Docentkenmerken

- DV Het **doel** van het onderwijs van de docent is vooral dat de leerlingen leren verantwoordelijkheid te dragen.
- LK Bij het beeld dat de docent zich van een leerling vormt, speelt het leerlingkenmerk *keuze van de leerling na de brugperiode* een belangrijke rol.
- LZ Bij het beeld dat de docent zich van een leerling vormt, speelt het leerlingkenmerk *zelfstandigheid* een belangrijke rol.
- TH De **tijd** in aantal minuten die de docent zegt in de les gemiddeld te besteden aan het verlenen van **hulp** aan zelfwerkende leerlingen.

Lesgroepkenmerken

- PM **P**ercentage **m**eisjes in de lesgroep.
- SCZ **S**taande **d**e **v**an de **e**oordeeling van de **c**apaciteiten van de leerlingen door de leerlingen **z**elf

Schoolkenmerk

- OC De school waar de docent werkt, is een **o**penbare (score 1) resp. **c**onfessionele school (score 2)

34 Deze overschrijdingskans is eenzijdig resp. tweezijdig genomen afhankelijk van de al of niet geprediceerde richting van het oorspronkelijke effect.

Om relevante covariaten op te sporen berekenen we eerst de correlaties tussen de afhankelijke variabelen der hoofdeffecten (de toetsingsgrootheden) en de in de paragrafen 3.3.3 en 6.2.1 besproken covariaten. Alleen die covariaten die een tweezijdig significante correlatie op 0.01-niveau met de toetsingsgrootheden vertonen, worden verder in beschouwing genomen. Deze *relevante* covariaten worden om de beurt en individueel ingebracht in een design van multivariate variantieanalyse met de afhankelijke variabele als toetsingsgrootheid. Daarbij wordt eerst gecorrigeerd voor de invloed van de covariaat op de toetsingsgrootheid alvorens de invloed van de betreffend onafhankelijke hoofdvariabele³⁵ op de toetsingsgrootheid wordt herberekend (het resteffect). Alleen als het resteffect niet langer significant is, komt de covariaat in aanmerking voor verdere beschouwing.³⁶ We merken daarbij op dat de overschrijdingskansen van de resteffecten bij hoofdeffect I en II eenzijdig zijn genomen, die bij de hoofdeffecten III en IV tweezijdig, dit in verband met de al of niet geprediceerde richting van de effecten. De resultaten van het onderzoek naar de covariaten zijn nu opgenomen in tabel 6.14. Zoals we in de rechter kolom van de tabel kunnen zien, is er alleen in de volgende gevallen sprake van een covariaat die het oorspronkelijke effect afzwakt en een niet significant resteffect veroorzaakt:

- *Hoofdeffect I* wordt afgezwakt door het docentkenmerk LK: bij het beeld dat de docent zich van een leerling vormt, speelt het leerlingkenmerk 'keuze van de leerling na de brugperiode' een belangrijke rol.
- *Hoofdeffect II* wordt afgezwakt door het lesgroepkenmerk PM: percentage meisjes in de lesgroep.
- *Hoofdeffect III* wordt afgezwakt door docentkenmerk TH: de tijd in aantal minuten die de docent zegt in de les gemiddeld te besteden aan het verlenen van hulp aan zelfwerkende leerlingen.
- *Hoofdeffect IV* wordt afgezwakt door docentkenmerk DV: het doel van het onderwijs van de docent is vooral dat de leerlingen leren verantwoordelijkheid te dragen;
en door docentkenmerk LK: bij het beeld dat de docent zich van een leerling vormt, speelt het leerlingkenmerk 'keuze van de leerling na de brugperiode' een belangrijke rol.

In paragraaf 6.7.2 en 6.7.3 gaan we nader in op de betekenis van deze covariaten.

35 Interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden of groeiperingsvormen.

36 Zie paragraaf 6.7.

6.7 Interpretatie, aanvullende analyses en voorlopige conclusies

6.7.1 Betrouwbaarheid, validiteit en leerlingenpercepties

a. De betrouwbaarheidsanalyses

In paragraaf 6.3.1 vonden we hoge *interbeoordelaarsbetrouwbaarheden* voor de lesgroepen. Tabel 6.4 laat zien dat deze vrijwel allemaal hoger zijn dan 0.80. De bruikbaarheid van de gemiddelde scores per lesgroep (ID-LG-scores) voor het verdere onderzoek wordt dus niet negatief beïnvloed door grote waarnemingsverschillen tussen leerlingen.

Een groter probleem vormen de *inhoudsbetrouwbaarheden* van de verschillende subvragenlijsten, die we in paragraaf 6.3.2 rapporteerden. Zoals tabel 6.5 laat zien, blijven de alfacoefficienten van de ID-LR-subvragenlijsten een stuk beneden het niveau van de betrouwbaarheden die gevonden werden in het constructieonderzoek voor de ID^o-LR. De verklaring hiervoor kan gezocht worden in drie omstandigheden. Ten eerste verschilde de volgorde waarin de vragen gesteld werden, en waren de vragen van de ID-LR niet langer "ingebod" in de afgevallen vragen, zoals bij de ID^o-LR nog het geval was. In de tweede plaats verschilde de situatie waarin de vragenlijsten werden afgenomen: in het constructieonderzoek gebeurde dat niet in het bijzijn van de klas, in het toetsingsonderzoek wel.

Waarschijnlijk het meest invloedrijk was het derde verschil: de wijze waarop de onderzoeksgroep werd samengesteld. Aan het constructieonderzoek deden hele wiskundesecties van scholen mee. Na afspraak met de voorzitter van de sectie werd de vragenlijst afgenomen aan het begin van een sectievergadering.³⁷ In die omstandigheid was het voor docenten niet goed mogelijk te weigeren aan het onderzoek mee te doen. Aan het toetsingsonderzoek deden echter alleen docenten mee die daartoe in vrijheid en individueel besloten hadden. We vermoeden dat docenten met uitgesproken houdingen en gedragswijzen op het gebied van interne differentiatie daardoor ondervertegenwoordigd zijn geweest in het toetsingsonderzoek. Een aanwijzing in deze richting is het feit dat vooral veel Getal-en-Ruimte-docenten in het constructieonderzoek na het invullen van de vragenlijst wantrouwende en negatieve reacties op de inhoud van de vragenlijst etaleerden, dit in tegenstelling tot de Getal-en-Ruimte-docenten in het toetsingsonderzoek. Opmerkelijk was bovendien dat onder de scholen die benaderd werden voor het toetsingsonderzoek, meer Getal-en-Ruimte-scholen dan Moderne-Wiskunde-scholen weigerden deel te nemen. Daarom kan de docentengroep van het

37 Alleen toevallige afwezigen in verband met ziekte of andere omstandigheden ontbraken.

toetsingsonderzoek een minder goede doorsnede van de totale populatie wiskundedocenten zijn geweest dan de groep in het constructieonderzoek. Deze verklaring wordt bevestigd door de verschillen in de gemiddelden en de standaarddeviaties die in beide onderzoeken gevonden werden. In tabel 6.15 zien we dat de docenten van het constructieonderzoek over het algemeen meer interne-differentiatiegedrag vertoonden dan die in het toetsingsonderzoek. Ook waren vier van de zes standaarddeviaties in het constructieonderzoek aanzienlijk groter dan die in het toetsingsonderzoek.³⁸ Dit betekent dat er in de groep van het constructieonderzoek enerzijds meer interne-differentiatiegedrag³⁹ en anderzijds een grotere spreiding van dat gedrag bestond. Daar het optreden van extreme tendensen in een onderzoeksgroep een verhogende werking heeft op de betrouwbaarheidscoëfficiënt van een vragenlijst, vormt dit vermoedelijk de belangrijkste achtergrond van het gegeven dat in het toetsingsonderzoek de subvragenlijsten minder gedragsconsistentie te zien geven dan in het constructieonderzoek.⁴⁰

Tabel 6.15

Gemiddelde somscores en standaarddeviaties van de subvragenlijsten voor docenten in het constructieonderzoek (ID°-LR/pc/pd/nd) en in het toetsingsonderzoek (ID-LR/pc/pd/nd).

Subvragenlijsten	Groepen docenten	Constructieonderzoek ID°-LR			Toetsingsonderzoek ID-LR		
		Gem.	Std.	n	Gem.	Std.	n
/pc	Docenten MW	44.6	8.41	13	44.2	6.15	16
	Docenten GR	37.1	7.70	14	40.6	6.19	16
/pd	Docenten MW	39.7	5.61	14	36.3	6.59	16
	Docenten GR	40.1	13.02	14	37.9	6.22	16
/nd ^{min}	Docenten MW	47.1	5.68	11	38.4	6.12	16
	Docenten GR	47.2	10.91	13	38.1	9.46	16

38 Aansluitend bij de voorgaande opmerkingen merken we op dat het hierbij vooral gaat om de Getal-en-Ruimte-docenten.

39 De enige uitzondering hierop vormen de Getal-en-Ruimte-docenten met betrekking tot procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag.

40 Vaak wordt over het hoofd gezien dat betrouwbaarheidscoëfficiënten niet alleen een kenmerk zijn van het onderzoeksinstrument alleen, maar ook gekoppeld zijn aan de populatie waarvoor het onderzoeksinstrument gebruikt wordt. Gebruikt men het instrument op een deelpopulatie dan hoeft men niet dezelfde (hoge) betrouwbaarheidscoëfficiënten te verwachten.

We kunnen nu bovendien in overweging nemen, dat het bij interne-differentiatiegedrag om een tamelijk complex begrip gaat, dat niet meetbaar is door de registratie van eenvoudige, ogenblikkelijk waarneembare feiten. Eerder gaat het om gedragscomplexen die alleen waarneembaar zijn in de loop van een langere periode en in een veelheid aan situaties. De vragen van de vragenlijst voor interne-differentiatiegedrag hebben daarom in het algemeen een gecompliceerd karakter: vaak moet onderscheid gemaakt worden tussen verschillende groepen leerlingen, van gedragscategorieën moet beoordeeld worden of zij op een van die groepen gericht worden, ingeschat moet worden of dit frequent of minder frequent gebeurt. Hoge betrouwbaarheidscoëfficiënten zijn daarbij minder snel te verwachten, dan bij vragenlijsten over eenvoudige gedragsvormen. Dit neemt niet weg dat naar de inhoudsbetrouwbaarheid van de vragenlijst over interne-differentiatiegedrag in de toekomst nader onderzoek gedaan moet worden. Mits afgenomen op een grotere groep kan dan ook met behulp van factoranalyse onderzocht worden of er sprake is van onafhankelijke tendensen in het interne-differentiatiegedrag van wiskundedocenten.

We merken tot slot op dat de alfacoëfficiënten van de ID-LG/pc- en ID-LG/pd-scores tamelijk veel groter zijn dan die van de ID-LR/pc- en de ID-LR/pd-scores (zie tabel 6.5). Die van de ID-LG/pd-scores nadert zelfs het 0.80-niveau. Die van de ID-LG/nd-scores daarentegen is een stuk lager dan die van de ID-LR/nd-scores. Vergelijkingsmateriaal, zoals uit het constructieonderzoek voor de docentenvragenlijst, ontbreekt in dit geval. Voor de geringe omvang van deze alfacoëfficiënten van de lesgroepen is een vergelijkbare verklaring aan te voeren als voor die van de docenten: als uitgesproken tendensen in het interne-differentiatiegedrag van docenten ontbreken, zullen deze ook door lesgroepen niet worden waargenomen.

b. De validiteitscontroles

In paragraaf 4.5 bespraken we twee criteria voor de validiteit van de vragenlijsten voor docenten, te weten een intern criterium, door ons 'cognitieve validiteit' genoemd, en een extern criterium, 'overtre-gedragsvaliditeit' genoemd. In paragraaf 6.3.3 en 6.3.4 zijn de correlatiecoëfficiënten voor beide vormen van validiteit gegeven (tabel 6.6 en 6.7). Tabel 6.6 laat zien dat de correlatie tussen de ID-LR/pc en de ID-LR/pd niet significant van nul verschilt. Dit komt overeen met de bevindingen in het constructieonderzoek en bovendien doet zich hetzelfde voor met betrekking tot de lesgroepscores. Voorts zien we in tabel 6.6 een overeenkomstige situatie met betrekking tot de correlatie tussen de ID-LR/pc en de ID-LR/nd^{1min}. We kunnen hieruit concluderen dat de cognitieve validiteit van de ID-LR/pc als meetinstrument voor procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag voldoende is aangetoond.

Minder eenvoudig ligt dit bij de ID-LR/pd en de ID-LR/nd^{min}. Tabel 6.6 laat zien dat hun correlatie niet significant van nul verschilt, maar dat dit gegeven in strijd is met de positieve samenhang die gevonden werd in het constructieonderzoek en die zich eveneens manifesteert in de lesgroepscores. Dit betekent dat de cognitieve gedragsvaliditeit van de ID-LR/pd en de ID-LR/nd^{min} als meetinstrumenten van twee onafhankelijke gedragstendenties onvoldoende is aangetoond.

In tabel 6.7 is te zien dat de overte-gedragsvaliditeit van de subvragenlijsten van de ID-LR laag is. De verwachte correlaties met de ID-LG-scores zijn weliswaar alle drie positief (zoals verwacht), maar alleen die van de ID-LR/nd^{min} verschilt significant van nul. Uit het feit dat de correlaties alle drie de verwachte richting hebben, mogen we voorzichtig concluderen dat er sprake is van een geringe positieve samenhang. De mogelijkheid bestaat nu dat de geringe overte-gedragsvaliditeiten van de ID-LR/pc en de ID-LR/pd veroorzaakt worden door een beperkt aantal docenten met hun lesgroepen (zogenaamde uitbijters). In de afbeeldingen P1 t/m P3 van bijlage 6.4 hebben we daarom per subvragenlijst de puntenwolken weergegeven van de docent- en lesgroepscores. De puntenwolk voor procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag blijkt een min of meer ronde vorm te hebben. Dit betekent dat er geen typische uitbijters zijn. De gebrekkige overte-gedragsvaliditeit van de ID-LR/pc is dus een "over-all" verschijnsel.

Anders ligt dit bij de ID-LR/pd. In de linker bovenhoek (hoge docentscore en lage lesgroepscore) van de puntenwolk bevindt zich een uitbijter. Deze kan echter worden opgevat als de uiterste van een groepje van vijf uitbijters, waarvan de andere vier weliswaar minder extreem maar toch opvallend van de rest van de totale groep afwijken in dezelfde richting. Reeds bij het validiteitsonderzoek in paragraaf 4.5 zagen we, dat de mogelijkheid bestaat dat docent en lesgroep bepaalde produktgeoriënteerde vragenlijstitems verschillend interpreteren in termen van 'werkelijk verleende' respectievelijk 'mogelijk te verkrijgen' hulp.⁴¹ Om na te gaan of er hier bij de vijf uitbijters ook sprake kan zijn van dit fenomeen, hebben we in tabel 6.16 een overzicht gegeven van de verschillen tussen de scores van deze vijf docenten en hun lesgroepen per item van de produktgeoriënteerde subvragenlijst. Daaruit komen de vragen 6, 8, 10, 13, 15, 35 en 44 naar voren als vragen met een gemiddeld waarnemingsverschil van 1.5 of meer. Van deze zeven vragen⁴² kunnen er vier betrekking hebben op het verlenen van hulp aan de leerlingen door de docent (vraag 6, 8, 15, 35). Een extra aanwijzing dat daar de oorzaak van het uitbijten gelegen kan zijn, vonden we in de lesopbouw van deze vijf docenten. In vergelijking met de andere 27 docenten besteedden zij gemiddeld 30 in plaats van 24 minuten van de les aan hulp bij en stimuleren van zelfwerk door

41 Zie subparagraaf 4.5.2 en bijlage 4.1.

42 Zie tabel 4.7.

leerlingen.⁴³ We vinden hier een aanwijzing dat interne-differentiatiegedrag en de waarneming daarvan door de leerlingen op onderdelen kan samenhangen met de opbouw en inrichting van de les.

Tabel 6.16

Verschillen tussen de docent- en lesgroepscores per item van de ID/pd voor de vijf uitbijters in afbeelding P2 (zie bijlage 6.4), alsmede per item de gemiddelden van deze verschillen.

Items waarbij een gemiddelde docent-lesgroep-verschil van 1.5 of meer optreedt, zijn gemerkt met een asterisk (*).

Vragen- lijst item	Docent \$1	Docent \$2	Docent \$3	Docent #	Docent \$4	Gemid- delde
2	2.6	1.6	1.5	0.7	0.9	1.46
4	1.8	-0.2	2.8	1.6	1.4	1.46
6 *	2.3	2.3	1.5	-0.6	2.1	1.53
8 *	1.7	2.1	1.6	3.2	1.7	2.08
10 *	0.0	2.5	1.5	0.9	2.6	1.50
13 *	1.9	1.7	0.5	3.1	0.6	1.56
15 *	2.2	1.4	3.1	2.1	1.9	2.13
16	-0.5	-0.2	-0.5	2.8	0.8	0.46
23	0.6	2.1	1.5	0.9	1.7	1.35
32	1.0	0.8	-0.3	3.1	0.5	1.01
35 *	0.5	1.8	1.7	0.9	2.8	1.53
37	0.0	1.0	0.0	2.8	0.0	0.76
39	1.3	1.2	0.4	0.5	1.7	1.01
42	0.5	1.5	3.5	2.0	-0.9	1.31
44 *	2.6	2.0	0.7	0.7	2.6	1.71

De vraag deed zich nu voor of deze vijf uitbijters in de verdere analyses van de onderzoeksgegevens gehandhaafd moesten worden of niet. Drie overwegingen zijn daarbij van belang. In de eerste plaats zouden we bij verwijdering van deze vijf docenten ook al hun andere scores overboord gooien. De resterende onderzoeksgroep zou daardoor te klein worden. In de tweede plaats praktizeren deze docenten kennelijk een lesopbouw, die afwijkt van die van hun collega's maar desondanks relevant is voor het wiskundeonderwijs. Verwijdering van deze vijf docenten zou de betekenis van het onderzoek voor het gehele wiskundeonderwijs verkleinen. In de derde plaats is een hoge overte-gedragvaliditeit niet een absolute vereiste voor een docentenvragenlijst. Als blijkt dat zo'n vragenlijst een geringe overte-gedragvaliditeit heeft, dan nog kan zij een maat voor de subjectieve

43 Dit volgens de eigen opgave van docenten. Of het verschil significant is of niet, is in het kader van ons onderzoek niet van belang, aangezien het hier slechts gaat om het verkrijgen van aanwijzingen voor verder onderzoek.

kennisgrondslag van dat gedrag zijn. Om die redenen hebben we de vijf betreffende docenten bij de verdere analyses niet achterwege gelaten. Alvorens nu conclusies te trekken uit de hier besproken gegevens, bespreken we eerst de toetsing van de perceptiehypothese.

c. De perceptiehypothese

In paragraaf 6.5.2 gaven we de resultaten van de toetsing van de perceptiehypothese zoals geformuleerd in paragraaf 3.4.1. Daaruit blijkt dat de hypothese aanvaard moet worden: lesgroepen nemen minder interne-differentiatiegedrag waar dan hun docenten, zowel met betrekking tot procesgeoriënteerd en produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag als met betrekking tot het tegengestelde van non-differentiatiegedrag.

d. Conclusies

Overzien we het geheel van de in deze subparagraaf besproken gegevens dan valt op, dat in het toetsingsonderzoek de ID-LG-scores de criteria voor inhoudsbetrouwbaarheid beter benaderen dan de ID-LR-scores. Ook sluiten de cognitieve-validiteitsgegevens van de ID-LG-scores beter aan bij die van de ID^o-LR-scores dan bij die van de ID-LR-scores. Bovendien zijn de interbeoordelaarsbetrouwbaarheden van de lesgroepen in het algemeen genomen hoog. Dit betekent dat als we uit de toetsing van de hypothesen conclusies trekken over het overte interne-differentiatiegedrag van docenten, de ID-LG-scores een belangrijke bron van informatie vormen. Het feit dat lesgroepen minder interne-differentiatiegedrag waarnemen dan hun docenten is daarbij slechts van relatieve invloed.

Bovenstaande wil nu niet zeggen dat de ID-LR een onbruikbaar meetinstrument is. De lage inhoudsbetrouwbaarheden konden verklaard worden vanuit het gegeven dat de docentengroep in het toetsingsonderzoek zeer waarschijnlijk een minder representatieve steekproef van wiskundedocenten was dan die in het constructieonderzoek. Gevolg van die lagere betrouwbaarheidscoëfficiënten is, dat in het toetsingsonderzoek de kans de geprediceerde effecten in de docentscores te vinden kleiner is dan bij hogere betrouwbaarheidscoëfficiënten het geval zou zijn. Worden er toch effecten van de onafhankelijke variabelen op de ID-LR-scores gevonden, dan zal de werkelijke invloed ervan eerder sterker dan zwakker zijn in vergelijking met de gevonden invloed.

De gegevens omtrent de cognitieve validiteit wijzen uit dat het onderscheid tussen procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag enerzijds en produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag en non-differentiatiegedrag anderzijds een zinvol onderscheid is tussen twee onafhankelijke gedragscomplexen. Dat kan niet gezegd worden van produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag en non-differentiatiegedrag. De gegevens wijzen daarbij eerder

in de richting van twee tegengestelde gedragswijzen, hoewel die tegengesteldheid zich niet steeds in even sterke mate manifesteert. Daar in ons onderzoek non-differentiatiegedrag werd opgenomen als een soort controlevariabele, zal deze onzekerheid de conclusies met betrekking tot de rol van procesgeoriënteerd en produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag niet wezenlijk beïnvloeden.

Voorts merken we op dat de tamelijk geringe overte-gedragvaliditeit van de ID-LR voor een deel veroorzaakt kan zijn, doordat er een discrepantie bestaat tussen de subjectieve kennisgrondslag van de docent met betrekking tot zijn interne-differentiatiegedrag en zijn overte interne-differentiatiegedrag. Dit speelt waarschijnlijk een belangrijke rol bij de waarneming van het procesgeoriënteerde interne-differentiatiegedrag. Ook kan de oorzaak gedeeltelijk gelegen zijn in het feit dat niet alle vragenlijstitems in alle lessituaties op dezelfde wijze geïnterpreteerd worden of kunnen worden. Met betrekking tot de ID-LR/pd vonden we daarvoor aanwijzingen. Dit alles roept de nodige vragen op die van belang kunnen zijn voor vervolgonderzoek. Voor het huidige onderzoek betekent dit dat de toetsing van de hypothesen niet uitsluitend op basis van de docentscores kan plaatsvinden. Eerst als een gevonden effect zowel berust op de scores van de docenten als op die van de lesgroepen, kunnen we met een grote mate van zekerheid aannemen dat het effect zich voordoet in het gehele intern-differentiërend handelen van docenten, dat wil zeggen zowel in hun subjectieve kennisgrondslag als in hun overte gedrag. Dat uitgangspunt zullen we hanteren bij de interpretatie van de toetsingsgegevens.

6.7.2 Het effect van interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden

In paragraaf 6.5.3 zagen we dat de factor interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden in absolute zin geen significant effect heeft op het produktgeoriënteerde interne-differentiatiegedrag noch op het non-differentiatiegedrag van wiskundeleraars. Wel zijn er twee significante effecten gevonden waarvan een op proces- minus produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag (hoofdeffect I) en een op procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag (hoofdeffect II). We bespreken in deze paragraaf eerst beide hoofdeffecten. Daarna wijden we een korte verkennende bespreking aan het wel gehypothetiseerde maar niet gevonden effect op produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag.

a. Het effect op procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag

Zowel hoofdeffect I als II gelden voor docenten zowel als lesgroepen. In paragraaf 6.6 vonden we echter wel enkele covariaten die deze effecten afzwakten. Zo bleek hoofdeffect I te worden gereduceerd door docentkenmerk LK (bij het beeld dat de docent zich van een leerling vormt, speelt het leerlingkenmerk 'keuze van de

leerling na de brugperiode' een belangrijke rol). Verder werd hoofdeffect II gereduceerd tot een fractie boven het significantieniveau door lesgroepkenmerk PM (percentage meisjes in lesgroepen).

Nu kan *docentkenmerk LK* niet beschouwd worden als beïnvloeder van procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag, maar eventueel wel als beschrijvend correlaat, wat wil zeggen dat het kennelijk gaat om een relevant gedragsaspect van procesgeoriënteerd in tegenstelling tot produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag. De verklaring daarvoor is niet direct duidelijk: uit de beschrijving van procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag valt niet af te leiden, dat deze vorm van interne-differentiatiegedrag positief zou kunnen samenhangen met een beeldvorming over de leerlingen waarin de keuze van de leerling na de brugperiode een belangrijke rol speelt. Wel is er een argument voor de samenhang met proces- minus produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag te vinden: door het ontbreken van een sterke benadering van de leerlingen in termen van zwakke en goede leerlingen, zoals in de produktgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek het geval is, wordt binnen de procesgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek de keuze van de leerlingen na de brugperiode een groter probleem. De mogelijkheid bestaat daarom dat docenten die hoog scoren op proces- minus produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag, intensiever met dit probleem bezig zijn dan docenten die daarop laag scoren. Met betrekking tot hoofdeffect I kan dus van deze covariaat niet gesteld worden, dat hij het verklarend effect van de onafhankelijke variabele interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden aantast. Dit betekent dat de voorlopige conclusie 1b kan worden omgezet in een definitieve conclusie:

Conclusie 1b : Het interne-differentiatiegedrag van wiskundedocenten wordt door Moderne-Wiskunde in procesgeoriënteerde, door Getal-en-Ruimte in produktgeoriënteerde richting beïnvloed. Anders gezegd, de interne-differentiatiemethodiek van wiskundemethoden beïnvloedt het interne-differentiatiegedrag van wiskundedocenten in een richting die overeenkomt met de aard van die methodiek.

Een covariaat die nu wel als beïnvloeder van procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag gezien kan worden, is het *lesgroepkenmerk PM* (percentage meisjes). Hierbij doet zich een ander interpretatieprobleem voor dan bij het docentkenmerk LK. 'Percentage meisjes' kan namelijk op twee manieren de ID/pc-scores hebben beïnvloed:

Tabel 6.17

De resultaten van de multivariate variantieanalyse (SPSS, MANOVA) met herhaalde metingen van procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag in verband met de invloed van de covariaat 'percentage meisjes in lesgroepen'. In de kolommen: de effecten, de vrijheidsgraden van het effect (VEff) en de residuen (VRes), F-waarden (F) en tweezijdige overschrijdingskansen (P). De overschrijdingskans die in verband met eenzijdige toetsing gehalveerd mag worden, is aangegeven met een asterisk (*).

Effecten	VEff	VRes	F	P
1. WISMET	1	28	4.69	0.039 *
2. PMHOLA	1	28	7.96	0.009
3. WISMET * PMHOLA	1	28	0.07	0.789
4. WAARN	1	28	11.70	0.002
5. WAARN * WISMET	1	28	0.27	0.607
6. WAARN * PMHOLA	1	28	0.36	0.551
7. WAARN * WISMET * PMHOLA	1	28	0.43	0.517

LEGENDA BIJ TABEL 6.17

WISMET	<i>Interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden (Moderne-Wiskunde versus Getal-en-Ruimte)</i>
PMHOLA	<i>Percentage meisjes in lesgroepen (laag-hoog)</i>
WAARN	<i>Soorten waarnemers (leraren versus lesgroepen)</i>

- Verondersteld kan worden dat meisjes een betere waarneming van procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag hebben dan jongens, waardoor de ID-LG/pc-scores, en daarmee de ID/pc-scores, van lesgroepen met een hoger percentage meisjes positief worden beïnvloed.
- Daarnaast kan verondersteld worden dat het percentage meisjes in een lesgroep een positief effect heeft op het werkelijk gepraktizeerde procesgeoriënteerde interne-differentiatiegedrag van de docent.

In paragraaf 6.7.1.c constateerden we dat lesgroepen minder procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag waarnemen dan hun docenten. Als veronderstelling a) juist is, mag men dus aannemen dat lesgroepen met een hoog percentage meisjes op dit gebied minder grote verschillen in waarneming met hun docenten vertonen dan lesgroepen met een laag percentage meisjes. De correlatie tussen het percentage meisjes in de lesgroepen en het waarnemingsverschil tussen docenten en lesgroepen (ID-LR\pc minus ID-LG\pc) is echter slechts 0.12 en niet signifi-

cant.⁴⁴ Dit betekent dat we geen steun vinden voor veronderstelling a) en ervan mogen uitgaan dat we alleen te doen hebben met het effect uit veronderstelling b).

Om nu uitsluitel te krijgen over de vraag of het percentage meisjes hoofdeffect II kan verklaren met uitsluiting van de rol van interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden, hebben we om te beginnen een nadere multivariate variantieanalyse met herhaalde metingen uitgevoerd. Daarbij traden de scores op de ID-LR/pc en ID-LG/pc als afhankelijke variabelen op. Naast interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden is er als onafhankelijke variabele een nieuwe variabele PMHOLA (Percentage meisjes hoog-laag) ingevoerd met de waarde 1 voor de 16 lesgroepen met de laagste percentages meisjes (< 56%) en de waarde 2 voor de 16 lesgroepen met de hoogste percentages meisjes (> 56%). Daardoor ontstond een design met:

- 9 docenten in cel Getal-en-Ruimte & PMHOLA = 1,
- 7 docenten in cel Getal-en-Ruimte & PMHOLA = 2,
- 7 docenten in cel Moderne-Wiskunde & PMHOLA = 1,
- 9 docenten in cel Moderne-Wiskunde & PMHOLA = 2.⁴⁵

In tabel 6.17 zijn de resultaten van deze analyse weergegeven. We zien bij effect 2 dat docenten in lesgroepen met een hoog percentage meisjes meer procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag vertonen dan docenten in lesgroepen met een laag percentage meisjes. Effect 6 laat zien dat effect 2 berust op de scores van de docenten zowel als van de lesgroepen. We mogen dan ook aannemen dat we te doen hebben met een effect dat zich niet alleen voordoet in de subjectieve beleving van de docenten maar ook in hun overte gedrag. Voorts zien we bij effect 3 dat er geen significante invloed is van de interactie tussen beide onafhankelijke variabelen. Dit betekent dat we in effect 1 een significant effect van interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden op procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag overhouden dat niet door de invloed van percentage meisjes te verklaren is.

Echter, de dichotomisering van de variabele 'percentage meisjes' geeft de oorspronkelijke variantie niet geheel weer. Daarom hebben we in tweede instantie een regressieanalyse uitgevoerd, waarbij percentages meisjes, interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden en de interactie tussen die beide als predictoren zijn opgenomen. Dit regressiemodel gaf wel een significant totaal

44 De afzonderlijke correlaties tussen percentage meisjes en docent- resp. lesgroep-scores met betrekking tot procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag zijn 0.36 en 0.46.

45 De gemiddelde ID\pc-scores voor deze cellen zijn resp. 53.3, 57.4, 56.3 en 61.4.

effect te zien ($F(3,28) = 4.05$, $P = 0.017$), maar de drie regressiecoëfficiënten bleken geen van drieën significant te zijn. Daarna werd een tweede regressieanalyse zonder interactievariabele uitgevoerd. Dit tweede model gaf een iets groter totaal effect te zien dan het eerste model ($F(2,29) = 5.79$, $P = 0.008$), terwijl nu de regressiecoëfficiënt van percentage meisjes een P-waarde van 0.03, die van interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden een P-waarde van 0.11 had. Het verschil tussen beide regressiemodellen was niet significant ($F(1,28) = 0.68$, $P = 0.42$). Dit betekent dat het regressiemodel zonder interactievariabele de voorkeur verdient boven het model met interactievariabele. Zowel de multivariate variantieanalyse als de regressieanalyse leiden dan tot de conclusie dat we niet hoeven uit te gaan van een interactie-effect tussen percentage meisjes in lesgroepen en interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden op procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag.

Het geheel overziende kunnen we stellen dat we te doen hebben met a) een significant effect van percentage meisjes dat niet voorspeld werd en theoretisch moeilijk verklaarbaar is, en b) onafhankelijk daarvan een significant of vrijwel significant effect van interne-differentiatiemethodieken dat wel voorspeld werd en theoretisch goed verklaarbaar is. Hoewel percentage meisjes op grond van deze gegevens als een serieuze beïnvloeder van procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag beschouwd kan worden, kan anderzijds niet gesteld worden dat het effect van interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden op procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag daarmee is "wegverklaard".

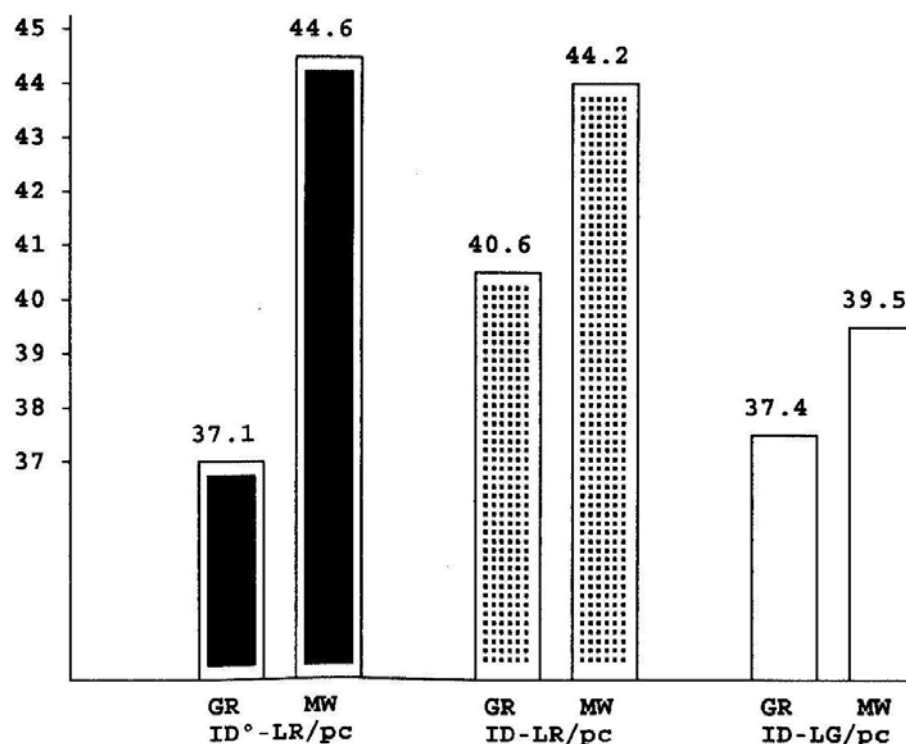
Een sterke ondersteuning voor het effect van interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden op procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag wordt nu bovendien gevormd door het feit, dat dit effect ook reeds optrad in het constructieonderzoek bij de ID^o-LR. In afbeelding 6.6 hebben we voor het constructieonderzoek en voor beide groepen waarnemers uit het toetsingsonderzoek de gemiddelde scores procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag nog eens weergegeven uitgesplitst naar methode. We kunnen nu op grond van deze resultaten de conclusie trekken dat het gebruik van een wiskundemethode die meer nadruk legt op de procesgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek, leidt tot meer procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag. Omdat dit effect niet alleen wordt gevonden in de scores van de docenten, maar ook in die van de lesgroepen, mogen we aannemen dat het bovendien gaat om een effect dat niet alleen bestaat in de subjectieve waarneming van de docenten maar ook in hun overte interne-differentiatiegedrag.

We formuleren op grond van het voorgaande de volgende twee conclusies bij hypothese 1.

Conclusie 1c : Het gebruik van een wiskundemethode die meer nadruk legt op de procesgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek (Moderne-Wiskunde) leidt tot meer procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag dan het gebruik van een wiskundemethode die dat minder doet (Getal-en-Ruimte).

Conclusie 1d : Wiskundedocenten die lesgeven in lesgroepen met een hoger percentage meisjes, praktiseren meer procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag dan wiskundedocenten die lesgeven in lesgroepen met een lager percentage meisjes.

Tot slot stellen we de vraag aan de orde of het gebruik van wiskundemethoden op sommige aspecten van procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag meer invloed heeft dan op andere. We zullen deze vraag slechts in exploratieve zin beantwoorden en beperken ons daarbij tot de scores van de docenten. In tabel 6.18 zijn de items van de ID-LR/pc opgenomen, geordend naar docentgedragsklassen en docentgedragscategorieën, zoals we die onderscheiden hebben in



Afbeelding 6.6

Gemiddelde scores procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag in het constructieonderzoek (ID^o-LR/pc) en het toetsingsonderzoek (ID-LR/pc en ID-LG/pc) uitgesplitst naar wiskundemethode (GR = Getal-en-Ruimte; MW = Moderne-Wiskunde).

Tabel 6.18

Aantallen Moderne-Wiskunde- en Getal-en-Ruimte-docenten (MW en GR) die op de items van de ID-LR/pc antwoordden met 'altijd' of 'vaak'. Het nummer van de items geeft het volgnummer in de ID-LR aan. Ordening naar docentgedragsklassen (DGK) en docentgedragscategorieën (DGC).

DGK	DGC	Item in de formulering voor docenten	MW	GR
Totale onderwijsleerproces	1b	20. Ik laat de leerlingen zelf bepalen of zij zelfstandig willen werken.	6	4
	1c	11. Ik laat goede leerlingen samenwerken met zwakke leerlingen.	4	1
	1f	19. Bij mij moeten de goede leerlingen de zwakke leerlingen helpen.	1	0
Leeractiviteiten	2a	21. Ik laat de leerlingen zelf bepalen of zij extra opdrachten uit het boek maken.	4	5
	2b	17. Ik laat de leerlingen elkaar veel uitleggen.	10	4
	2b	24. Ik laat alle leerlingen veel vragen stellen.	11	9
	2d	26. Bij mij moeten de leerlingen hun oplossingen met elkaar vergelijken.	1	0
	2d	38. Ik laat de leerlingen opgaven maken, die op meer dan één manier opgelost kunnen worden.	3	1
	2d	40. Bij mij mag de ene leerling een som heel anders oplossen dan de andere leerling.	8	7
	2e	7. Ik laat de leerlingen zelf bepalen of zij andere voorwerpen dan de geodriehoek gebruiken om de wiskunde te begrijpen.	5	6
Onderwijsleerinteracties	3a	25. Ik doe voor de leerlingen zo weinig mogelijk sommen voor en laat ze zelf oplossingen bedenken.	8	7
	3d	33. Ik geef een leerling alleen het goede antwoord, als andere aanwijzingen niet helpen.	6	6
	3e	3. Ik bespreek de verschillen tussen de oplossingen van leerlingen met de hele klas.	9	7
	3f	28. Ik controleer de oplossingen in de schriften van de leerlingen alleen als zij daar zelf om vragen.	3	3
Leerprocesevaluatie	4b	31. Ik laat de leerlingen zelf bepalen of zij gebruik maken van de toetsopgaven of testsommen uit het boek.	4	3

paragraaf 4.2.⁴⁶ Bij elk item is aangegeven hoeveel Moderne-Wiskunde- en hoeveel Getal-en-Ruimte-docenten het item beantwoordden met 'altijd' of 'vaak'. We zien dat Moderne-Wiskunde-docenten over vrijwel de gehele linie van de subvragenlijst iets vaker 'altijd' of 'vaak' scoren dan Getal-en-Ruimte-docenten. Vooral het verschil op item 17 springt er in dit verband uit. We kunnen dus met een redelijke mate van waarschijnlijkheid concluderen dat het in conclusie 1c geformuleerde

46 Zie de tabellen 4.1, 4.2 en 4.4.

effect van interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden op procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag een effect op dit gedrag in zijn volle breedte is en zich niet beperkt tot enkele aspecten van dit gedrag.

Tabel 6.19

Gemiddelde scores produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag van Moderne-Wiskunde- en Getal-en-Ruimte-docenten op de ID^o-LR/pd in het constructieonderzoek en op de ID-LR/pd en ID-LG/pd in het toetsingsonderzoek.

	ID ^o -LR/pd		ID-LR/pd		ID-LG/pd	
	Gem.	Std.	Gem.	Std.	Gem.	Std.
docenten MW	39.7	5.61	36.3	6.59	26.9	3.01
docenten GR	40.1	13.02	37.9	6.22	28.2	3.57

b. Het zwakke effect op produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag

Zoals we in paragraaf 6.5.3 zagen, werd er geen afzonderlijk significant effect gevonden van interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden op produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag. In tabel 6.19 zijn de relevante gemiddelden van docent- en lesgroepscores in zowel het constructie- als het toetsingsonderzoek nog eens bijeengezet. We zien dat de verschillen tussen docenten die Moderne-Wiskunde (procesgeoriënteerd) en Getal-en-Ruimte (produktgeoriënteerd) gebruiken weliswaar klein zijn, maar in alle drie de gevallen in de verwachte richting. Dit roept de vraag op of er wellicht toch sprake kan zijn van een klein effect, dat alleen wegens de geringe omvang van de onderzoeksgroep als niet significant naar voren komt. Ook deze vraag kunnen we slechts in exploratieve zin proberen te beantwoorden en we beperken ons daarbij weer tot de scores van de docenten in het toetsingsonderzoek. In tabel 6.20 zijn de items van de ID-LR/pd opgenomen, geordend naar docentgedragsklassen en docentgedragscategorieën, zoals we die onderscheiden hebben in paragraaf 4.2.⁴⁷ Bij elk item is aangegeven hoeveel Moderne-Wiskunde- en Getal-en-Ruimte-docenten het item beantwoordden met 'altijd' of 'vaak'. We zien nu over de hele linie van de subvragenlijst dat Moderne-Wiskunde-docenten niet minder rekening houden met verschillen tussen zwakke en goede leerlingen dan Getal-en-Ruimte-docenten. De belangrijkste uitzondering op dit beeld wordt gevormd door de vragen 13 en 32 die beide gaan over het gebruik van herhalings- en extra-opgaven: Getal-en-Ruimte-docenten maken daarvan vaker gebruik dan Moderne-Wiskunde-

47 Zie de tabellen 4.1, 4.2 en 4.4.

docenten om tussen zwakke en goede leerlingen te differentiëren. Het gaat daarbij om een verschil dat duidelijk is aan te wijzen in de leerstof van beide wiskundemethoden. Herhalings- en extra-opdrachten spelen in het kader van de produktgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek in Getal-en-Ruimte een veel prominentere rol dan in

Tabel 6.20

Aantallen Moderne-Wiskunde- en Getal-en-Ruimte-docenten (MW en GR) die op de items van de ID-LR/pd antwoordden met 'altijd' of 'vaak'. Het nummer van de items geeft het volgnummer in de ID-LR aan. Ordening naar docentgedragsklassen (DGK) en docentgedragscategorieën (DGC).

DGK	DGC	Item in de formulering voor docenten	MW	GR
Totale onderwijssleerproces	1a	16. Ik laat vooral zwakke leerlingen iets uit het hoofd leren.	0	1
	1a	44. Ik streef ernaar dat goede leerlingen meer van wiskunde weten dan zwakke leerlingen.	4	2
	1b	39. Ik laat goede leerlingen zelfstandig werken, terwijl ik zwakke leerlingen les geef.	0	1
Leeractiviteiten	2a	37. Ik laat goede leerlingen meer opdrachten uit het boek maken dan zwakke leerlingen.	2	1
	2b	6. Ik laat de zwakke leerlingen meer vragen stellen dan de goede leerlingen.	8	7
	2b	42. Ik gebruik speciaal voor zwakke leerlingen tekeningen om iets uit te leggen.	5	4
	2c	13. Ik laat vooral zwakke leerlingen herhalingsopgaven maken.	1	6
	2c	32. Als zwakke leerlingen herhalingsopgaven maken, laat ik goede leerlingen extra opgaven maken.	1	6
	2d	2. Bij mij mogen alleen de goede leerlingen in hun eigen tempo de stof van een hoofdstuk doorwerken.	3	2
Onderwijsleerinteracties	3a	15. Ik doe voor zwakke leerlingen meer sommen voor en laat goede leerlingen zelf oplossingen bedenken.	8	6
	3a	35. Ik leg aan zwakke leerlingen meer uit dan aan goede leerlingen.	6	7
	3b	8. Ik stel aan de zwakke leerlingen meer vragen dan aan de goede leerlingen.	7	9
	3f	10. Ik controleer vooral het huiswerk van de zwakke leerlingen.	7	3
	3f	23. Ik geef bij het oplossen van sommen aan zwakke leerlingen meer hulp dan aan goede leerlingen.	7	8
Leerprocesevaluatie	4b	4. Ik gebruik de toetsopgaven of testsommen uit het boek speciaal voor zwakke leerlingen.	2	2

Tabel 6.21

Variabelen die significant correleren met de afhankelijke variabelen van de neveneffecten (n = 16). NE = het neveneffect, AV = de afhankelijke variabele, C = de correlatie.

NE	AV	Omschrijving van de variabelen	C
I	ID/pc	<i>Docentkenmerk DZ</i> : Het doel van het onderwijs van de docent is vooral dat de leerlingen leren zelfstandig te werken	0.62
		<i>Docentkenmerk LZ</i> : Bij het beeld dat de docent zich van een leerling vormt, speelt het leerlingkenmerk <i>zelfstandigheid</i> een belangrijke rol	0.64
II	ID/pc - ID/pd	<i>Docentkenmerk AB</i> : Het aantal brugklassen waarin lesgegeven wordt	-0.58

Moderne-Wiskunde.⁴⁸ Overigens kunnen we over de significantie van dit verschil geen uitspraak doen in het kader van ons onderzoek, maar deze bevindingen bieden wel aanknopingspunten voor vervolgonderzoek, omdat daaruit andermaal het belang van de leerstofcomponent in interne differentiatie valt af te leiden.

6.7.3 *Het effect van groeperingsvormen en algemene lesgroepniveaus*

In deze paragraaf bespreken we de invloed van de factor algemene lesgroepniveaus voorafgaand aan die van de factor groeperingsvormen, omdat die eerste factor vooral in het onderzoek werd meegenomen ter ondersteuning van het onderzoek naar de tweede factor.⁴⁹ Overzien we de onderzoeksresultaten zoals gepresenteerd in de paragrafen 6.5.4, 6.5.5 en 6.6, dan valt op dat het beeld hier aanzienlijk gecompliceerder is dan bij de factor interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden.

a. **Het effect van algemene lesgroepniveaus**

We zagen dat de factor algemene lesgroepniveaus bij homogene lesgroepen geen invloed heeft op produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag, noch op het tegengestelde van non-differentiatiegedrag, hetgeen overeenkomstig onze verwachtingen was.⁵⁰ Er werd echter wel een effect gevonden op procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag (neveneffect I) en op proces- minus

48 Zie paragraaf 5.4.2.

49 De invloed van de factor algemene lesgroepniveaus speelt geen rol in de oorspronkelijke vraagstelling van het onderzoek zoals geformuleerd in paragraaf 3.1.

50 Zie paragraaf 6.5.5.

produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag (neveneffect II). In paragraaf 6.6 noemden we reeds de redenen waarom we met betrekking tot de neveneffecten geen aandacht besteed hebben aan covariaten. De mogelijkheid dat de neveneffecten te verklaren zijn uit de werking van een covariaat, moeten we dus in het midden laten. Om geen relevante gegevens over het hoofd te zien hebben we nog wel voor de 16 docenten in homogene lesgroepen de correlaties van de ``covariaten'' met de ID/pc-scores en de (ID/pc - ID/pd)-scores berekend. In tabel 6.21 zijn opgenomen de significante correlaties met deze variabelen, die nu niet langer de functie van covariaten vervullen. We zien dat het in het geval van neveneffect I gaat om twee beschrijvende correlaten van procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag. Beide correlaties berustten vooral op de scores van de docenten en veel minder op die van de lesgroepen.⁵¹ In het geval van neveneffect II gaat het om een variabele die wel als ``veroorzaker'' kan worden aangemerkt: het aantal (homogene) brugklaslesgroepen waarin docenten lesgeven, hangt negatief samen met hun (ID/pc - ID/pd)-scores. Dat wil zeggen, hoe groter het aantal (homogene) brugklaslesgroepen waarin docenten lesgeven hoe meer het proces-produkt-verschil in hun interne-differentiatiegedrag verschuift in de produkt-richting. Ook deze samenhang is vooral gebaseerd op de waarneming van de docenten en minder op die van de lesgroepen.⁵²

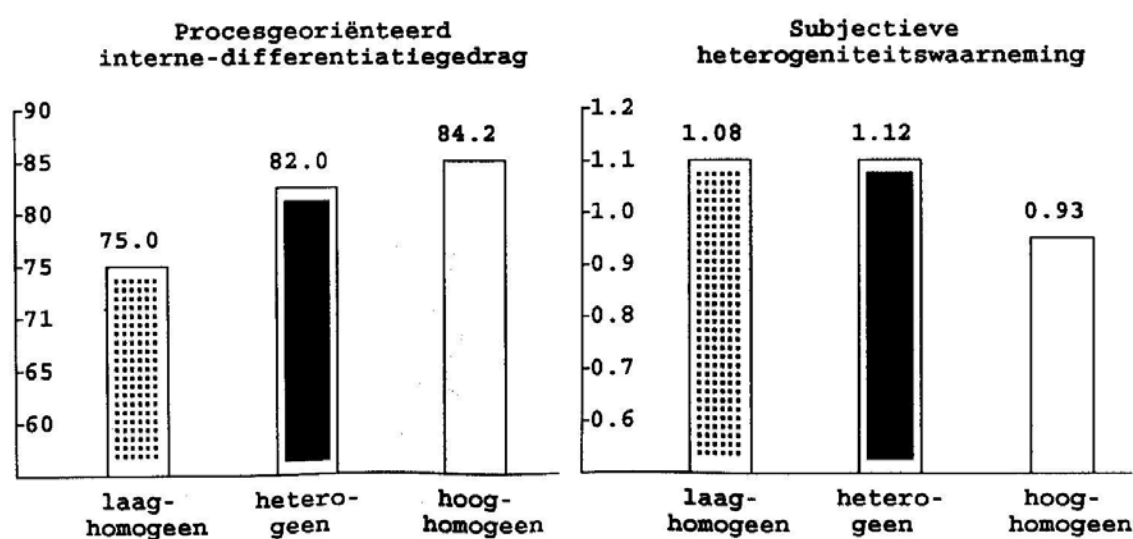
Speciale aandacht besteden we nu verder aan de neveneffecten in relatie tot de in paragraaf 6.4 uitgevoerde checks op algemeen lesgroepniveau. Opmerkelijk is allereerst de rol van het lesgroepkenmerk `percentage meisjes'. Bij check 4 zagen we dat het percentage meisjes in homogene laag-niveaulesgroepen lager is dan in homogene hoog-niveaulesgroepen. Vervolgens zagen we in tabel 6.14 voor de totale onderzoeksgroep een significante correlatie van dit lesgroepkenmerk met procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag. Dit roept de vraag op of neveneffect I verklaard kan worden vanuit het geringere percentage meisjes in homogene laag-niveaulesgroepen. Percentage meisjes in lesgroepen is echter een variabele die niet voorkomt in tabel 6.21. Voor de groep van 16 docenten in homogene lesgroepen is de correlatie met procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag ``slechts'' 0.38, hetgeen niet voldoet aan het gestelde significantie criterium. Ook een nadere analyse met percentage meisjes in lesgroepen als covariaat van algemeen lesgroepniveau kan, zoals we reeds opmerkten, in verband met het geringe aantal waarnemingen geen uitsluitsel geven. De vraag of deze variabele

51 De correlatie van docentkenmerk DZ met de docentscores was 0.68, die met de lesgroepscores 0.15. De correlatie van docentkenmerk LZ met de docentscores was 0.67, die met de lesgroepscores 0.22.

52 De correlatie van docentkenmerk AB met de (ID-LR/pc - ID-LR/pd)-scores bedraagt -0.62, die met de (ID-LG/pc - ID-LG/pd)-scores is -0.31.

verantwoordelijk is voor neveneffect I, is dus op basis van de resultaten van ons onderzoek niet te beantwoorden.

Een tweede kenmerk waarop homogene laag- en hoog-niveaulesgroepen van elkaar verschillen, vonden we bij check 5: docenten in homogene laag-niveaulesgroepen beoordelen het vakniveau van hun lesgroep lager dan docenten in homogene hoog-niveaulesgroepen. Dit geldt voor alle drie indicatoren. De veronderstelling kan dus geopperd worden dat het geringere procesgeoriënteerde interne-differentiatiegedrag (al of niet in vergelijking met produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag) in homogene laag-niveaulesgroepen te maken heeft met het oordeel van de docenten over het vakniveau van hun lesgroepen. Ook hiervoor zijn echter geen sterke aanwijzingen. De indicatoren voor de subjectieve beoordeling van het vakniveau van de lesgroepen door de docent (gemiddelde van het eerste rapportcijfer, gemiddelde van het laatste repetitiecijfer, gemiddelde capaciteitsbeoordeling van de leerlingen door de docent) ontbreken in tabel 6.21. Weliswaar correleren zij alle drie positief met de ID/pc-scores⁵³, maar geen van de drie correlaties is significant. Ook een verklaring van de neveneffecten vanuit het subjectieve oordeel van de docent over het vakniveau van de lesgroep ligt dus op basis van de hier gerapporteerde gegevens niet voor de hand.



Afbeelding 6.7 Gemiddelde scores procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag (ID/pc) en gemiddelde subjectieve heterogeniteitswaarneming (standaarddeviaties eerste rapportcijfer) uitgesplitst naar homogene laag- en hoog-niveau- en heterogene lesgroepen.

53 Resp. 0.09, 0.08 en 0.33.

In paragraaf 6.4 zagen we bij check 6 dat de subjectieve heterogeniteitswaarneming van docenten in homogene laag-niveaulesgroepen eerder groter dan kleiner is in vergelijking met die van docenten in homogene hoog-niveaulesgroepen. Weliswaar is dit verschil alleen significant bij de standaarddeviaties van het eerste rapportcijfer, maar bij de beide andere maten voor de subjectieve heterogeniteitswaarneming (de standaarddeviaties van het laatste repetitiecijfer en van de beoordeling van de wiskundecapaciteiten van de leerlingen door de docent) liggen de verschillen in dezelfde richting (zie bijlage 6.3 tabel C6). Ook nu stellen we de vraag naar de relatie met de neveneffecten. Allereerst merken we op, dat deze drie maten niet voorkomen in tabel 6.21, omdat zij voor de 16 docenten in homogene lesgroepen niet significant correleren met de ID/pc-scores⁵⁴, noch met de (ID/pc - ID/pd)-scores⁵⁵. De vergelijking van homogene laag- en hoog-niveaulesgroepen laat bovendien zien dat een grotere heterogeniteitswaarneming door docenten gepaard kan gaan met minder procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag. Ter illustratie hiervan hebben we in afbeelding 6.7 de gemiddelden procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag en de gemiddelden van de standaarddeviaties van de lesgroepen bij het eerste rapportcijfer grafisch naast elkaar afgebeeld voor zowel homogene laag- en hoog-niveau- als heterogene lesgroepen. En ook al is het negatieve verband tussen beide niet significant, het betekent wel dat de veronderstelling van hoofdhypothese 2, te weten dat grotere subjectieve heterogeniteitswaarneming leidt tot meer interne-differentiatiegedrag, door deze resultaten eerder weersproken dan gesteund wordt.⁵⁶

We kunnen op grond van het voorgaande dus alleen de volgende voorlopige conclusies trekken.

Voorlopige conclusie 3b : Wiskundedocenten die lesgeven in homogene laag-niveaulesgroepen, vertonen in hun zelfwaarneming minder procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag dan wiskundedocenten die lesgeven in homogene hoog-niveaulesgroepen. In de waarneming van de leerlingen bestaat er in dit opzicht echter geen verschil.

54 Voor eerste rapportcijfer 0.04, voor laatste repetitiecijfer -0.23, voor beoordeling wiskundecapaciteiten door de docent 0.08.

55 Voor eerste rapportcijfer 0.12, voor laatste repetitiecijfer -0.23, voor beoordeling wiskundecapaciteiten door de docent -0.10.

56 Het feit dat de verschillen in procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag (ID/pc) in afbeelding 6.7 voornamelijk voortkomen uit verschillen in de docentscores (ID-LR/pc), doet aan deze conclusie niets af.

Voorlopige conclusie 3c : Wiskundedocenten die lesgeven in homogene laag-niveaulesgroepen, vertonen proces-produkt-verschillen in hun interne-differentiatiegedrag die meer in de produktgeoriënteerde richting liggen dan die van wiskundedocenten die lesgeven in homogene hoog-niveaulesgroepen.

Voorlopige conclusie 3d : Bij wiskundedocenten in homogene lesgroepen hangt lesgeven in een groter aantal brugklaslesgroepen samen met proces-produkt-verschillen in de zelfwaarneming van het interne-differentiatiegedrag die meer in de produktgeoriënteerde richting liggen. In de waarneming van de leerlingen wordt deze samenhang in minder sterke mate gevonden.

b. Het effect van groeperingsvormen

In paragraaf 6.5.4 vonden we in tegenstelling tot de verwachting van hoofdhypothese 2 dat in heterogene lesgroepen niet méér interne-differentiatiegedrag voorkomt dan in homogene lesgroepen. Eerder wijzen de resultaten in de omgekeerde richting. Bij produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag is dit omgekeerde effect nog zwak, maar bij non-differentiatiegedrag is er duidelijk sprake van een tegengesteld effect: docenten in heterogene lesgroepen vertonen hierbij minder interne-differentiatiegedrag dan hun collega's in homogene lesgroepen (hoofdeffect III). Dit effect bleek echter alleen gebaseerd te zijn op de scores van de docenten. Bij procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag vonden we niet een dergelijk uitgesproken omgekeerd effect. Daar is de situatie gecompliceerder: de docenten geven meer, de lesgroepen minder procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag te kennen en beide effecten heffen elkaar op. Ook vonden we een niet geprediceerd effect van groeperingsvormen op proces- minus produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag: in heterogene lesgroepen is het verschil groter dan in homogene lesgroepen (hoofdeffect IV). Evenals hoofdeffect III wordt hoofdeffect IV veroorzaakt door de scores van de docenten, niet door die van de lesgroepen.

In paragraaf 6.6 vonden we één covariaat die hoofdeffect III afzwakte, te weten *docentkenmerk TH* (de tijd in aantal minuten die de docent zegt in de les gemiddeld te besteden aan het verlenen van hulp aan zelfwerkende leerlingen). De correlatie van *docentkenmerk TH* met het tegengestelde van non-differentiatiegedrag berust voornamelijk op de scores van de docenten.⁵⁷ In dit *docentkenmerk* hebben we eerder te doen met een beschrijvend correlaat, dan met een beïnvloeder van non-

57 De correlatie met de ID-LR/nd^{min} is 0.59, die met de ID-LG/nd^{min} is 0.34.

differentiatiegedrag. De correlatie houdt in dat docenten die meer tijd besteden aan het helpen van zelfwerkzame leerlingen minder non-differentiatiegedrag en dus meer interne-differentiatiegedrag in algemene zin vertonen. Men kan hieruit concluderen dat althans in de beleving van de docenten de tijd die zij in hun lessen uittrekken om zelfwerkende leerlingen te begeleiden een belangrijk middel tot differentiatie kan zijn: docenten kunnen daarbij optimaal rekening houden met verschillen tussen leerlingen.

In paragraaf 6.6 vonden we bij hoofdeffect IV twee covariaten met een afzwakkend effect, te weten *docentkenmerk DV* (het doel van het onderwijs van de docent is vooral dat de leerlingen leren verantwoordelijkheid te dragen) en *docentkenmerk LK* (bij het beeld dat de docent zich van de leerling vormt, speelt het leerlingkenmerk 'keuze van de leerling na de brugperiode' een belangrijke rol). In paragraaf 6.7.2 bespraken we hun rol als beschrijvende correlaten van proces- minus produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag. Dit betekent dat ze ook hier als covariaten niet verantwoordelijk gesteld kunnen worden voor hoofdeffect IV.

Tot slot maken we nog een opmerking bij het feit dat bij beide hoofdeffecten grote verschillen in waarneming optreden tussen docenten en lesgroepen. De hoofdeffecten III en IV blijken voornamelijk gebaseerd te zijn op de waarneming van de docenten. Beschouwen we alleen de waarnemingen van de lesgroepen dan bestaan er geen verschillen in non-differentiatiegedrag en in proces- minus produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag tussen docenten in heterogene en homogene lesgroepen. We kunnen hieruit concluderen dat die verschillen waarschijnlijk alleen bestaan in de subjectieve waarneming van de docenten en dat het twijfelachtig is of ze ook doorwerken in hun overte interne-differentiatiegedrag. Deze verschillen laten zich bovendien niet verklaren uit de subjectieve beoordeling van het vakniveau van de lesgroep door de docent, noch uit diens subjectieve heterogeniteitswaarneming (check 2 en 3 in paragraaf 6.4). De *subjectieve beoordeling van het vakniveau* (check 2) levert bij geen van zijn drie indicatoren verschillen op tussen docenten in heterogene en homogene lesgroepen (zie tabel C2 in bijlage 6.3). De verschillen in *subjectieve heterogeniteitswaarneming* (check 3) zijn gering en beperken zich tot langdurige leerprocessen, zoals die tot uiting komen in het kenmerk 'eerste rapportcijfer' (zie tabel C3 in bijlage 6.3). Dit geringe verschil komt overeen met de veronderstelling over lesgroepheterogeniteit die ten grondslag ligt aan hoofdhypothese 2. Daar hoofdeffect III tegengesteld is aan hoofdhypothese 2, laat dit effect zich niet verklaren uit de subjectieve heterogeniteitswaarneming van docenten. Wellicht kan hoofdeffect IV langs deze weg verklaard worden: docenten die in hun lesgroep een grotere heterogeniteit waarnemen, zouden dan meer proces- minus produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag vertonen. De vraag is dan echter waarom het verschil tussen

beide vormen van interne-differentiatiegedrag uitvalt in het voordeel van procesgeoriënteerd en niet in het voordeel van produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag. We merken bovendien op dat geen van de maten voor de subjectieve heterogeniteitswaarneming en de subjectieve beoordeling van het vakniveau als invloedrijke covariaat voor het interne-differentiatiegedrag naar voren kwam (zie tabel 6.14).⁵⁸ We vinden hier dus een zelfde patroon als bij neveneffect I, waar we constateerden (paragraaf 6.7.3.a), dat een grotere subjectieve heterogeniteitswaarneming van docenten in homogene laag-niveaulesgroepen gepaard ging met minder procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag.

We kunnen uit bovenstaande niets anders concluderen dan wat we in de hoofdeffecten III en IV reeds verwoord hadden.

Conclusie 2b : Wiskundedocenten die lesgeven in heterogene lesgroepen, vertonen in hun zelfwaarneming meer non-differentiatiegedrag dan wiskundedocenten die lesgeven in homogene lesgroepen. In de waarneming van de leerlingen bestaat er in dit opzicht echter geen verschil.

Conclusie 2c : Wiskundedocenten die lesgeven in heterogene lesgroepen, vertonen proces-produkt-verschillen in de zelfwaarneming van hun interne-differentiatiegedrag die meer in de procesgeoriënteerde richting liggen dan die van wiskundedocenten die lesgeven in homogene lesgroepen. In de waarneming van de leerlingen bestaat er in dit opzicht echter geen verschil.

We merken tot slot op dat deze beide effecten van de factor groeperingsvormen op de waarneming die docenten van hun eigen interne-differentiatiegedrag hebben, niet verklaard kunnen worden uit de gegevens van het onderzoek zelf. Verklaring van deze effecten is dus een zaak van discussie en bestaat slechts uit vermoedens die in verder onderzoek opgehelderd moeten worden.

58 Het lesgroepkenmerk SCZ in tabel 6.14 zwakt hoofdeffect III niet af tot boven het significantieniveau.

7 DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN VOOR LERARENOPLEIDING EN WISKUNDEONDERWIJS

7.1 Discussie¹

7.1.1 Terugblik op de onderzoeksvraagstelling en het theoretisch kader

Terugblikkend op het onderzoek kunnen we stellen dat de onderzoeksvraagstelling zoals we die formuleerden in hoofdstuk 1, in voldoende mate beantwoord is. Twee verschillende interne-differentiatiemethodieken, door ons *procesgeoriënteerd* en *produktgeoriënteerd* genoemd, die in de onderwijskundige en vakdidactische literatuur meer of minder fragmentarisch worden beschreven, hebben in hoofdstuk 2 een steviger theoretische onderbouwing gekregen. Beide methodieken zijn nader geëxpliciteerd en in verband gebracht met de verschillen tussen leerlingen die zij expliciet of impliciet als differentiatiecriteria hanteren. In hoofdstuk 4 zijn beide methodieken vervolgens van een duidelijke docentgedragsinhoud voorzien. De analyse van twee wiskundemethoden in hoofdstuk 5 heeft het bestaan van beide interne-differentiatiemethodieken bevestigd en laten zien hoe zij in leerstof gerealiseerd worden. Bij de ontwikkeling van de vragenlijst voor interne-differentiatiegedrag en bij het gebruik ervan in het hoofdonderzoek is gebleken dat procesgeoriënteerd en produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag twee onafhankelijke vormen van intern-differentiërend handelen zijn. Ook de resultaten van het toetsingsonderzoek in hoofdstuk 6 bevestigen het verschil tussen de procesgeoriënteerde en de produktgeoriënteerde benadering, doordat zij laten zien dat verschillende factoren verschillend uitwerken op beide vormen van interne-differentiatiegedrag. Daarmee is de relevantie van het onderscheid tussen de procesgeoriënteerde en de produktgeoriënteerde benadering van interne differentiatie binnen het wiskundeonderwijs bevestigd. Dat kan echter niet gesteld worden voor het tegengestelde van non-differentiatiegedrag, dat in twee van de drie waarnemingssituaties bleek samen te hangen met produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag.

Het handelings theoretisch uitgangspunt van deze studie heeft een sterke invloed gehad op de opzet en de resultaten, doordat gebruik gemaakt is van de zelfwaarneming van de docenten. Dit was het geval voor de meting van de afhankelijke variabele interne-differentiatiegedrag, maar ook voor enkele van de

1 Voor een samenvatting van het onderzoek verwijzen we naar de summary volgend op dit hoofdstuk.

checks op de onafhankelijke variabele groeperingsvormen. Het gebruik van gegevens ontleend aan de leerlingen blijkt echter een zinvolle aanvulling op de scores van de docenten te zijn. Conclusies over het overte gedrag van de docenten zijn alleen getrokken indien de docent- en lesgroepscores dezelfde resultaten opleverden. Dit was het geval bij:²

- 1a de invloed van de interne-differentiatiemethodiek van de wiskundemethode op het totale interne-differentiatiegedrag,
- 1b de invloed van de interne-differentiatiemethodiek van wiskundemethoden op het proces-produkt-verschil in het interne-differentiatiegedrag³,
- 1c de invloed van de interne-differentiatiemethodiek van wiskundemethoden op het procesgeoriënteerde interne-differentiatiegedrag,
- 1d de invloed van het percentage meisjes in de lesgroep op het procesgeoriënteerde interne-differentiatiegedrag,
- 2a de invloed van de groeperingsvormen op het totale interne-differentiatiegedrag,
- 3c de vermoedelijke invloed van de algemene lesgroepniveaus van homogene lesgroepen op het proces-produkt-verschil in het interne-differentiatiegedrag.

Andere effecten bleken wel te bestaan in de waarneming van de docenten, maar niet of in veel mindere mate in die van de lesgroepen. In die gevallen zeggen de resultaten dus alleen iets over de subjectieve beleving van de docenten, maar moet de relatie met het overte gedrag in twijfel worden getrokken. Daarvan was sprake bij:

- 2b de invloed van de groeperingsvormen op het non-differentiatiegedrag,
- 2c de invloed van de groeperingsvormen op het proces-produkt-verschil in het interne-differentiatiegedrag,
- 3a de vermoedelijke invloed van de algemene lesgroepniveaus van homogene lesgroepen op het totale interne-differentiatiegedrag,
- 3b de vermoedelijke invloed van de algemene lesgroepniveaus van homogene lesgroepen op het procesgeoriënteerde interne-differentiatiegedrag,
- 3d de vermoedelijke samenhang tussen het aantal homogene brugklaslesgroepen waarin docenten lesgeven en het proces-produkt-verschil in hun interne-differentiatiegedrag.

2 De nummering verwijst naar de nummering van de conclusies in hoofdstuk 6. Conclusies bij hoofdhypothese 1 hebben een nummer dat met een 1 begint, die bij hoofdhypothese 2 met een 2 en die bij de nevenhypothese met een 3.

3 D.i. proces- minus produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag.

Desondanks zijn we van mening dat ook deze resultaten belangrijk zijn, enerzijds omdat zij inzicht verschaffen in de wijze waarop docenten tegen hun onderwijs aankijken ook als zij niet overeenkomstig handelen, anderzijds omdat zij laten zien op welke punten er discrepanties optreden tussen de opvattingen van de docenten en hun overte gedrag. Dat laatste aspect leidt tot de vervolgvraag, waarom dergelijke discrepanties optreden. Zoals we zagen laten de effecten van groeperingsvormen en algemene lesgroepniveaus op interne-differentiatiegedrag zich niet verklaren uit de empirische gegevens zoals we die in het onderzoek verzamelden. We zullen hierna zien dat er vanuit een handelingstheoretische benadering wel mogelijkheden zijn deze effecten te verklaren.

7.1.2 *Bruikbaarheid en verbetering van de onderzoeksinstrumenten*

De vragenlijsten voor docenten (ID-LR) en leerlingen (ID-LL), die we voor ons onderzoek ontwikkelden kunnen met oog op verder onderzoek op een aantal punten verbeterd worden.

In de eerste plaats wijzen we erop dat onze vragenlijsten ontwikkeld en gebruikt werden in een beperkt segment van het voortgezet onderwijs, te weten de brugklassen van het AVO en VWO, en daarbinnen uitsluitend in scholen waar gebruik gemaakt werd van de methoden Moderne-Wiskunde en Getal-en-Ruimte. Nader onderzoek is nodig naar de bruikbaarheid van de vragenlijsten voor het hele voortgezet onderwijs in wiskunde, ook binnen scholen waar men andere wiskundemethoden gebruikt dan de twee bovenvermelde. De gevonden verschillen in betrouwbaarheden van de docentenvragenlijst tussen het constructieonderzoek en het toetsingsonderzoek werpen de vraag op of de vragenlijst inhoudelijk verbeterd kan worden. Een andere mogelijkheid is dat er voor verschillende typen onderwijs verschillende varianten van de vragenlijst ontwikkeld worden. Ook moet worden nagegaan in hoeverre de inhoud en formulering van de vragenlijsten specifiek zijn voor de beide gebruikte wiskundemethoden en of de veranderingen ten gevolge van de basisvorming erop van invloed moeten zijn.

In de tweede plaats moet de vraag beantwoord worden of de subvragenlijst voor non-differentiatiegedrag deel moet blijven uitmaken van de vragenlijst ID. Het criterium daarvoor is of non-differentiatiegedrag zich statistisch onafhankelijk gedraagt van procesgeoriënteerd en produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag. In ons onderzoek was dat inderdaad het geval voor procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag, maar voor produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag bestond onafhankelijkheid alleen in de docentscores van het toetsingsonderzoek. Nader onderzoek moet uitwijzen in hoeverre non-differentiatiegedrag al of niet een derde dimensie van interne-differentiatiegedrag vertegenwoordigt, hetzij in het overte gedrag van docenten, hetzij in hun zelfwaarneming, hetzij in

beide. In dit verband kan het voor onze kennis van interne-differentiatiegedrag van belang zijn de multi-dimensionaliteit ervan nauwkeuriger te onderzoeken. Daartoe zal gewerkt moeten worden met een grotere onderzoeksgroep. Met behulp van factoranalytische methoden kunnen wellicht meer factor-zuivere subvragenlijsten worden ontwikkeld dan in ons onderzoek mogelijk was.

In de derde plaats is het in verband met de overte-gedragsvaliditeit van de docentenvragenlijst van belang de relatie tussen de docentscores en de lesgroepscores nader te bestuderen. Zoals we zagen waren vooral de correlaties tussen de beide procesgeoriënteerde scores laag en die tussen de beide produktgeoriënteerde scores niet hoog genoeg. Bij de procesgeoriënteerde subvragenlijsten ging het daarbij om een over-all-effect, wat wil zeggen dat het effect niet verklaarbaar was op grond van duidelijke uitbijters. Bij de produktgeoriënteerde subvragenlijsten was wel sprake van een groepje van vijf uitbijters. Nadere analyse bracht de mogelijkheid aan het licht dat verschillen in de waarneming van produktgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag door docent en lesgroep samenhangen met de opbouw en inrichting van de les: hoe meer tijd er besteed wordt aan zelfwerkzaamheid van leerlingen, hoe groter de discrepantie. Hierin zou ook een verklaring gevonden kunnen worden voor de waarnemingsdiscrepantie tussen docenten en lesgroepen bij procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag. Ook dat gedrag hangt voor een groot deel samen met situaties van zelfwerkzaamheid door leerlingen. De mogelijkheid bestaat dat leerlingen in dergelijke onoverzichtelijke onderwijsleersituaties het gedrag van docenten op een andere wijze waarnemen, dan in eenvoudiger klassikale situaties. Overigens zijn hierover geen definitieve uitspraken te doen op basis van ons onderzoek en gaat het slechts om suggesties voor verder onderzoek.

De bruikbaarheid van de analysestrategie voor de interne-differentiatie-methodieken van wiskundemethoden behoeft eveneens nader onderzoek. Hoewel de fasen 1 en 2 het gehele wiskundeonderwijs betreffen, is fase 3 alleen uitvoerbaar bij methoden die in voldoende mate van begeleidend materiaal zijn voorzien vooral op het punt van hun interne-differentiatiemethodiek. Vooral is het van belang dat fase 4 wordt uitgevoerd op een groter aantal wiskundemethoden. Dan moet blijken of de in hoofdstuk 5 geformuleerde kritische leerstofkenmerken voldoende zijn om inzicht te bieden in het karakter van de interne-differentiatiemethodieken van andere methoden dan Moderne-Wiskunde en Getal-en-Ruimte.

7.1.3 *De opzet van het toetsingsonderzoek*

De opzet van het toetsingsonderzoek in de vorm van een kleinschalig natuurlijk experiment heeft voor- en nadelen gehad. Enerzijds is daardoor een gegevensverzameling ontstaan die direct gelieerd was aan de praktijk van het wiskundeonderwijs. Anderzijds is door de selectieve werking van de procedure waarmee de onderzoeksgroep moest worden samengesteld, waarschijnlijk een groep docenten ontstaan die niet geheel representatief was voor het betreffende wiskundeonderwijs. Bepaalde vergelijkingen tussen de onderzoeksgroepen in het constructie- en in het toetsingsonderzoek maakten dit duidelijk.

Ook is de opzet van het onderzoek sterk gedomineerd geweest door het gebruik van de twee wiskundemethoden Getal-en-Ruimte en Moderne-Wiskunde. Hoewel het daarbij ging om twee zeer verschillende methoden, had het onderzoek aan kracht kunnen winnen door een derde methode in het onderzoek te betrekken, die qua interne-differentiatiemethodiek een andere positie had ingenomen in de matrix 'wel of niet procesgeoriënteerd of produktgeoriënteerd'. Gezien de moeite die het gekost heeft de huidige onderzoeksgroep van het toetsingsonderzoek samen te stellen, moet echter betwijfeld worden of een dergelijke opzet realiseerbaar was geweest. Om tot een beter inzicht in het effect van wiskundemethoden op interne-differentiatiegedrag te komen, zal het desondanks nodig zijn ook andersoortige wiskundemethoden op te nemen in vervolgonderzoek.

Verder merken we op dat de beperking tot eenjarige heterogene en tweelniveau-homogene brugklassen van het MAVO-HAVO-VWO-type de vergelijkbaarheid van de resultaten tussen de docenten onderling weliswaar verhoogd heeft, maar de betekenis van het onderzoek voor het hele wiskundeonderwijs verkleind. Dit probleem is slechts op te vangen door middel van een grootschaliger onderzoek, dat echter sterk bemoeilijkt zal worden door de vele verschillende schooltypen die het Nederlandse voortgezet onderwijs kent, en door de vele verschillende brugklasindelingen die daarbinnen geïmplementeerd worden.

Tot slot zij vermeld dat het onderzoek heeft plaatsgevonden vóór de invoering van de basisvorming per 1 augustus 1993. Door de verandering van de leerstof voor het vak wiskunde en door de ontwikkeling van nieuwe edities van de wiskundemethoden die we in ons onderzoek gebruikten, is het niet mogelijk de resultaten van ons onderzoek zonder meer toe te passen op het huidige wiskundeonderwijs. Vooral waar die resultaten gezien worden als betrekking hebbend op de gebruikte brugklasdelen der methoden, hebben zij hun relevantie voor het huidige wiskundeonderwijs verloren. Slechts voor zo ver deze brugklasdelen gezien worden als representanten van bepaalde interne-differentiatiemethodieken, behouden de resultaten hun waarde.

7.1.4 *De resultaten*

In hoofdstuk 2 zagen we dat er sinds het begin van de jaren tachtig een groeiende aandacht is voor intermediërende factoren tussen groeperingsvormen en leerprestaties. Het onderzoek naar de invloed van groeperingsvormen ontwikkelde zich sindsdien in twee richtingen:

- 1) de sociaal-psychologische benadering waarin het functioneren van de leerlingen als deel van het sociale systeem van de lesgroep en de invloed daarvan op hun motivatie als intermediërende factoren centraal staan;
- 2) de onderwijsleerproces-benadering, waarin de kwaliteit van de onderwijsleerprocessen als mediërende factor bestudeerd wordt.

Ons onderzoek naar het interne-differentiatiegedrag van wiskundedocenten sluit aan bij de tweede ontwikkeling, waarbij echter drie kanttekeningen gemaakt moeten worden:

- a) we hebben ons bij ons onderzoek naar factoren die het onderwijsleerproces beïnvloeden, niet beperkt tot de factor groeperingsvormen, maar ook aandacht besteed aan de invloed van de interne-differentiatiemethodieken van de leerstof (ongeacht de gebruikte groeperingsvormen), alsmede van een groot aantal covariaten;
- b) met betrekking tot het onderwijsleerproces hebben we ons beperkt tot het interne-differentiatiegedrag van de docent;
- c) de invloed van al deze factoren op de leerprestaties van de leerlingen hebben we om redenen van praktische aard buiten beschouwing gelaten.

Dit betekent dat we van de trits 'input-variabelen > mediërende variabelen > output-variabelen' slechts een deel van de eerste connectie onderzocht hebben. Daardoor geeft ons onderzoek geen totaal beeld met betrekking tot differentiatie in het wiskundeonderwijs. Echter, door eerst de invloed van input-variabelen op mediërende variabelen te bestuderen ontstaat een betere uitgangspositie om te komen tot een groter opgezet onderzoeksdesign waarin ook de output-variabelen worden betrokken.

Het meest in het oog springende resultaat van het onderzoek is ongetwijfeld de directe positieve invloed van de procesgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek in de leerstof op het procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag van wiskundedocenten. We zagen bovendien dat deze invloed niet beperkt is tot enkele aspecten van het procesgeoriënteerde interne-differentiatiegedrag van de docent, maar zich over de hele linie van dit gedrag voordoet. Daarnaast werd uit het

ontbreken van een directe invloed van de produktgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek in de leerstof op het produktgeoriënteerde interne-differentiatiegedrag duidelijk dat docenten in staat zijn sterke trekken in de leerstof deels te negeren. Deze resultaten laten zien dat de aard van de leerstof een belangrijke factor *kan* zijn in het differentiële verloop van het onderwijsleerproces, maar waarschijnlijk alleen als deze aansluit bij de subjectieve theorie van docent die met die leerstof werkt.

Voorts vonden we tegen de verwachting in dat docenten in heterogene lesgroepen, ondanks het feit dat zij subjectief een grotere heterogeniteit waarnemen (zij het alleen bij lange-termijnleerprocessen), meer non-differentiatiegedrag rapporteerden dan docenten in homogene lesgroepen, alsmede een proces-produkt-verschil in hun interne-differentiatiegedrag dat meer ligt in de procesgeoriënteerde richting. We zagen dat deze resultaten niet werden gevonden in de scores van de lesgroepen en zich ook niet lieten verklaren uit de andere gegevens van het onderzoek (de checks op de groeperingsvormen en de covariaten). Het is dus aannemelijk dat deze beide effecten zich alleen voordoen in de subjectieve waarneming van de docenten en niet of nauwelijks in hun overte interne-differentiatiegedrag. Daarom ligt het voor de hand een handelingstheoretische verklaring voor dit verschijnsel te zoeken.

Een dergelijke verklaring kan nu gevonden worden in de motieven en uitgangspunten die leiden tot de keuze voor heterogene in plaats van homogene lesgroepen. Hoewel die keuze geen zaak van individuele docenten is maar van schoolorganisaties, zullen toch de individuele docenten die in die organisaties werken die motieven met de organisatie delen, er door beïnvloed worden of ze althans tot op zekere hoogte moeten accepteren. De keuze voor heterogene lesgroepen wordt voor een groot deel bepaald door de wens verschillen qua capaciteiten tussen zwakke en goede leerlingen *niet* in een vroeg stadium van hun schoolloopbaan te benadrukken. De keuze voor homogene lesgroepen daarentegen sluit heel expliciet aan bij verschillen in capaciteiten tussen zwakke en goede leerlingen. Het is aannemelijk dat het effect van dergelijke motieven niet stopt op het moment dat de keuze voor een groeperingsvorm gemaakt is, maar ook daarna doorwerkt in de wijze waarop docenten lesgeven of menen les te geven. Dan ligt de veronderstelling voor de hand dat docenten in heterogene lesgroepen ook in hun lessen de verschillen tussen leerlingen minder sterk willen benadrukken dan docenten in homogene lesgroepen. Daarom rapporteren zij meer non-differentiatiegedrag en een meer in de procesgeoriënteerde richting gelegen proces-produkt-verschil in hun interne-differentiatiegedrag. Indien deze verklaring juist is, moet de factor groeperings-vormen worden herduid als 'de schoolvisie over groeperings-vormen'. De vraag is nu waarom deze factor geen effect heeft op het overte gedrag van docenten in tegenstelling tot de factor interne-differentiatiemethodieken van

wiskundemethoden. Dit kan te maken hebben met het feit dat een schoolvisie een tamelijk abstract achtergrondgegeven is dat niet in dagelijkse wisselwerking staat met het didactisch handelen van docenten, terwijl een wiskundemethode dat wel doet.

Voorts werden er binnen de groep van docenten in homogene lesgroepen twee effecten gevonden van de factor algemene lesgroepniveaus op het interne-differentiatiegedrag. Het eerste effect betrof een geringere mate van procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag in homogene laag-niveau- dan in homogene hoog-niveaulesgroepen. Als relevante covariaten vonden we twee docentkenmerken welke lagen in de sfeer van de onderwijsdoelen en de beeldvorming van leerlingen. Bij beide draaide het om de zelfstandigheid van de leerlingen. Meer aandacht van de docenten voor die zelfstandigheid ging gepaard met meer procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag. Het effect zowel als de rol van de covariaten waren echter voornamelijk gebaseerd op de scores van de docenten. De voorlopige conclusie op dit punt kan dus alleen zijn, dat docenten in homogene laag-niveaulesgroepen hun interne-differentiatiegedrag als minder procesgeoriënteerd opvatten dan docenten in homogene hoog-niveaulesgroepen en dat deze opvatting samenhangt met hun visie op de zelfstandigheid van leerlingen.

Het tweede effect bestond erin dat het proces-produkt-verschil van docenten in homogene laag-niveaulesgroepen meer in de produktgeoriënteerde richting ligt dan dat van docenten in homogene hoog-niveaulesgroepen. Dit effect bleek niet alleen gebaseerd te zijn op de docentscores, maar werd ook gevonden in de lesgroep-scores. Alleen bij dit tweede effect werd een mogelijk verklarende covariaat gevonden, te weten het aantal brugklaslesgroepen waarin de docent les gaf. Deze covariaat hing negatief samen met het proces-produkt-verschil in het interne-differentiatiegedrag, hetgeen wil zeggen dat bij docenten die in veel brugklaslesgroepen lesgeven, het verschil in omvang van hun produktgeoriënteerd en procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag meer in de produktgeoriënteerde richting ligt in vergelijking met docenten die in weinig brugklaslesgroepen lesgeven. Dit zou kunnen betekenen dat het voor procesgeoriënteerd werken van belang is, dat de docent in zijn lessen niet te veel in herhaling kan vervallen: als de lesstof telkens fris is voor de docent, is hij eerder geneigd procesgeoriënteerd te werken. Of deze covariaat inderdaad aansprakelijk gesteld kan worden voor dit tweede effect van algemene lesgroepniveaus op interne-differentiatiegedrag, is in verband met de kleine omvang van de groep van 16 docenten in homogene lesgroepen niet te beantwoorden. Daarom kan het hierbij slechts gaan om een suggestie voor verder onderzoek.

In het algemeen kan uit bovenstaand beeld de conclusie worden getrokken dat procesgeoriënteerd werken in homogene laag-niveaulesgroepen meer onder druk

staat dan in homogene hoog-niveaulesgroepen. Ter verklaring van deze veronderstelling kunnen twee oorzaken worden aangevoerd:

- a) docenten in homogene laag-niveaulesgroepen zijn door welke oorzaak ook minder geëquipeerd tot het praktizeren van procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag;
- b) door het moeizamer verloop van leerprocessen bij minder begaafde leerlingen is de procesgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek minder gemakkelijk te realiseren.

Echter, tegen verklaring a verzet zich dat we geen docentkenmerken als relevante covariaten bij procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag en bij het procesprodukt-verschil in het interne-differentiatiegedrag hebben gevonden, die in verband gebracht kunnen worden met de deskundigheid van de docent. Tegen verklaring b verzet zich dat we eveneens geen lesgroepkenmerken als relevante covariaten bij deze toetsingsgrootheden hebben gevonden die in verband gebracht kunnen worden met het vakniveau van de lesgroep.

Ook nu is weer een handelingstheoretische verklaring mogelijk. De beslissing van de school lesgroepen te formeren op laag- en hoog-niveau komt voort uit de opvatting dat zwakke leerlingen in het onderwijsleerproces anders behandeld moeten worden dan goede leerlingen. In de subjectieve theorie van de docenten leidt dit waarschijnlijk tot een benadering van homogene laag-niveaulesgroepen, waarin minder aandacht is voor de proceskant van het leren en meer voor de produktkant. Dat er hier ook sprake is van een effect op het overte gedrag van de docenten kan voortkomen uit het feit dat de schoolvisie op de homogene groepeeringsvorm niet alleen maar een abstract achtergrondgegeven voor docenten is, maar vooral door de interactie met homogene laag-niveaulesgroepen in vergelijking met homogene hoog-niveaulesgroepen ook als een dagelijkse realiteit wordt beleefd. We zagen in dit verband hierboven al de rol die bij de vaststelling van onderwijsdoelen en bij de beeldvorming van de leerlingen door de docent, wordt gespeeld door de zelfstandigheid van leerlingen. De vraag die deze verklaring oproept, is of de geringere neiging van docenten in homogene laag-niveaulesgroepen tot een procesgeoriënteerde benadering van interne differentiatie niet voortkomt uit een vooringenomenheid die ten grondslag ligt aan de motieven voor homogenisering van lesgroepen. We herinneren er echter aan dat de betreffende onderzoeksresultaten gebaseerd zijn op slechts 16 van de 32 docenten en lesgroepen. Nader onderzoek naar deze effecten op grotere schaal is daarom noodzakelijk.

7.1.5 *Suggesties voor verder onderzoek*

Naast de suggesties die we hierboven al deden ter verbetering van de door ons gebruikte onderzoeksinstrumenten, plaatsen we in deze paragraaf de suggesties die uit het toetsingsonderzoek naar voren kwamen, in een outline voor een totaal design voor onderzoek naar differentiatie in het wiskundeonderwijs.⁴ We maken onderscheid tussen input-, mediërende en output-variabelen. Om te beginnen formuleren we twee groepen input-variabelen, een met een objectief (i1) en een met een subjectief karakter (i2):

- i1.1 Interne-differentiatiemethodieken van wiskundemethoden. Getracht moet worden met minstens vier methoden te werken die elk een andere positie innemen in de matrix 'wel of niet procesgeoriënteerd of produktgeoriënteerd'.
- i1.2 Groeperingsvormen en algemene lesgroepniveaus, te onderscheiden zowel naar onderwijspraktijk op mesoniveau als naar gegevens over objectieve lesgroepheterogeniteit en objectief lesgroepvakniveau.
- i1.3 De samenstelling van de lesgroep, bijvoorbeeld ten aanzien van het percentage jongens en meisjes.
- i1.4 Objectieve docentkenmerken zoals het aantal brugklassen waarin de docent lesgeeft e.d.

En:

- i2.1 De subjectieve theorieën die docenten erop na houden over hun lesmateriaal en speciaal de interne-differentiatiemethodiek daarin.
- i2.2 De subjectieve theorieën van docenten over groeperingsvormen en algemene lesgroepniveaus in relatie tot het schoolbeleid op dat gebied.
- i2.3 De subjectieve theorieën van docenten over de leerlingen, bijvoorbeeld met betrekking tot hun vermogen zelfstandig te werken.

Verder moet onderscheid worden gemaakt tussen mediërende variabelen op twee niveaus, te weten het niveau van de subjectieve theorie van de docent (m1) en het niveau van zijn overte gedrag (m2). We komen tot een indeling in twee categorieën:

- m1.1 De subjectieve waarneming door docenten van de lesgroepheterogeniteit en de subjectieve beoordeling van het lesgroepvakniveau.

4 Het spreekt vanzelf dat als er in onderstaand overzicht relevante factoren blijken te ontbreken, deze kunnen worden toegevoegd.

m1.2 De subjectieve kennis van docenten omtrent hun eigen didactisch handelen, in het bijzonder hun interne-differentiatiegedrag.

En:

m2.1 De opbouw en inrichting van de les. Hier is bijvoorbeeld van belang de hoeveelheid tijd per les die docenten besteden aan centrale (klassikale) dan wel decentrale lesactiviteiten (zelfwerkzaamheid van leerlingen).

m2.2 Het overte didactisch handelen, in het bijzonder het interne-differentiatiegedrag van de docent.

Tenslotte is er nog de groep output-variabelen:

o1 De leerresultaten van de leerlingen in termen van verschillen in scores op voor- en natoetsen.

We merken hierbij op dat het gewenst is de leerresultaten niet op te vatten als een een-dimensionale maar als een meer-dimensionale variabele, teneinde na te gaan welk effect verschillende benaderingen van het differentiatieprobleem op de diverse aspecten van wiskundige kennis en vaardigheden hebben. Daarbij kan worden aangesloten bij gangbare taxonomieën van onderwijsdoelen. Een andere mogelijkheid die aansluit bij het verschil tussen de procesgeoriënteerde en de produktgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek is onderscheid te maken tussen heuristische en algoritmische probleemoplossingsvaardigheden. Ook kan men gebruik maken van leerresultaatmetingen op het gebied van getalsmatige en ruimtelijke informatieverwerking, redeneervaardigheden en dergelijke. Op die manier ontstaat wellicht een beter inzicht in het complexe verband tussen differentiële benaderingen in het wiskundeonderwijs en de door die benaderingen bewerkte effecten.

Binnen de hier geschetste outline kunnen tal van invloedsrelaties worden gehypothetiseerd. Sommige daarvan zijn direct uit ons onderzoek af te leiden. Andere kunnen verondersteld worden op grond van gegevens uit ander onderzoek of op basis van praktijkoverwegingen. Het voert in het kader van deze bespreking te ver daarop dieper in te gaan. Ons onderzoek laat zien dat nader onderzoek in deze richting zinvol en perspectiefvol kan zijn.

7.2 De betekenis van het onderzoek voor de lerarenopleiding

Met het stellen van de vraag naar de betekenis van het onderzoek voor de lerarenopleiding verlaten we het terrein van het empirische en betreden we het terrein van het normatieve. Niet hoe docenten lesgeven (hun actuele gedrag), is dan onze eerste zorg, maar hoe zij les moeten geven en moeten kunnen geven

(beroepsvereisten en beroepsbekwaamheden), en hoe docenten in opleiding zich hierop zo goed mogelijk kunnen voorbereiden (de consequenties voor de lerarenopleiding). We zullen in de volgende paragrafen op beide kwesties ingaan. Onze benadering zal daarbij aanvankelijk algemeen didactisch van aard zijn. De toespitsing op de lerarenopleiding wiskunde zal gemaakt worden in paragraaf 7.2.3. We beginnen met een overzicht van enkele bestaande opvattingen binnen de lerarenopleidingen op het gebied van interne differentiatie.

7.2.1 *Beroepsvereisten en beroepsbekwaamheden met betrekking tot interne differentiatie*

Ten Brinke en Licht (1989) inventariseren een aantal attitudes en vaardigheden, waaraan leraren moeten voldoen om adequaat intern te kunnen differentiëren. Zij doen dit aan de hand van studies naar docentgedrag bij de vakken Spaans (Van Esch, 1987), Nederlands (Bonset, 1987) en natuurkunde (Ellermeijer, 1987). In plaats van 'attitudes en vaardigheden' zullen we de meer algemene term 'beroepsvereisten' gebruiken. Het gaat dan om de volgende gedragsaspecten:⁵

- a. de docent moet gericht zijn op de leerling en op de individuele verschillen tussen de leerlingen;
- b. de docent moet gericht zijn op het leerproces van de individuele leerling en niet alleen op het produkt van zijn leren;
- c. dit vereist een grote mate van vakbekwaamheid in de zin van kennis van vakinhouden en inzicht in de verschillende wijzen waarop leerlingen de onderwijsdoelen kunnen bereiken;
- d. dit vereist tevens kennis en vaardigheden die hun basis vinden in de cognitieve psychologie;
- e. de docent moet een diagnose kunnen stellen van de kennis, vaardigheden en interesses van de individuele leerling;
- f. de docent moet naast vakinhoudelijke doelen ook pedagogische doelen nastreven;
- g. de docent moet afzien van alleen doceren, en begeleider, hulpverlener, stimulator van het leerproces worden;
- h. de docent moet aandacht schenken aan het functioneren van de klas als groep;
- i. de docent moet een efficiënte manager zijn;
- j. de docent moet beroepswerk kunnen hanteren;

5 Deze beroepsvereisten zijn niet alle afkomstig van alle drie studies. We hebben ze echter voor ons doel bijeengezet in een eigen volgorde.

- k. de docent moet de rol van het schoolboek in zijn lessen reduceren tot die van een hulpmiddel en met aanvullend materiaal werken;
- l. de docent moet over grote vakdidactische vaardigheden beschikken;
- m. de docent moet het traditionele, vooral selectieve beoordelingssysteem wijzigen in een vooral diagnostisch;
- n. de docent moet een attitude hebben die past bij adaptief onderwijs;
- o. de docent moet niet alleen het werk van de leerling, maar ook zijn eigen werk en zijn eigen programma evalueren.

In bovenstaande lijst valt allereerst bij zes van deze beroepsvereisten de verwantschap met de procesgeoriënteerde benadering van interne differentiatie op, zoals we die in ons onderzoek hanteerden. We zien de gerichtheid op het leerproces met zijn differentiële verloop (b, c, d en g) en de aandacht voor het groepsaspect van leerprocessen (h en j). Minder gemakkelijk is het onder de overige negen beroepsvereisten er te ontdekken die een duidelijke verwantschap hebben met de produktgeoriënteerde benadering. Aanknopingspunten vinden we alleen in een diagnostische werkwijze (e en m). Het lijkt daarom bij de overige negen te gaan om meer algemene beroepsvereisten waarvan de vervulling interne differentiatie in welke vorm dan ook kan faciliteren. Gezien vanuit ons onderzoek kunnen we nu aan het lijstje enkele beroepsvereisten toevoegen die speciaal van belang zijn in verband met het bestaan van verschillende interne-differentiatiemethodieken. De eerste toevoeging moet dan luiden:

- p. de docent moet kennis hebben van verschillende interne-differentiatiemethodieken zoals die in zijn vakonderwijs gehanteerd worden en in de schoolmethoden van zijn vak al of niet gerealiseerd worden.

Ten aanzien van de procesgeoriënteerde benadering stellen we voor aan de lijst toe te voegen:

- q. de docent moet de individuele leerprocessen van de leerlingen met de klas kunnen bespreken, teneinde de leerlingen inzicht te geven in het verschil tussen meer en minder effectieve en efficiënte leer- en oplossingsstrategieën.

Met betrekking tot de produktgeoriënteerde benadering van interne differentiatie stellen we de volgende toevoegingen voor:

- r. de docent moet onderscheid kunnen maken tussen communale en differentiële doelen;

- s. de docent moet in staat zijn tijdens een zelfde les leerlingen te laten werken op minstens twee verschillende leerstofniveaus;
- t. de docent moet in staat zijn instructie aan te passen aan de beginsituatie en capaciteiten van de individuele leerlingen;
- u. de docent moet in staat zijn op grond van diagnostische gegevens het onderwijsleerproces differentieel te laten verlopen voor zwakke en goede leerlingen.

Tot slot plaatsen we vanuit ons onderzoek een kritische kanttekening bij een van de door Ten Brinke en Licht vermelde beroepsvereisten. Het betreft beroepsvereiste k, dat de docent de rol van het schoolboek in zijn lessen moet reduceren tot die van een hulpmiddel, en met aanvullend materiaal moet werken. De relevantie van deze beroepsvereiste voor het intern-differentiërend handelen van docenten is sterk afhankelijk van de kwaliteit van de door hen gebruikte schoolmethode op het punt van de interne-differentiatiemethodiek. Is in de methode geen interne-differentiatiemethodiek gerealiseerd, of is dit in onvoldoende mate of op gebrekkige wijze gedaan, dan is k een relevante beroepsvereiste voor interne differentiatie. Is echter in de methode wel op adequate wijze een interne-differentiatiemethodiek gerealiseerd, dan komt k in een ander daglicht te staan. Er kunnen zich twee situaties voordoen: a) de docent kiest ervoor intern te differentiëren volgens de methodiek van zijn methode; b) de docent kiest ervoor intern te differentiëren volgens een andere methodiek dan in zijn methode is verwerkt. In dat laatste geval blijft beroepsvereiste k overeind. In het eerste geval moet de beroepsvereiste luiden dat de docent de interne-differentiatiemethodiek van zijn methode effectief moet kunnen gebruiken. Daarom stellen we voor beroepsvereiste k als volgt te herformuleren:

- k. de docent moet zijn methode effectief kunnen gebruiken ten behoeve van interne differentiatie, dat wil zeggen de interne-differentiatiemethodiek ervan weten te benutten of met aanvullend materiaal werken.

Op deze wijze is een tamelijk compleet stelsel van beroepsvereisten met betrekking tot interne differentiatie geformuleerd, dat in de lerarenopleiding als uitgangspunt kan dienen voor de beroepsvorming van aanstaande docenten.

7.2.2 Aanbevelingen voor de lerarenopleiding

Aan de door Ten Brinke en Licht (1989) opgesomde beroepsvereisten worden een aantal consequentie voor de lerarenopleiding verbonden:⁶

1. in de lerarenopleiding moet veel aandacht besteed worden aan de leerling als individu;
2. men moet niet verwachten dat alle aan de opgesomde beroepsvereisten verbonden beroepsbekwaamheden in de lerarenopleiding geleerd kunnen worden;
3. een groot aantal ervan zal de aanstaande docent zich later als docent in de uitoefening van zijn beroep moeten eigen maken;
4. voor de lerarenopleiding is het alleen mogelijk dat de aanstaande docent met betrekking tot interne differentiatie komt tot een aanvaardbaar beginnersminimum;
5. lerarenopleidingen zullen op het gebied van interne differentiatie meer oefenmogelijkheden voor studenten moeten creëren;
6. daartoe moeten schoolpracticumdocenten geselecteerd worden die zo veel mogelijk op de geschetste wijze werken;
7. in de opleiding zal de al of niet differentiërende rol van het schoolboek aan de orde gesteld moeten worden;
8. aanstaande leraren zullen in de opleiding moeten leren zelfevaluatie toe te passen op hun werkwijze en onderwijsprogramma's;
9. omdat studenten differentiatie niet zien als hun eerste zorg in de opleiding, zal het onderwerp eerst in hogere studiejaren aan de orde moeten komen als zij het eigen functioneren als aanstaand docent onder de knie hebben en er voldoende vakkennis verworven is.

Nemen we het gezichtspunt over dat niet alle opgesomde beroepsvereisten met de daaraan verbonden beroepsbekwaamheden in de lerarenopleiding in voldoende mate aan de orde kunnen komen, dan doet zich de vraag voor aan welke beroepsvereisten binnen de initiële opleiding voldoende aandacht moet worden besteed en welke beschouwd moeten worden als onderwerp voor post-opleidingsonderwijs. Gezien de gecompliceerdheid en omvangrijkheid van het onderwerp stellen we tevens de vraag of bij het onderwijs in interne differentiatie niet intern gedifferentieerd moet worden. Zo ja, dan wordt het bijvoorbeeld mogelijk binnen de initiële opleiding een basisprogramma voor interne differentiatie te formuleren

6 Ook nu geven we ze weer in onze eigen volgorde. Tevens spitsen we de formulering in enkele gevallen toe op de concretisering ervan in opleidingsprogramma's.

en als vervolg daarop een differentieel programma. We kunnen daarbij gebruik maken van het door Vonk (1982, p. 80 e.v.) gemaakte onderscheid tussen gesloten en open opleidingsleerplannen. Onder een gesloten opleidingsleerplan wordt verstaan een opleidingsmodel dat in hoge mate gericht is op het aanleren van die kennis, inzichten en vaardigheden die nodig zijn om in het beroep, naar de opvatting van de opleiders, te kunnen functioneren.⁷ Onder een open opleidingsprogramma wordt verstaan een opleidingsmodel dat in hoge mate gericht is op de individuele invulling van de beroepsrol door de student zelf.⁸

Het basisprogramma voor interne differentiatie kan onze inziens de vorm hebben van een gesloten opleidingsleerplan, dat - in de mate die de opleiders nodig vinden - tenminste leidt tot kennis van en inzicht in:

- differentiatie in het algemeen en interne-differentiatie in het bijzonder;
- verschillende interne-differentiatiemethodieken en de relatie van die methodieken tot individuele verschillen tussen leerlingen;
- mogelijke vormen van interne-differentiatiegedrag;
- de mogelijkheden die schoolmethoden de docent bij interne differentiatie kunnen bieden;
- de beroepsvereisten die aan docenten gesteld kunnen worden met betrekking tot interne differentiatie.

In wezen wordt met zo'n basisprogramma slechts de kennisgrondslag gelegd die nodig is om te kunnen werken aan het verkrijgen van vaardigheden met betrekking tot interne differentiatie. De vraag in welke mate zo'n basisprogramma een theoretisch dan wel praktisch karakter moet hebben, zal door opleiders zelf beantwoord moeten worden in relatie tot de aard van hun opleidingssituatie.

Aansluitend bij dit basisprogramma kan de student dan in het kader van een open opleidingsleerplan de gelegenheid krijgen een eigen, consistente keuze uit de geformuleerde beroepsvereisten te maken, waarna aan het verwerven van de daarbij behorende vaardigheden (beroepsbekwaamheden) gewerkt kan gaan worden. Na voltooiing van de opleiding kan de docent vervolgens de gelegenheid geboden worden met behulp van nascholingsactiviteiten de ontbrekende beroepsbekwaamheden te ontwikkelen. Het zal duidelijk zijn dat op deze wijze de scheiding tussen initieel en post-opleidingsonderwijs met betrekking tot interne differentiatie in hoge mate door de aanstaande docent zelf bepaald wordt.

7 Vonk, 1982, p. 80.

8 Idem, p. 83.

7.2.3 Concrete bijdragen aan een opleidingsleerplan voor het vak wiskunde

Vanuit bovenstaande opzet van een opleidingsleerplan voor interne differentiatie kunnen we tot slot de vraag beantwoorden, welke bijdrage de resultaten van ons onderzoek daaraan voor het vak wiskunde kunnen leveren. We beantwoorden de vraag voor de drie hierboven onderscheiden delen van het opleidingsleerplan voor interne differentiatie.

a. Het gesloten basisgedeelte van het opleidingsleerplan

In het gesloten basisgedeelte ligt de nadruk op het verwerven van elementaire kennis van en inzicht in interne differentiatie. Een probleem daarbij is het geringe voorstellingsvermogen van studenten vanwege de beperkte leservaring die zij in hun opleiding hebben opgedaan. Hoe kunnen zij zich een voorstelling vormen van 'rekening houden met individuele verschillen tussen leerlingen', als zij nog maar net de klas als groep hebben leren overzien?

Allereerst zal dan in het programma de nadruk gelegd kunnen worden op het kennen, waarnemen en herkennen van verschillen tussen leerlingen. Aandacht voor de leerling als individu is het uitgangspunt van interne differentiatie. Eerst als men de relevante verschillen tussen leerlingen weet te onderscheiden, kan de vraag aan de orde komen hoe men in klasseverband met die verschillen kan omgaan, ofwel welk interne-differentiatiegedrag de docent kan praktiseren. De in ons onderzoek gebruikte vragenlijst⁹ kan gebruikt worden om bij de aanstaande docent een voorstelling op te bouwen omtrent de mogelijke inhoud van interne-differentiatiegedrag. De vragenlijst kan niet alleen theoretisch maar ook praktisch gebruikt worden. Bij *theoretisch* gebruik doet zich het risico voor dat het begrip interne-differentiatiegedrag wordt beperkt tot de inhoud van de vragen in de vragenlijst. Daarom is het goed studenten in de loop van het opleidingsprogramma aan te zetten tot het uitbreiden van de vragenlijst zodat er een ruimere interpretatie van het begrip interne-differentiatiegedrag kan ontstaan. In *praktische* zin kan de vragenlijst gebruikt worden om het eigen interne-differentiatiegedrag van de student tijdens zijn schoolpracticum in kaart te brengen en na te gaan welke verschuivingen er in de loop van de tijd in plaatsvinden. Ook is onder bepaalde condities gebruik als observatieinstrument mogelijk. De vragenlijst dient dan - al of niet in aangepaste vorm - om het interne-differentiatiegedrag van de schoolpracticumdocent of een medestudent in kaart te brengen, waarna in een

9 Zie de tabellen 4.6, 4.7 en 4.8.

evaluatiegesprek beter inzicht kan ontstaan in het didactisch handelen van de betrokkenen.¹⁰

Van belang in het basisprogramma is tevens dat aanstaande docenten inzicht krijgen in interne-differentiatiemethodieken en de relatie waarin deze staan tot verschillen tussen leerlingen en interne-differentiatiegedrag. De proces- en produktgeoriënteerde methodieken zoals we die voor het vak wiskunde beschreven hebben¹¹, zullen in meer concrete vorm - bijvoorbeeld met behulp van leerstof - aan de orde kunnen komen. De verschillen tussen een leerpsychologische en persoonlijkheidspsychologische benadering van leerlingen vormen een aandachtsterrein, waarvan docenten zich bewust moeten zijn en waarop zij heldere keuzen moeten kunnen maken. Ook voor de wijze waarop interne-differentiatiemethodieken kunnen doorwerken in de leerstof, biedt ons onderzoek een voorbeeld van methodenanalyse waaraan materiaal voor opleidingsprogramma's ontleend kan worden.¹² De analyse van auteursmateriaal kan de bedoeling van de leerstof verhelderen. Het gebruik van kritische leerstofkenmerken teneinde de aard van de interne-differentiatiemethodiek van een schoolmethode te kunnen onderzoeken achten we op beperkte schaal mogelijk binnen een basisprogramma.

Na het doorlopen van een basisprogramma zoals hierboven geschetst kan dan in de laatste fase van de opleiding een verdiepingsprogramma volgen met een meer open karakter.

b. Het open verdiepingsprogramma

In het open verdiepingsprogramma bepaalt de student zelf bij welke van de beroepsvereisten met betrekking tot interne differentiatie hij zijn kennis en vaardigheden wil verdiepen. Van belang is dat er een samenhangende keuze uit de beroepsvereisten gemaakt wordt. De verdieping kan zowel theoretisch, praktisch als onderzoeksmatig van karakter zijn.

In deze fase kunnen, afhankelijk van de keuze van de student, factoren aan de orde komen die interne differentiatie positief of negatief beïnvloeden. Ons onderzoek biedt dan aanknopingspunten om de rol van de factoren interne-differentiatiemethodieken van schoolmethoden, groeiperingsvormen, algemene lesgroepniveaus en percentage jongen/meisjes te bestuderen.

Een andere mogelijkheid is dat specifieke vormen van interne-differentiatiegedrag worden ingeoeft in het kader van een schoolpracticum. De door ons ontwikkelde vragenlijst biedt mogelijkheden om schoolpracticumdocenten te

10 Het gebruik van de leerlingenvragenlijst voor ditzelfde doel is twijfelachtig zolang het aantal lessen dat de student geeft, relatief klein is.

11 Zie par. 2.3.

12 Zie hoofdstuk 5.

vinden die het betreffende interne-differentiatiegedrag praktiseren en het gewenste leerproces van de student optimaal kunnen begeleiden. Ook biedt in dat geval de vragenlijst aanknopingspunten om een lijst van leerdoelen voor de student te formuleren met betrekking tot specifieke gedragsaspecten. Verder kan de leerlingenvragenlijst gebruikt worden om inzicht te krijgen hoe het interne-differentiatiegedrag van de aanstaande docent bij de klas overkomt.¹³ Reflectie op de resultaten daarvan kan leiden tot een beter inzicht in het eigen functioneren.

c. Het post-opleidingsprogramma

Het is na het voorgaande duidelijk dat wat voor het open verdiepingsprogramma geldt, in grote lijnen ook geldt voor het post-opleidingsprogramma, omdat het daarop een aanvulling of uitbreiding vormt. Er is echter één groot verschil tussen beide. In het post-opleidingsprogramma kan gerefereerd worden aan een bredere ervaringsbasis bij de docent dan in de initiële opleidingsprogramma's het geval is. Dit heeft als voordeel dat de relatie met de beroepspraktijk intensiever kan zijn: opleiders kunnen gebruik maken van de onderwijservaringen van de cursisten. Er kan ook een nadeel zijn: de leerbehoefte kan beperkt zijn door de praktische omstandigheden van de cursist-docent, en door de wens snel tot praktische resultaten te komen. Daarom lijkt het verstandig een serie korte modules te ontwikkelen die aansluiten bij de hierboven geformuleerde beroepsvereisten en waarmee docenten "de witte vlekken kunnen inkleuren" die overbleven na het open verdiepingsprogramma in hun opleiding. Aansluitend bij ons onderzoek zullen in deze modules naast andere onderwerpen de volgende aspecten van interne differentiatie aan de orde kunnen komen:

- specifieke interne-differentiatiemethodieken;
- interne differentiatie met behulp van specifieke wiskundemethoden;
- de relatie tussen groeperingsvormen en interne differentiatie.

Op deze wijze lijkt het mogelijk een volledig opleidingsleerplan met betrekking tot interne differentiatie te realiseren dat aansluit bij de opvolgende fasen in de opleidingsbehoefte van aanstaande en praktiserende docenten. Het is een leerplan waarin student en docent zelf een belangrijke rol spelen bij de planning van hun eigen leerproces.

13 Mits het hierbij gaat om een behoorlijk aantal opvolgende lessen.

7.2.4 Slotopmerking

In deze paragraaf hebben we een aantal lijnen vanuit ons onderzoek naar de lerarenopleiding getrokken. Daarbij bespraken we de mogelijkheid een aantal instrumenten uit ons onderzoek te gebruiken voor opleidingsdoeleinden. Wellicht is dit niet mogelijk zonder die instrumenten aan te passen aan de eisen die vanuit een opleidingscontext gesteld worden. Belangrijker is echter dat het op grote schaal gebruik maken van een onderzoeksinstrument voor opleidingsdoeleinden dat instrument op den duur ongeschikt kan maken voor onderzoeksdoelen. Als veel docenten het instrument in hun opleiding of nascholing zijn tegengekomen, zal een groot deel van hen er niet onbevangen meer tegenover staan. Dan kan het instrument zijn waarde als onderzoeksinstrument verliezen en zullen nieuwe instrumenten ontwikkeld moeten worden.

7.3 Aanbevelingen voor het wiskundeonderwijs

De betekenis van het onderzoek voor de individuele wiskundedocent ligt in het verlengde van de betekenis ervan voor de lerarenopleiding. Het onderzoek biedt inzicht in het intern-differentiërend handelen en de factoren die daarop van invloed kunnen zijn. Wiskundedocenten die hun eigen interne-differentiatiegedrag willen evalueren en zich afvragen hoe het zich verhoudt tot dat van collega's, kunnen zelf de vragenlijst ID-LR invullen en hun scores op de subvragenlijsten vergelijken met die van de docenten uit het onderzoek.¹⁴ Om die vergelijking te vergemakkelijken hebben we in tabel 7.1 een normering van de subvragenlijstscores opgenomen in de vorm van decielscores. Deze normering is gebaseerd op de beide, samengevoegde onderzoeksgroepen.¹⁵ Vanzelfsprekend moet aan deze normering niet meer waarde worden toegekend, dan die van een handig praktijkinstrument waarmee men een eerste indruk kan krijgen van het eigen interne-differentiatiegedrag. Het belangrijkste voor docenten die de vragenlijst aldus gebruiken, is niet de precieze hoogte van hun scores, maar de reflexie op het eigen interne-differentiatiegedrag die er door geholpen kan worden.

In diezelfde geest kan men de betekenis van het onderzoek voor wiskunde-secties duiden. Voor het wiskundeonderwijs aan een school is het van belang dat de wiskundedocenten regelmatig in teamverband hun onderwijs bespreken en trachten tot een gemeenschappelijke benadering van het vak, de leerlingen en het onderwijsleerproces te komen. Besprekingen over hoe het wiskundeonderwijs gegeven zou moeten worden, zijn daarbij nuttig, maar minstens even belangrijk is

14 Zie bijv. de gemiddelden en standaarddeviaties in de tabellen 4.11 en 6.10.

15 De ID-LR is voor de gelegenheid gelijkgesteld aan de ID-LR.

het de wijze waarop het werkelijk gegeven wordt met elkaar bespreekbaar te maken. Ook nu kan de vragenlijst over interne-differentiatiegedrag daarbij een nuttig hulpmiddel zijn als het gaat om de wijze waarop men in sectieverband interne differentiatie aanpakt. De vorm en de mate waarin docenten binnen een wiskundesectie intern differentiëren is ermee in kaart te brengen. Door onderlinge vergelijking van scores en door discussies over de betekenis die men hecht aan procesgeoriënteerde en produktgeoriënteerde interne differentiatie, kan men komen tot een beter inzicht in de wijze waarop men als team van wiskundeleraars werkt en kan men afspraken maken over de wijze waarop men in de toekomst wil gaan werken.

Tabel 7.1

Gemiddelden, standaarddeviaties en percentielen voor de subvragenlijsten van de ID-LR (ID-LR^o) met de beide onderzoeksgroepen samen als referentiegroep.

	ID-LR/pc	ID-LR-pd	ID-LR/nd ^{min}
Gemiddelde	41.7	38.4	42.1
Standaarddeviatie	7.53	8.22	9.29
(Grootte referentiegroep)	(n = 59)	(n = 60)	(n = 56)
Percentielen	Somscores	Somscores	Somscores
10	31	26	29
20	34	32	34
30	37	36	38
40	41	37	39
50	42	38	42
60	44	39	44
70	47	42	47
80	49	45	51
90	50	47	53

In dit verband kan het van belang zijn enig inzicht te hebben in de aspecten van interne-differentiatiegedrag die wel en niet veelvuldig door wiskundeleraars gepraktiseerd worden. Daartoe hebben we in de tabellen 7.2 en 7.3 de zogenaamde top-tien en bottom-tien van interne-differentiatiegedrag bijeengebracht, dat wil zeggen de tien vragenlijstitems met de hoogste en de tien met de laagste gemiddelde score onder de docenten van ons onderzoek.¹⁶ Vergelijken we de items in deze tabellen met de docentgedragscategorieën waarvan zij de concretisering zijn (zie de tabellen 4.1, 4.2 en 4.4), dan valt het volgende op. *Het meeste interne-*

16 Hoog en laag in de zin van hoog en laag interne-differentiatiegedrag. Beide onderzoeksgroepen zijn weer samengevoegd.

differentiatiegedrag wordt gepraktiseerd op het terrein van de interactie tussen docent en leerlingen (de items 3, 6, 18, 23, 24, 35) en van de leeractiviteiten (de items 30, 40, 41). De terreinen waarop *het minste interne-differentiatiegedrag* wordt gepraktiseerd, zijn vooral de doelen en de werkvormen van de les (de items 16, 39) en het gebruik van de leerstof (de items 2, 4, 5, 22, 32, 37). In hoofdstuk 5 hebben we gezien dat dit laatste niet hoeft te liggen aan de aard van de gebruikte wiskundemethoden. Beide wiskundemethoden in ons onderzoek bieden de docent mogelijkheden met de leerstof te differentiëren. De voorzichtige conclusie kan daarom getrokken worden dat het kennelijk gemakkelijker is te differentiëren bij de directe aansturing van de leerprocessen, dan bij de organisatie van de condities waaronder de leerprocessen plaatsvinden. Voor wiskundesecties ligt hier onzes inziens een belangrijk punt van bezinning op het eigen onderwijs.

Een ander punt waarop ons onderzoek van betekenis kan zijn, is de rol die men de leerlingen kan laten spelen bij het evalueren van het door hen genoten wiskundeonderwijs. Het gebruik van de leerlingenvragenlijsten heeft laten zien dat leerlingen in bepaalde opzichten een goed beeld hebben van het gedrag van de leraar. Ook als dit beeld niet altijd overeenkomt met het beeld dat de docent heeft van zijn eigen didactische handelen, kan het er een belangrijke aanvulling op vormen en stelt het de docent in staat kritisch te reflecteren op zijn eigen zelfwaarneming. Ook wiskundesecties zouden bij het evalueren van het door hen verzorgde onderwijs vaker gebruik kunnen maken van de waarnemingen van de leerlingen.

Vervolgens is er het punt van de relatie tussen de gehanteerde groeperingsvorm en het interne-differentiatiegedrag. Zoals we in ons onderzoek zagen, bestaat er geen eenduidige relatie tussen beide. Hoewel de verschillen tussen leerlingen in heterogene lesgroepen als iets groter ervaren worden dan in homogene lesgroepen, is onder wiskundedocenten in heterogene groepen niet een duidelijke neiging merkbaar tot meer interne-differentiatiegedrag. Ook op dit punt geeft ons onderzoek wiskundedocenten en secties dus aanleiding zich te bezinnen op de betekenis van de groeperingsvorm waarmee zij werken. Is het inderdaad de bedoeling van heterogeen groeperen, dat er evenveel of minder interne differentiatie in plaatsvindt dan in homogene lesgroepen? En met betrekking tot algemene lesgroepniveaus: is het terecht dat er in homogene laag-niveaulesgroepen een neiging bestaat procesgeoriënteerd interne-differentiatiegedrag te vermijden? Het is van belang voor de kwaliteit van het wiskundeonderwijs dat docenten en secties een visie op interne differentiatie ontwikkelen waarin interne-differentiatiemethodieken en groeperingsvormen op een consistente wijze samengaan.

Tabel 7.2

Top-tien van de items van de vragenlijst ID-LR (ID^o-LR). Een score 5 is hoog, een score 1 is laag interne-differentiatiegedrag. (*Terwille van de leesbaarheid zijn de non-differentiatievragen van een ontkenning voorzien*).

Top-tien van de vragenlijst over interne-differentiatiegedrag voor docenten					
Subvragenlijst	Item-nummer	Item	Gem.	Std.	n
/pc	3	Ik bespreek de verschillen tussen de oplossingen van leerlingen met de hele klas.	3.33	1.00	66
	24	Ik laat alle leerlingen veel vragen stellen.	3.67	1.14	64
	40	Bij mij mag de ene leerling een som heel anders oplossen dan de andere leerling.	3.50	1.32	66
/pd	6	Ik laat de zwakke leerlingen meer vragen stellen dan de goede leerlingen.	3.18	1.13	65
	23	Ik geef bij het oplossen van sommen aan zwakke leerlingen meer hulp dan aan goede leerlingen.	3.48	.95	65
	35	Ik leg aan zwakke leerlingen meer uit dan aan goede leerlingen.	3.34	1.05	65
/nd ^{min}	18	Ik leg (<i>niet</i>) aan zwakke en goede leerlingen evenveel uit.	3.18	1.43	62
	30	Bij mij moeten (<i>niet</i>) alle leerlingen een som op dezelfde manier oplossen.	3.78	1.05	65
	34	Ik controleer (<i>niet</i>) het huiswerk van alle leerlingen.	3.29	.94	66
	41	Bij mij moeten (<i>niet</i>) alle leerlingen de proefwerkopgaven op dezelfde manier oplossen.	3.95	1.08	65

Tot slot kan in dit verband nog een opmerking worden gemaakt met betrekking tot de in ons onderzoek gebruikte wiskundemethoden Getal-en-Ruimte en Moderne-Wiskunde. In het algemeen kan gesteld worden dat zij veel mogelijkheden tot interne differentiatie bieden. Toch kan een zekere eenzijdigheid ten aanzien van de gehanteerde interne-differentiatiemethodiek beide niet ontzegd worden. Het ware wellicht beter geweest als Moderne-Wiskunde iets meer van de produktgeoriënteerde methodiek in zijn leerstof had verwezenlijkt, terwijl Getal-en-Ruimte meer aandacht had kunnen besteden aan de procesgeoriënteerde methodiek. Dat had het veelzijdige gebruik van beide methoden kunnen vergroten. Belangrijk is ook dat auteurs en uitgevers in hun begeleidend materiaal meer en explicieter aandacht gaan geven aan het differentiële gebruik van de methoden, omdat onze indruk is dat veel docenten de differentiatiemogelijkheden van de leerstof niet

benutten vanwege het feit dat hun een goed inzicht erin ontbreekt. Ook zouden auteurs, uitgevers en lerarenopleiders meer kunnen samenwerken om wiskundedocenten te trainen in het gebruik van hun methode bij intern-differentiërend handelen.

Tabel 7.3

Bottom-tien van de items van de vragenlijst ID-LR (ID^o-LR). Een score 5 is hoog, een score 1 is laag interne-differentiatiegedrag. *(Terwille van de consistentie zijn de non-differentiatievragen van een ontkenning voorzien).*

Bottom-tien van de vragenlijst over interne-differentiatiegedrag voor docenten					
Subvragenlijst	Item-nummer	Item	Gem.	Std.	n
/pc	26	Bij mij moeten de leerlingen hun oplossingen met elkaar vergelijken.	2.15	.77	66
/pd	2	Bij mij mogen alleen de goede leerlingen in hun eigen tempo de stof van een hoofdstuk doorwerken.	2.18	1.08	66
	4	Ik gebruik de toetsopgaven of testsommen uit het boek speciaal voor zwakke leerlingen.	1.92	.95	66
	16	Ik laat vooral zwakke leerlingen iets uit het hoofd leren.	1.79	.87	66
	32	Als zwakke leerlingen herhalingsopgaven maken, laat ik goede leerlingen extra opgaven maken.	2.21	1.20	66
	37	Ik laat goede leerlingen meer opdrachten uit het boek maken dan zwakke leerlingen.	2.13	1.05	64
	39	Ik laat goede leerlingen zelfstandig werken, terwijl ik zwakke leerlingen les geef.	2.23	1.08	66
/nd ^{min}	5	Ik laat (<i>niet</i>) alle leerlingen dezelfde opdrachten uit het boek maken.	1.86	1.09	66
	9	Ik geef (<i>niet</i>) alle leerlingen evenveel schriftelijke toetsen.	1.14	.43	65
	22	Ik laat (<i>niet</i>) alle leerlingen dezelfde leerstof doorwerken.	1.88	1.03	66

7.4 Eindconclusies

De eindconclusies uit deze studie naar het interne-differentiatiegedrag van wiskundedocenten kunnen als volgt geformuleerd worden. Bevestiging werd gevonden voor het bestaan van twee verschillende interne-differentiatiemetho-

dieken binnen het wiskundeonderwijs, te weten de procesgeoriënteerde en de produktgeoriënteerde, welke hun doorwerking kunnen hebben zowel in de leerstof van wiskundemethoden als in het interne-differentiatiegedrag van wiskundedocenten. De in de gebruikte wiskundemethode gerealiseerde interne-differentiatiemethodiek heeft invloed op de mate waarin docenten overeenkomstig die methodiek handelen. Een zelfstandig effect werd gevonden voor de procesgeoriënteerde interne-differentiatiemethodiek, maar niet voor de produktgeoriënteerde. De toepassing van de heterogene resp. homogene groeperingsvorm heeft geen duidelijke invloed op het interne-differentiatiegedrag van wiskundedocenten. De gegevens uit het onderzoek wijzen voor de heterogene groeperingsvorm eerder in de richting van minder dan meer interne-differentiatiegedrag in vergelijking met de homogene groeperingsvorm. De rol die de schoolvisie op groeperingsvormen hierin speelt, moet nader onderzocht worden. Voorts blijkt het percentage meisjes in lesgroepen een positieve invloed te hebben op het procesgeoriënteerde interne-differentiatiegedrag van wiskundedocenten. Daarmee kan interne-differentiatiegedrag van wiskundedocenten beschouwd worden als een belangrijke intermediaire variabele tussen de input-variabelen van het onderwijsleerproces en de output-variabelen in de vorm van de leerprestaties van de leerlingen. Als zodanig zal interne-differentiatiegedrag in vervolgonderzoek naar de effecten van interne differentiatie nader bestudeerd moeten worden. Ook moet het mogelijk geacht worden in aansluiting bij de verschillende fasen in de leerbehoefte van studenten en docenten een opleidingsleerplan voor de lerarenopleiding wiskunde te ontwerpen, waarin alle voor de praktijk van het wiskundeonderwijs relevante beroepsvereisten en beroepsbekwaamheden ten aanzien van interne differentiatie aan de orde kunnen komen, hetzij in het opleidings-, hetzij in het post-opleidingsonderwijs. Tot slot biedt het onderzoek aanknopingspunten voor wiskundedocenten, wiskundesecties en auteurs en uitgevers van wiskundemethoden om te komen tot verbetering van de kwaliteit van interne differentiatie in het wiskundeonderwijs.

SUMMARY

Since the sixties differentiation has been an important issue in the discussion and decision making about education. However, for a long time the empirical research on differentiation has been characterized by a strong focus on the influence of grouping on the results of learning. The conclusions of this research were not univocal and often incomparable. In empirical research no or much lesser attention has been paid to other aspects of differentiation, for example those dealing with the instructional process, and only from the eighties on these aspects have been regular subjects of investigation. So at the beginning of our study little was known about the didactical action of teachers of mathematics with respect to classroom-differentiation (i.e. their classroom-differentiation-behaviour).

For those training prospective-teachers of mathematics this meant that the question what opportunities we should offer them to prepare themselves on classroom-differentiation, could not be answered on the basis of much empirical evidence. One of the aims of the present study is to fill up that lack of knowledge by extending our information about the actual classroom-differentiation-behaviour of mathematics teachers, the types in which that behaviour can be classified and the factors which have an influence on it. From the viewpoint of relevance of education we have mainly dealt with the factors 'differentiation methods of schoolbooks on mathematics' and 'grouping'. Other factors have only been incorporated in our investigation as covariates of these two. For reasons of feasibility and check we have limited the main research to the mathematics education in schools for general secondary and pre-university education with a one-year transition course. We have formulated the following research questions:

- (a) To what extent and in which types do mathematics teachers show classroom-differentiation-behaviour in the one-year transition course of schools for general secondary and pre-university education?
- (b) What influence do the factors 'differentiation methods of mathematics schoolbooks' and 'grouping' have on the classroom-differentiation-behaviour of mathematics teachers?
- (c) Which other factors like teacher, group, school and situation characteristics do also have an influence on the classroom-differentiation-behaviour of mathematics teachers?

To investigate these research questions we have developed a theoretical framework on the basis of educational and subject didactical assumptions, in which we have

differentiated between two methods of classroom-differentiation, a process-oriented one and a product-oriented one. In the first method the learning process is the central element, and time- and task-bound differences between pupils function as criteria for the differential course of the teaching-learning process. In the second method the products of learning are the central elements and these are used as explicite and implicate differentiation criteria, together with differences in personal characteristics between pupils that are related to them. Connected with these methods of classroom-differentiation we have discriminated between two types of classroom-differentiation-behaviour of mathematics teachers, knowing a) process-oriented and b) product-oriented. Furthermore we have presupposed the possibility that teachers can avoid classroom-differentiation actively (non-differentiation-behaviour). Because these three types of classroom-differentiation-behaviour can operate on different aspects of the teaching-learning process, it was not possible to postulate correlations between them in advance.

We have made the present study from an action theoretical point of view. This means that the teacher is not seen as a black box who shows overt behaviour that is only influenced by circumstances, but as a professional who acts on purpose on the basis of his subjective theory on education. Part of this subjective theory is also the knowledge the teacher has of his own didactical actions. Therefore in our investigation on the classroom-differentiation-behaviour of mathematics teachers we have made use of the reports of teachers about their own behaviour, because that knowledge is an integrated part of their didactical actions. We also collected complementary information about the overt classroom-differentiation-behaviour by means of the perceptions of the pupils who experienced that behaviour. For both kinds of information we developed almost identical questionnaires. From the comparison of those two kinds of information we have been able to draw conclusions with regard to the didactical actions of teachers.

With respect to the factor 'differentiation methods of mathematics schoolbooks' we could also use the distinction between the process-oriented and the product-oriented differentiation method. A strategy of analysis was designed to investigate the differentiation method of mathematics schoolbooks, which made use of accompanying publications written by the authors, as well as learning material from the textbooks. For the analysis of the learning material we assumed a number of critical features which could be connected to the differentiation methods for theoretical reasons.

For reasons of relevancy for educational practice the factor grouping has been limited to the variations 'ability grouping' (with two ability levels) and 'mixed-ability grouping' practised in the transition year of many schools for general secondary and pre-university education. As such the first treatment of the factor grouping was one of educational practice on school-level. A stringent definition of

heterogeneity versus homogeneity in terms of a greater and smaller amount of variance of objectively measurable characteristics of pupils in groups has been left behind, not only for practical reasons but also on action theoretical grounds. On the contrary, the concepts of heterogeneity and homogeneity were treated with the teacher's subjective perception as point of departure. This subjective perception was supposed to play a mediative role in relation to the influence of the factor grouping on classroom-differentiation-behaviour. The subjective perception of the heterogeneity has been described in terms of the amount of variance of the teacher's own scores of the learning results of his pupils on his selfmade tests and in the form of grades. Comparable assumptions have been made for the factor 'general group level' which can be seen as a derivative of the grouping method. Mathematics teachers evaluate that level in the first place as classroom subject level using their own tests and grades. This means that the factor grouping and its derivative 'general group level' are mainly interpreted in terms of educational practice on school-level, but that checks have been made with respect to the subjective perceptions and assessments of the teachers to declare its influence on classroom-differentiation-behaviour.

The results of the present study are threefold. In the first place a *questionnaire about classroom-differentiation-behaviour* for teachers and pupils has been developed with which the three types of classroom-differentiation-behaviour can be measured in a relatively simple way. The scores for process-oriented classroom-differentiation-behaviour turned out to be independent of the scores for product-oriented classroom-differentiation-behaviour and non-differentiation-behaviour. These last two scores showed a negative correlation. Occuring discrepancies between the high alphas of the subquestionnaires in the construction inquiry and the lower alphas in the main investigation can be explained in terms of the way in which both research groups have been formed.

Secondly the present study have generated a *strategy for the analysis of the differentiation methods in mathematics schoolbooks*. With the aid of this strategy it will be possible to decide which mathematics schoolbooks use a more or less process-oriented or product-oriented differentiation method. With regard to the transition class, the analysis of two much used mathematics schoolbooks named Getal-en-Ruimte (Number-and-Space) and Moderne-Wiskunde (Modern-Mathematics) have led to a clear comparison of their differentiation methods.

In the third place the present study has resulted in more insight into the *influence of certain factors on the classroom-differentiation-behaviour* of mathematics teachers in transition classes of schools for general secondary and pre-university education. It has been shown that the differentiation methods of the two used schoolbooks on mathematics influence the classroom-differentiation-behaviour of mathematics teachers in the expected direction. We also have found

an independent positive influence of the process-oriented method in mathematics schoolbooks on process-oriented classroom-differentiation-behaviour of mathematics teachers. With respect to product-oriented classroom-differentiation-behaviour a comparable independent influence of the product-oriented differentiation method of mathematics schoolbooks has not been detected. These results are based on the scores of both teachers and pupils.

With respect to the influence of the factor grouping on classroom-differentiation-behaviour the results of the investigation are less clear. Although the heterogeneity of the groups has not been detected in an objective way, teachers in mixed-ability groups perceive subjectively a greater heterogeneity than teachers in ability groups, however, only with respect to long-term learning processes expressed in the form of grades. Generally speaking we have not found enough support for the assumption that a greater heterogeneity in classes leads to more classroom-differentiation-behaviour and to less non-differentiation-behaviour. Even the results point for non-differentiation-behaviour into the reverse direction: in mixed-ability groups teachers show more non-differentiation-behaviour than in ability groups. Also in mixed-ability groups more process-minus-product-oriented classroom-differentiation-behaviour has been found. The perception of teachers and groups however differentiated strongly with regard to the influence of the factor grouping. In the perception of the teachers process-oriented classroom-differentiation-behaviour has positively been influenced by a greater heterogeneity, in the perception of pupils this relation was just negative. In the perception of teachers non-differentiation-behaviour and process-minus-product-oriented classroom-differentiation-behaviour have positively been influenced by greater heterogeneity, in the perception of classes no differences have been detected.

With respect to the factor 'general group level' we have found that teachers in low ability groups show less process-oriented and less process-minus-product-oriented classroom-differentiation-behaviour than teachers in high ability groups. The first of these two effects occurs only in the scores of the teachers, the second one in the scores of both teachers and pupils. With respect to product-oriented classroom-differentiation-behaviour and non-differentiation-behaviour no differences occurred between low and high ability groups.

The research on *covariates* has not brought forward a variable which could declare the foregoing results. Rather an independent effect of the factor 'percentages of girls in classes' has been found. This factor has a positive influence on the process-oriented classroom-differentiation-behaviour of mathematics teachers both in the perception of teachers as well as pupils.

In the discussion chapter we suppose that the lack of more classroom-differentiation-behaviour in mixed-ability groups in comparison with ability groups is perhaps a consequence of the choice of the school not to stress differences

between pupils in an early stage of their school carrier. This school vision may and can have an influence on the attitude of teachers not to stress differences between pupils in the classroom and so to avoid certain aspects of differentiation-behaviour. Therefore the role which the school vision on grouping plays in the behaviour of teachers should be examined in further research.

The present study shows that classroom-differentiation-behaviour of mathematics teachers could be seen as an important mediating variable between the input-variables of the teaching-learning process and the output-variables in the form of the learning results of the pupils. Classroom-differentiation-behaviour as such will be examined as an important issue in further research on the effects of classroom-differentiation. In connection with our investigation we have discussed the possibility to develop a teacher training program in which all professional aims and skills of classroom-differentiation-behaviour with respect to the practice of mathematics education will be treated either in preservice or in in-service training on the basis of the different fases in the learning needs of prospective-teachers and teachers. Finally the present study offers some possibilities for mathematics teachers, sections, and authors and publicers of mathematics schoolbooks to improve the quality of classroom-differentiation in mathematics education.

LITERATUUR

- Abels, M.J., e.a., *Moderne Wiskunde, Vijfde Editie, Deel I mhv*, Wolters-Noordhoff, Groningen, 1987, 1988.
- Akker, J.J.H. van den, *Invoering van onderwijsleerpakketten*, In: Nijhof e.a., 1993, p. 349-370
- Babad, E., Bernieri, F., Rosenthal, R., Students as Judges of Teachers' Verbal and Nonverbal Behavior, In: *American Educational Research Journal* 28, 1, 1991, p. 211-234.
- Bemmelen, Th. van, e.a., *Sigma 1 MAVO HAVO VWO*, 2e druk, Wolters-Noordhoff, Groningen, 1987.
- Beukhof, G., Nijhof, W., *Onderwijs in kleine groepen, Een voorstel voor een onderzoek naar het cognitief en interactief functioneren van leerlingen in flexibele onderwijsleersituaties*, VOU, Utrecht, 1979.
- Bonset, E.H., *Onderwijs in heterogene groepen, Een case-study naar het vak Nederlands in een breed-heterogene brugklas van een reguliere scholengemeenschap, en een literatuurstudie naar heterogeniteit en interne differentiatie*, Muusses, Purmerend, 1987.
- Brassell, A., Petry, S., Brooks, D.M., Ability grouping, mathematics achievement, and pupil attitude toward mathematics, In: *Journal for Research in Mathematics Education* 11, 1, 1980, p. 22-28.
- Brekelmans, M., Wubbels, Th., Leerlingpercepties en de beoordeling van docenten, In: *IDEE, Tijdschrift voor Lerarenopleiders* 12, 1, 1990, p. 9-17.
- Brinkman, F., Helden, H. van, Schee, J. van der, Schouten-van Parreren, C., Westrhenen, J. van, *Aanzet voor een onderzoeksproject voor het gemeenschappelijke thema: Didactische Differentiatie*, Interne publikatie, Vrije Universiteit, Amsterdam, 3 december 1986.
- Brinke, J.S. ten, Licht, P., *Wat vraagt interne differentiatie van de leraar? En: waar ligt de grens tussen vakdidactiek en algemene didactiek?*, In: Vedder e.a., 1989, p. 147-156.
- Broekman, H., Leerstijlaspecten; rigiditeit versus flexibiliteit, In: *Euclides* 60, 3, 1984, p. 117-122.
- Broekman, H., Leerstijlaspecten, Wie ziet wat?, In: *Euclides* 61, 5, 1986, p. 161-167.
- Bronnenboek Wiskunde*, Serie Onderwijspraktijk, Stichting voor de Leerplanontwikkeling, Enschede, 1985.
- Brown, S., McIntyre, D., The professional craft knowledge of teachers, In: *Scottish Educational Review, Special Issue: The quality of teaching*, Scottish Academic Press, Edinburgh, 1988, p. 39-48.
- Corporaal, A.H., *Bouwstenen voor een opleidingsdidactiek, Theorie en onderzoek met betrekking tot cognities van aanstaande onderwijsgeevenden*, Academisch Boeken Centrum, De Lier, 1988.
- Corte, E. de, Geerligs, C.T., Lagerweij, N.A.J., Peters, J.J., Vandenberghe, R., *Beknopte didaxologie*, Wolters-Noordhoff, Groningen, 1981.
- Creemers, B.P.M., *Didaxologie en curriculumtheorie*, In: Lagerweij en Vos, 1987, p. 101-125.
- Creemers, B.P.M., *Effectieve instructie, Een empirische bijdrage aan de verbetering van het onderwijs in de klas*, SVO, 's-Gravenhage, 1991.
- Creemers, H.P.M., Westerhof, K.J., *Onderzoek naar routines in het leerkrachtengedrag*. In: Halkes en Nijhof, 1982.

- Dijk, M.H. van, Leerstofgerichtheid en differentiatie, In: *Tijdschrift voor Onderwijswetenschappen* 18, 3, Groningen, 1988, p. 121-131.
- Dijkhuis, J.H., e.a., *Getal en Ruimte, Delen IMHV1 en IMHV2*, Educaboek, Culemborg, vanaf 1983.
- Dijkhuis, J.H., e.a., *Getal en Ruimte, Documentatie, Wiskunde voor het voortgezet onderwijs*, Educaboek, Culemborg, 1989, 9e druk.
- Dormolen, J. van, *Aandachtspunten, De a priori analyse van leerteksten voor wiskunde bij het voortgezet onderwijs*, Academisch Proefschrift, Rijksuniversiteit van Utrecht, Utrecht, 1982.
- Doyle, W., Making managerial decisions in classroom, In: D.L. Duke (Ed.), *Classroommanagement*, The University of Chicago Press/NSSE, Chicago, 1979.
- Eerde, D. van, Vuurmans, A.C., *Psychologie in het reken/wiskundeonderwijs*, Wolters-Noordhoff, Groningen, 1987.
- Eggen, Th., *IEA, Tweede wiskunde project, Voortgangsrapport nr. 2*, Technische Hogeschool Twente, Enschede, 1980.
- Ehman, L.A., *A comparison of three sources of classroom data: teachers, students and systematic observation*, Paper presented at the meeting of the American Educational Research Association, Minneapolis, March 1970.
- Ellermeijer, A.L., *Differentiatie binnen klasverband voor natuurkunde, Een onderzoek in klas 2 havo/vwo*, Amsterdam, 1987.
- Esch, C.J.M. van, *Contextgebruik en begrijpend lezen in een vreemde taal, Evaluatie van een trainingsprogramma*, Wolters-Noordhoff, Groningen, 1987.
- Evertson, C.M., Sanford, J.P., Emmer, E.T., *Effects of class-heterogeneity in Junior High School*, American Educational Research Journal 18, 1981, p. 219-232.
- Franssen, H.A.M., Lagerweij, N.A.J., *Onderwijskunde in ontwikkeling*, Culemborg, 1983.
- Freudenthal, H., *Mathematics as an educational task*, Reidel, Dordrecht, 1973a.
- Freudenthal, H., De niveaus in het leerproces en de heterogene leergroep met het oog op de middenschool, In: *Gesamtschule Conferentie*, Muusses, Purmerend, 1973b.
- Freudenthal, H., Differentiatie binnen het wiskundeonderwijs, In: *Wiskrant* 2, IOWO, Utrecht, februari 1976.
- Freudenthal, H., *Weeding and Sowing*, Reidel, Dordrecht, 1978.
- Fullan, M.G., *The new meaning of educational change*, Teachers College Press, New York, 1991.
- Geerligs, T., Veen, T. van der, *Lesgeven, Interne differentiatie in de praktijk*, Van Gorcum, Assen/Maastricht, 1987.
- Halkes, R., Nijhof, W., (Red.), *Planning en Onderwijzen*, Swets en Zeitlinger, Lisse, 1982.
- Harskamp, E.G., *Rekenmethoden op de proef gesteld*, RION, Groningen, 1988.
- Herfs, P.G.P., Mertens, E.H.M., Perrenet, J.C., Terwel, J., *Groepswerk en differentiatie in de eerste fase voortgezet onderwijs bij wiskunde, Samenvatting Eindrapport Project AGO 12-16*, ISOR, Rijksuniversiteit, Utrecht, 1990.
- Hiele, P.M. van, De niveau's in het denken welke van belang zijn bij het onderwijs in de meetkunde in de eerste klasse van het V.H.M.O., In: *Pedagogische Studiën* 32, 19, 1955, p. 289-297.
- Hiele, P.M. van, *De problematiek van het inzicht*, Meulenhoff, Amsterdam, 1957.
- Hiele, P.M. van, *Begrip en inzicht, Werkboek van de wiskundendidactiek*, Muusses, Purmerend, 1973.
- Hook, C., Roshenshine, B., Accuracy of teacher reports of their classroom behavior, In: *Review of Educational Research* 49, 1979, p. 1-12.

- Jacobs, H.J., e.a., *Moderne Wiskunde 1*, Vierde herziene editie, Wolters-Noordhoff, Groningen, 1980.
- Johnson, D.A., Rising, G.R., *Guidelines for teaching mathematics*, Second edition, Wadsworth Publishing Company Inc., Belmont, California, 1972.
- Kerkhofs, W., Gool, A. van, Bogaart, T. van den, *Met het oog op..., De leerkracht in de praktijk van het werken met kleine heterogene groepen*, SLO, Enschede, 1985.
- Kerry, T., The demands made on pupils thinking in mixed ability classes, In: Sands, M., Kerry, T., (Eds.), *Mixed ability Teaching*, London, 1982.
- Kemenade, J.A. van, Lagerweij, N.A.J., Leune, J.M.G., Ritzen, J.M.M., (Red.), *Onderwijs in ontwikkeling*, Wolters-Noordhoff, Groningen, 1987.
- Koning, P. de, *Interne differentiatie*, APS-RITP, Muusses, Purmerend, 1973.
- Koning, P. de, *Programmadifferentiatie in het voorgezet onderwijs*, Swets en Zeitlinger, Lisse, 1987.
- Koning, P. de, Schut, B., *Gedifferentieerd onderwijs, Discussienota voor de deelnemers van de V.O.N.-conferentie in 1972*, 1972.
- Krammer, H., De rol van het wiskundeboek in het onderwijsproces, In: *Ontwikkelingen rond schoolboeken in Nederland*, Adviesgroep Leermiddelen, Zoetermeer, 1985, p. 147-155.
- Lagerweij, N.A.J., Vos, J.F., (Red.), *Onderwijskunde, een inleiding*, Wolters-Noordhoff, Groningen, 1987.
- Linn, M.C., Pulos, S., Aptitude and experience influences on proportional reasoning during adolescence: Focus on male-female differences, In: *Journal for Research in Mathematics Education 14*, 1, 1983, p. 30-46.
- Marsh, H.W., Validity of students' evaluation of college teaching: A multitrait-multimethod analysis, In: *Journal of Educational Psychology 74*, 1982, p. 264-279.
- MAVO-Projekt, *Projekthandboek, Deel 3, Natuurwetenschappelijke Vakken en Wiskunde, Rubriek H, Wiskunde*, 1979-1982.
- Meester, F., Schoemaker, G., Vedder, J., *Rekening houden met individuele verschillen*, Nederlandse Vereniging van wiskundeleraren, Utrecht, 1980.
- Mooij, T., *International multi-level investigation into pupil behaviour, achievement, competence and orientation in educational situations*, SVO, 's-Gravenhage, 1987.
- ``Naar aanleiding van...'', *Het werken in (kleine) heterogene groepen*, SLO, Enschede, 1983.
- Nijhof, W.J., Franssen, H.A.M., Hoeben, W.Th.J.G., Wolbert, R.G.M. (Red.), *Handboek Curriculum, Modellen, Theoriën, Technologieën*, Swets & Zeitlinger, Amsterdam/Lisse, 1993.
- Nuy, M.J.G., *Interne differentiatie, Over het ontwerpen van geïndividualiseerde onderwijsarrangementen*, Katholiek Pedagogisch Centrum, 1981.
- Oakes, J., *Keeping track, How schools structure inequality*, Yale University Press, New Haven, 1985.
- Onderwijspraktijk, Bronnenboek Wiskunde, Projectgroep Wiskunde 12-16*, SLO, Enschede, 1985.
- Parreren, C.F. van, *Leren op school*, 12e druk, Wolters-Noordhoff, Groningen, 1990.
- Pelgrum, W.J., *Monitoring Evaluation and the Curriculum*, Academisch Boekencentrum, De Lier, 1989.
- Peters, J.J., Beyaard, D., *Onderzoek naar plannings- en uitvoeringsgedrag van leerkrachten*, Info 4, 1982, p. 35-45.
- Reezigt, G.J., *Effecten van differentiatie op de basisschool*, RION, Groningen, 1993.
- Reints, A., *Curriculum en onderwijsvernieuwing*, In: Franssen en Lagerweij, 1983, p. 73-94.

- Resh, N., Dar, Y., *School selectivity: does it have an effect and for whom?*, Hebrew University Institute for Innovation and Education, Jerusalem, 1990.
- Riet, S.P. van 't, *Setvorming en wiskundeonderwijs*, V *Setvorming in de wiskunde van het HAVO en VWO*, In: *Euclides* 56, 8, 1981, p. 359-370.
- Riet, S.P. van 't, *Zes kennisnivo's in het wiskundeonderwijs*, In: *Euclides* 58, 7, Groningen, Maart 1983.
- Riet, S.P. van 't, *Zes kennisnivo's, Een nadere uitwerking*, In: *Euclides* 60, 5, Groningen, Januari 1985.
- Riet, S.P. van 't, Gruyter, A.H., Vonk, J.H.C., *Individuele verschillen tussen leerlingen en differentiatiemethodieken in het wiskundeonderwijs*, Interne publicatie Vrije Universiteit Amsterdam, 1991a.
- Riet, S.P. van 't, Gruyter, A.H., Vonk, J.H.C., *De differentiatiemethodieken van twee veel gebruikte Nederlandse wiskundemethoden*, In: *Tijdschrift voor didactiek der β -wetenschappen* 9, 2, mei 1991b.
- Roberge, J.J., Flexer, B.K., *Cognitive style, operativity and mathematics achievement*, In: *Journal for Research in Mathematics Education* 14, 5, 1983, p. 344-353.
- Sande, J.P. van der, *Gedragsobservatie, Een inleiding tot systematisch observeren*, Wolters-Noordhoff, Groningen, 1984.
- Schonewille, B., *Heterogeniteit, leerkrachtijd en de rol van individuele aandacht in het speciaal onderwijs*, Academisch Proefschrift, Vrije Universiteit, Amsterdam, 1993.
- Schreuder, F., *Handboek gegevensanalyse met SPSS/PC+*, Academic Service, Schoonhoven, 1993.
- Steele, J.M., House, E.R., Kernins, T., *An instrument for assessing instructional climate through low-inference student judgement*, In: *American Educational Research Journal* 8, 1971, p. 447-466.
- Suhre, C., *Effectief gebruik van rekenmethoden: Evaluatieonderzoek in het laatste jaar van de basisschool*, In: *Tijdschrift voor Onderwijsresearch* 12, 6, 1987, p. 344-354.
- Swanborn, P.G., *Methoden van sociaal-wetenschappelijk onderzoek*, Boom, Meppel, 1987.
- Terwel, J., *Basisvorming en het ontwerpen van onderwijsleersituaties voor 12-16-jarigen*, *Pedagogisch Tijdschrift* 11, 6, 1986, p. 354-366.
- Terwel, J., *Effecten van differentiatie en heterogeniteit in de eerste fase voortgezet onderwijs*, In: *Pedagogisch Tijdschrift* 13, 5, 1988, p. 326-340.
- Terwel, J., Herfs, P., Perrenet, J., Ploeg, D. van der, *Ontwerpen van adaptief onderwijs*, ISOR, Rijksuniversiteit, Utrecht, 1988.
- Tomic, W., *Instructiegedrag van wiskundeleraars*, In: *Tijdschrift voor Onderwijsresearch* 17, 6, 1987, p. 251-264.
- Vademecum voor de Wiskundeleraar*, Wolters-Noordhoff, Groningen, 1986.
- Vedder, J., Giesbers, J.H.G.I., Dam, J.M., Dolle-Willemse, T.E. (Red.), *De opdracht van de lerarenopleiding, Kwaliteit en taakverbreding*, W.C.C. VELON, Utrecht/Groningen, 1989.
- Vonk, J.H.C., *Opleiding en praktijk, Een onderzoek naar opvattingen over het opleiden van leraren in samenhang met de praktijkervaringen van beginnende docenten*, VU-Boekhandel, Amsterdam, 1982.
- Vries, A.M. de, *Hoe breder hoe beter? De effecten van heterogeen groeperen in het voortgezet onderwijs in Nederland*, RION, Rijksuniversiteit, Groningen, 1992.
- Westerhof, K.J., *Effectiviteit van leerkrachtgedrag, Een empirische studie naar leerkrachtgedrag en de samenhang met leerwinst*, Instituut voor Onderwijskunde, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen, 1989.

Wubbels, Th., Créton, H.A., Brekelmans, J.M.G., Hooymayers, H.P., *De perceptie van de leraar-leerlingrelatie, Constructie en kenmerken van een instrument*, Tijdschrift voor Onderwijsresearch 12, 1, 1987, p. 3-16.

BIJLAGEN

BIJLAGE 4.1 (bij paragraaf 4.5.2)

GEGEVENS UIT HET VALIDERINGSONDERZOEK

Docent-GR was auteur van de methode Getal-en-Ruimte en als wiskundedocent verbonden aan een MAVO-HAVO-VWO-scholengemeenschap in het zuiden des lands. Van hem werd aangenomen dat hij produktgeoriënteerd intern differentieerde. Docent-MW was auteur van de methode Moderne-Wiskunde en als wiskundedocent verbonden aan een MAVO-HAVO-VWO-school in het oosten des lands. Van hem werd aangenomen dat hij procesgeoriënteerd intern differentieerde.

1 De bijgewoonde lessen

Bij de aanvang van de lessen zat de onderzoeker-observator achter in de klas. Het eerste kwartier waarin de leerlingen zelf aan het werk waren, bleef de observator op zijn plaats om de gang van zaken waar te nemen. Ongeveer een half uur na aanvang van de les ging hij tijdens deze zelfwerkzaamheid van de leerlingen de klas rond om aan hen aanvullende informatie te vragen over de gang van zaken in de les. Op die wijze werd ook informatie verkregen die niet door observatie van een of enkele lessen te verkrijgen valt.

1.1 Verslag van de bijgewoonde les van docent-GR

Beide lessen verlopen op ongeveer dezelfde wijze. De leerlingen zijn opgesteld in een buitenste en binnenste U-vorm. De les begint met een korte instructie van circa 5 minuten over het gebruik van de geodriehoek naar aanleiding van een fout in het boek. Vervolgens werken de leerlingen de hele les zelfstandig, waarbij ze hulp mogen vragen aan hun buurman/buurvrouw. Daarnaast hebben zij een antwoordenlijst in het boek, die zij gebruiken om hun antwoorden te controleren.

De docent zit voor in de klas aan zijn bureau en de leerlingen die problemen hebben met de opdrachten kunnen bij hem komen voor hulp. Hiervan wordt het hele uur goed gebruik gemaakt door de leerlingen. Aan het eind van de les loopt de docent ook door de klas rond en helpt leerlingen. De leerlingen hebben van de docent een schema gekregen, waarin aangegeven staat hoever ze na elke les met de stof uit het boek klaar moeten zijn. Leerlingen mogen op dit schema vooruit werken. Sommige leerlingen zijn al een hoofdstuk verder dan andere.

De leerlingen zijn begin december ingedeeld op drie niveaus: niveau 1 = waarschijnlijk VWO, misschien HAVO; niveau 2 = waarschijnlijk HAVO, misschien VWO of MAVO; niveau 3 = waarschijnlijk MAVO, misschien HAVO. Overstap van het ene naar het andere niveau is in de loop van het jaar mogelijk afhankelijk van de resultaten. De leerlingen maken op niveau 3 de basisstof zonder de rode-

driehoekssommen, op niveau 2 de basisstof plus de rode-driehoekssommen, op niveau 1 de basisstof, de rode-driehoekssommen en een aantal sommen uit de extra stof naar keuze van de docent en/of naar eigen keuze.

Als de leerlingen een hoofdstuk af hebben maken zij zelf de diagnostische toets in het boek. Zij doen dat in een apart schrift, dat in het lokaal blijft liggen. De docent kijkt die schriften regelmatig na en roept leerlingen bij zich aan zijn bureau om de antwoorden met hen te bespreken. Zo nodig moet de leerling daarna herhalingsstof maken. Als volgens het tijdschema van de te maken stof een hoofdstuk door alle leerlingen gemaakt is, volgt een centraal schriftelijk proefwerk.

1.2 Verslag van de bijgewoonde les van docent-MW

Beide lessen verlopen op ongeveer dezelfde wijze. De leerlingen zitten twee aan twee in banken opgesteld in vier rijen. De eerste les begint met een gesprek over een te maken proefwerk en het oplezen van de rapportcijfers. Daarna volgt een instructie van circa 10 minuten over het onderwerp van de les: spiegel- en draaisymmetrie. Daarbij wordt door de docent gebruik gemaakt van illustraties.

De tweede les begint met een bespreking van het gemaakte huiswerk. Verschillende oplossingsmogelijkheden worden bij de opgaven besproken. vervolgens schrijft de docent het huiswerk op het bord en gaan de leerlingen aan het werk. Zij kunnen daarbij hulp vragen van hun buurman/buurvrouw. De leerlingen beschikken niet over een antwoordenlijst. De antwoorden worden aan het begin van de volgende les door de docent besproken.

De docent loopt de rest van het uur door de klas en helpt leerlingen met problemen. Enkele keren gaat hij over tot een korte klassikale instructie of bespreking naar aanleiding van bij bepaalde opgaven geconstateerde problemen. Alle leerlingen moeten alle door de docent opgegeven opdrachten maken. Sommige leerlingen werken een vijftal sommen vooruit om minder huiswerk te hebben.

De leerlingen zijn niet ingedeeld naar niveau. Bij proefwerken e.d. worden cijfers gegeven op een schaal van 1 tot 14. Hierbij geldt een 5 als onvoldoende. De cijfers 11 tot 14 geven een indicatie voor VWO-niveau, de cijfers 8 t/m 10 voor HAVO-niveau, de cijfers 5 t/m 7 voor MAVO-niveau. Cijfers lager dan 6 komen weinig voor. De leerlingen mogen zelf weten of zij diagnostische opgaven (zogenaamde testbeeldsommen) en/of extra opdrachten (zogenaamde `van alles en nog wat'-sommen) maken. Om de zoveel tijd is er een centraal schriftelijk proefwerk.

2 Statistische gegevens per docent en per vraag

Met behulp van het programma Multistat werden voor beide lesgroepen per item van de vragenlijst ID-LL uitgerekend de minimum- en maximum-score, het gemiddelde, de standaarddeviatie en het aantal leerlingen dat het item beantwoord had. Deze gegevens zijn hieronder weergegeven. Daarnaast is in de rechter kolom de score van de docent op de vragenlijst ID-LR geplaatst voorzien van een asterisk (*) als deze 2 punten of meer afweek van het gemiddelde van de lesgroep. Per docent is door de onderzoeker een verklaring voor deze afwijkingen gezocht op grond van de gegevens uit de observaties. We merken op dat in onderstaande overzichten de ruwe scores zijn opgenomen (1 = altijd, 5 = nooit).

2.1 Gegevens per vraag voor docent-GR

<-----ID-LL<-----><-- ID-LR -->						
Item	Minimum	Maximum	Gemiddelde	S.Deviatie	N	Score docent
1	1	5	2.294	1.446	17	3
2	1	5	4.235	1.307	17	5
3	2	5	4.118	0.963	17	4
4	3	5	4.529	0.696	17	5
5	1	5	3.471	1.289	17	5
6	2	5	4.412	1.032	17	1 *
7	1	5	4.471	1.144	17	4
8	2	5	4.118	0.963	17	3
9	1	5	1.235	0.941	17	1
10	3	5	4.438	0.609	16	4
11	1	5	4.176	1.150	17	2 *
12	1	2	1.188	0.390	16	5 *
13	1	5	3.941	1.162	17	4
14	1	4	1.471	0.848	17	1
15	1	5	4.353	1.185	17	4
16	3	5	4.250	0.750	16	4
17	1	5	3.529	1.144	17	2
18	1	3	1.500	0.791	16	5 *
19	3	5	4.412	0.691	17	3
20	1	5	3.059	1.731	17	5
21	1	5	2.813	1.509	16	3
22	1	5	2.118	1.182	17	5 *
23	2	5	4.000	0.907	17	1 *
24	1	5	1.706	1.273	17	3
25	1	5	2.294	1.600	17	2
26	2	5	4.647	0.762	17	4
27	1	4	1.941	1.211	17	2
28	1	5	3.000	1.372	17	2
29	1	5	3.588	1.536	17	5
30	2	5	4.529	0.848	17	4
31	1	5	4.353	1.281	17	5
32	1	5	3.118	1.567	17	3
33	1	5	3.059	1.474	17	1 *
34	2	5	4.059	1.056	17	4
35	2	5	4.000	0.970	17	1 *
36	1	5	2.375	1.452	16	4
37	1	5	1.765	1.113	17	1
38	2	5	3.529	1.091	17	4
39	4	5	4.706	0.456	17	5
40	1	5	2.063	1.298	16	2

41	1	5	1.824	1.248	17	2
42	2	5	4.412	0.771	17	2 *
43	1	5	2.176	1.382	17	2
44	2	5	3.824	1.150	17	1 *
45	1	5	3.813	1.184	16	5

Bij 10 vragen bestaat een verschil van 2 of meer tussen de score van de docent en het gemiddelde van de lesgroep. Bij 7 van die 10 vragen kan op grond van de bijgewoonde lessen een verklaring worden gegeven voor de afwijking. Bij vraag 6, 12, 18, 23, 35 heeft de docent waarschijnlijk geantwoord op grond van wat er feitelijk in de les aan hulp voor leerlingen *gebeurt*, hetgeen de onderzoeker ook heeft gezien. De leerlingen daarentegen antwoordden waarschijnlijk op grond van de gelijke *mogelijkheden* die goede en zwakke leerlingen hebben om de hulp van de docent in te roepen. Bij vraag 22 en 44 hebben de leerlingen de vraag waarschijnlijk niet betrokken op de facultatieve driehoekjesopdrachten en de extra opdrachten in het boek (zie paragraaf 1.1 van deze bijlage). Voor de resterende drie vragen bestaat niet zo'n verklaring voor de afwijking.

2.2 Gegevens per vraag voor docent-MW

<----- ID-LL -----><- ID-LR -->						
Item	Minimum	Maximum	Gemiddelde	S.Deviatie	N	Score docent
1	1	5	1.167	0.799	24	4 *
2	1	5	4.292	1.306	24	3
3	1	4	1.833	0.745	24	2
4	1	5	4.458	0.912	24	4
5	1	1	1.000	0.000	24	2
6	3	5	4.667	0.553	24	5
7	1	5	3.000	1.607	24	1 *
8	2	5	4.208	0.763	24	3
9	1	1	1.000	0.000	24	1
10	3	5	4.792	0.498	24	4
11	1	5	4.292	1.207	24	4
12	1	3	1.125	0.439	24	2
13	3	5	4.583	0.640	24	4
14	1	4	1.250	0.661	24	2
15	2	5	4.500	0.913	24	4
16	1	5	4.583	1.115	24	5
17	1	5	3.333	1.312	24	3
18	1	5	1.333	0.898	24	3
19	2	5	4.417	0.862	24	4
20	1	4	1.958	1.207	24	2
21	1	5	2.542	1.527	24	2
22	1	2	1.083	0.276	24	1
23	2	5	4.174	0.916	23	3
24	1	4	1.917	1.037	24	2
25	1	5	3.500	1.258	24	2
26	2	5	3.917	0.862	24	3
27	1	5	2.583	1.441	24	3
28	1	5	2.667	1.724	24	4
29	1	5	1.958	1.274	24	2
30	1	5	3.042	1.620	24	2
31	1	5	2.708	1.399	24	3
32	1	5	4.417	1.152	24	4
33	1	5	3.042	1.020	24	2

34	3	5	4.625	0.564	24	3
35	1	5	3.750	1.331	24	3
36	1	5	1.958	1.172	24	3
37	4	5	4.958	0.200	24	4
38	2	5	3.833	0.624	24	3
39	2	5	4.667	0.745	24	4
40	2	5	3.958	0.934	24	5
41	1	5	3.625	1.438	24	4
42	1	5	3.750	1.090	24	4
43	1	5	2.750	1.299	24	2
44	2	5	4.792	0.644	24	2 *
45	1	5	3.542	1.190	24	3

Bij 3 vragen bestaat een verschil van 2 of meer tussen de score van de docent en het gemiddelde van de lesgroep. Bij vraag 1 heeft de docent wellicht bedoeld dat hij de leerlingen soms iets uit het hoofd laat leren. De leerlingen hebben wellicht bedoeld, dat in die gevallen altijd alle leerlingen dat moeten doen. Voor de andere twee afwijkingen is geen verklaring gevonden.

BIJLAGE 5.1 (*bij paragraaf 4.5.3.d*)

REGELS EN HULPREGELS VOOR DE SCORING VAN WISKUNDIGE INHOUDSNIVEAUS

Opmerking: In deze bijlage wordt met 'opdracht' tevens bedoeld een opdrachtstam, subopdracht of uitlegfragment.

1 *Hoofdregels*

- a) Een opdracht refereert aan het materiële inhoudsniveau, als wiskundige begrippen, relaties en bewerkingen gepresenteerd worden:
 - in de vorm van aanwezig veronderstelde materiële voorwerpen en/of te verrichten materiële handelingen,
 - al of niet visueel ondersteund door middel van plaatjes,
 - al of niet bedoeld om tot concreet-mentale of abstract-mentale representatie over te gaan.
- b) Een opdracht refereert aan het concreet-mentale inhoudsniveau, als wiskundige begrippen, relaties en bewerkingen gepresenteerd worden:
 - in de vorm van concrete voorstellingen van: voorwerpen en/of materiële handelingen,
 - al of niet visueel ondersteund door middel van plaatjes,
 - al of niet bedoeld om tot materialisering of abstrahering over te gaan.
- c) Een opdracht refereert aan het abstract-mentale inhoudsniveau, als wiskundige begrippen, relaties en bewerkingen gepresenteerd worden:
 - in de vorm van abstracte wiskundige voorstellingen,
 - al of niet visueel ondersteund door middel van figuren,
 - al of niet bedoeld om tot concretisering of materialisering over te gaan.

2 *Hulpregels bij de scoring van de leerstof over hoeken en machten*

- a) Opdrachten waarin het materiële inhoudsniveau ondersteund wordt met concrete plaatjes van de te gebruiken voorwerpen en de te verrichten handelingen refereren ook aan het concreet-mentale inhoudsniveau.
- b) Als geen voorwerp of materiële handeling is voorgeschreven dan refereert de opdracht niet aan het materiële inhoudsniveau, ook niet als het antwoord slechts verkregen kan worden door een materiële handeling te verrichten.¹
- c) De cijfers op de afbeelding van een klok refereren in het algemeen aan het concreet-mentale inhoudsniveau. Eerst als het gaat om opdrachten over een

¹ Bijv. een opdracht zoals: 'Hoeveel graden is hoek A?', waarbij een 'kale' hoek A gegeven is. In principe kunnen leerlingen zo'n vraag ook beantwoorden door te schatten.

abstract wiskundig systeem van klok- of modulo-rekenen, refereren zij aan het abstract-mentale inhoudsniveau.

- d) Abstracte meetkundige lijnen en figuren getrokken in plaatjes van concrete voorwerpen refereren aan het abstract-mentale inhoudsniveau.
- e) Hoeken die zijn afgebeeld met een scheurrandje dat de benen verbindt, maken de indruk van stukjes papier of karton en refereren aan het concreet-mentale inhoudsniveau.
- f) Als in een afbeelding van een voorwerp hoofdletters gebruikt worden om plaatsen/punten op dat voorwerp te markeren, dan refereert die afbeelding alleen daarom nog niet aan het abstract-mentale inhoudsniveau.
- g) De beschrijving van figuren en plattegronden met behulp van meer meetkundige symbolen dan alleen hoofdletters om plaatsen/punten aan te duiden refereert (mede) aan het abstract-mentale inhoudsniveau.²
- h) Opdrachten over sectordiagrammen waarin percentages op abstracte wijze worden weergegeven door middel van cirkelsectoren, refereren aan het abstract-mentale inhoudsniveau. Of dergelijke opdrachten tevens refereren aan de andere inhoudsniveaus, hangt af van de context waarin deze percentages een rol spelen.
- i) Opdrachten hebben soms de vorm van gesprekjes van leerlingen die met elkaar over wiskunde praten. Dergelijke gesprekjes zijn als zodanig geen concretisering van wiskundige begrippen, relaties of bewerkingen. In dat geval wordt alleen de inhoud van de gesprekjes beoordeeld.
- j) Hetzelfde geldt voor opdrachten in de vorm van een wedstrijd waarbij goede en foute antwoorden op een vraag worden gegeven.
- k) Hetzelfde geldt voor opdrachten in de vorm van een kruiswoordraadsel.
- l) Als het kruiswoordraadsel van een opdracht is afgebeeld in een begeleidend werkblok, refereert de opdracht alleen daarom nog niet aan het materiële inhoudsniveau. Ook dan zullen alleen de verrichtingen die uitgevoerd moeten worden om het kruiswoordraadsel in te vullen, worden beoordeeld.
- m) Hetzelfde geldt m.m. voor het overtekenen van een tabel of kruiswoordpuzzel in het schrift.
- n) Als getallen in een opdracht worden voorgesteld in de vorm van een macht, dan refereert de opdracht aan het abstract-mentale inhoudsniveau.
- o) Opdrachten over maateenheden zonder dat deze worden toegepast op aanwezige voorwerpen of voorwerpen in de verbeelding, refereren aan het abstract-mentale inhoudsniveau.

2 Zoals: 'Stadhuis = S, Kerktoren = K, Postkantoor = P. Van driehoek SKP is hoek S = 50° en hoek K = 56°.'

BIJLAGE 6.1 (bij paragraaf 6.2.1)

VERKORTE WEERGAVE VAN DE VRAGENLIJST VOOR DOCENTEN OVER DE COVARIATEN

1 Vragen over docentkenmerken

1.1 Vragen over objectieve docentkenmerken

- sexe (1 = man, 2 = vrouw);
- leeftijd in jaren;
- opleidingsniveau (1 = Akte LO, 2 = Akte MO-A, 3 = NLO; 4 = Akte MO-B, 5 = doctoraal);
- jaar waarin het laatste diploma behaald werd (recentheid van de opleiding);
- aantal ervaringsjaren met de huidige methode;
- aantal ervaringsjaren als wiskundedocent;
- al of niet lesgeven in een tweede vak (1 = niet, 2 = wel)
- het totale aantal lesuren per week;
- het aantal lesuren wiskunde per week;
- het aantal brugklassen waarin lesgegeven wordt;

1.2 Vragen over subjectieve docentkenmerken

- tevredenheid met het werk (1 = matig, 2 = redelijk, 3 = goed);
- differentiatiegedrag laat men bepalen door:
 - schoolbeleid (1 = niet, 2 = wel);
 - sectiebeleid (1 = niet, 2 = wel);
 - de wiskundemethode (1 = niet, 2 = wel);
 - de genoten opleiding (1 = niet, 2 = wel);
 - eigen keuze (1 = niet, 2 = wel);
- men is van mening dat in de opleiding voldoende is gedaan aan differentiatie (1 = helemaal mee oneens, 5 = helemaal mee eens);
- men is van mening dat zijn les een vast verloop heeft (1 = helemaal mee oneens, 5 = helemaal mee eens);
- men is van mening moeite te hebben met de organisatie van de les (1 = helemaal mee oneens, 5 = helemaal mee eens);
- het aantal minuten doceren per les;
- het aantal minuten klassikale instructie per les;
- het aantal minuten hulp aan leerlingen bij zelfwerk per les;
- het aantal minuten stimuleren van leerlingen bij zelfwerk per les;

- de aandacht die men besteedt aan het functioneren van de lesgroep als groep (1 = veel, 2 = weinig, 3 = geen);
- men heeft als voornaamste onderwijsdoel(en) dat leerlingen:
 - het vak leren (1 = niet, 2 = wel);
 - met elkaar leren samenwerken (1 = niet, 2 = wel);
 - zelfstandig leren werken (1 = niet, 2 = wel);
 - verantwoordelijkheid leren dragen (1 = niet, 2 = wel);
- al of niet gebruik maken van de docentenhandleiding bij de methode (1 = wel, 2 = niet);
- bekendheid met de uitgangspunten van de auteurs van de methode met betrekking tot de differentiatiemethodiek (1 = wel, 2 = niet);
- men vindt de methode prettig om mee te werken (1 = helemaal mee oneens, 5 = helemaal mee eens);
- men vindt de methode voor de leerlingen prettig om mee te werken (1 = helemaal mee oneens, 5 = helemaal mee eens);
- leerlingkenmerken die een belangrijke rol spelen bij het beeld dat men zich van de leerlingen vormt:
 - sociaal milieu (1 = niet, 2 = wel);
 - sociale vaardigheden (1 = niet, 2 = wel);
 - bereidheid tot samenwerking (1 = niet, 2 = wel);
 - sociale positie in lesgroep (1 = niet, 2 = wel);
 - intelligentie (1 = niet, 2 = wel);
 - capaciteiten voor wiskunde (1 = niet, 2 = wel);
 - geleverde prestaties (1 = niet, 2 = wel);
 - motivatie (1 = niet, 2 = wel);
 - interesse voor wiskunde (1 = niet, 2 = wel);
 - zelfvertrouwen (1 = niet, 2 = wel);
 - zelfstandigheid (1 = niet, 2 = wel);
 - sexe (1 = niet, 2 = wel);
 - behoefte aan structuur (1 = niet, 2 = wel);
 - nauwkeurigheid (1 = niet, 2 = wel);
 - creativiteit (1 = niet, 2 = wel);
 - keuze van de leerling na de brugperiode (1 = niet, 2 = wel);
- men is van mening dat leerlingen zelfstandig kunnen werken tijdens de les (1 = helemaal mee oneens, 5 = helemaal mee eens)
- men is van mening dat leerlingen in staat zijn samen te werken tijdens de les (1 = helemaal mee oneens, 5 = helemaal mee eens)

2 *Vragen over lesgroepkenmerken*

- oordeel van de docent over de prestaties van de lesgroep als geheel (1 = goed, 2 = normaal, 3 = zwak);
- het aantal leerlingen in de lesgroep;
- het gemiddelde oordeel van de docent over de capaciteiten van de leerlingen (per leerling werd aangegeven: 1 = goed, 2 = gemiddeld, 3 = zwak; het gemiddelde werd achteraf berekend);

3 *Vragen over lessituatiekenmerken*

- de mogelijkheid van steunlessen voor zwakke leerlingen (1 = niet, 2 = wel);
- de mogelijkheid van huiswerkbegeleiding voor wiskunde (1 = niet, 2 = wel);
- de mogelijkheid van extra opvang voor leerlingen bij wiskunde (1 = wel, 2 = niet);
- er wordt meestal lesgegeven in hetzelfde lokaal (1 = wel, 2 = niet);
- de mogelijkheid gebruik te maken van een overhead-projector (1 = niet, 2 = wel);
- de mogelijkheid gebruik te maken van ruimtelijke modellen (1 = niet, 2 = wel);
- de mogelijkheid gebruik te maken van andere hulpmiddelen (1 = niet, 2 = wel).

BIJLAGE 6.2 (bij paragraaf 6.2.2)

INTRODUCTIE EN INSTRUCTIE BIJ HET AFNEMEN VAN DE VRAGENLIJST OP DOCENT EN LEERLINGEN

[De docent heeft vooraf op het bord geschreven met welke opdrachten de leerlingen die eerder klaar zijn, verder kunnen werken].

De leerlingen worden toegesproken, de docent luistert mee.

1. De onderzoeker introduceert zichzelf. Hij is hier omdat hij onderzoek doet naar 'hoe wiskundeleraars lesgeven'.
Het gaat er niet om of docenten goed of slecht lesgeven, maar om de manier waarop ze lesgeven. Elke docent geeft anders les en daarover wil de onderzoeker wat aan de weet komen.
Daarom krijgen de leerlingen straks een vragenlijst.
2. De vragenlijst wordt ondersteboven op de bank gelegd. De leerling mag pas beginnen als iedereen er een heeft en de onderzoeker er het sein toe geeft.
3. Voor de vragenlijst wordt uitgedeeld de volgende instructie:
 - a. Bovenaan de eerste bladzijde vul je je eigen naam in.
 - b. Het is erg belangrijk dat je alle vragen invult, ook als je het niet goed weet - dan kies je maar het antwoord dat volgens jou nog het best past.
 - c. Kijk niet bij je buurman of buurvrouw, want ik wil graag jouw eigen antwoord weten.
 - d. Als je eerder klaar bent dan de anderen, dan ga je verder met de sommen die op het bord staan.
4. De lijsten worden uitgedeeld.
5. Vragen van leerlingen tijdens de afname die te maken hebben met de interpretatie van de items op de vragenlijst, worden zoveel mogelijk ontwikkend beantwoord in de trant van:
 - wat denk je er zelf van?;
 - kies zelf maar wat het volgens jou betekent;
 - lees de vraag nog maar eens en probeer het dan weer.

BIJLAGE 6.3 (bij paragraaf 6.4)

DE CHECKS OP DE ONAFHANKELIJKE VARIABLE GROEPERINGSVORMEN

Check 1 - Sexe en leeftijd bij groeperingsvormen

Check 1 luidt: 'Heterogene en homogene lesgroepen verschillen niet qua samenstelling en heterogeniteit met betrekking tot percentage jongens of meisjes en leeftijd.' In tabel C1.1 zijn de gemiddelde percentage meisjes van heterogene en homogene lesgroepen opgenomen. In beide gevallen is dat 55%. In tabel C1.2 zijn de gegevens voor de leeftijd van de leerlingen weergegeven. Er zijn bij one-way variantieanalyse met een tweezijdige alfa van .10 geen significante verschillen tussen heterogene en homogene lesgroepen gevonden, noch met betrekking tot de gemiddelde leeftijd van de lesgroepen, noch met betrekking tot de leeftijdsstandaarddeviatie van de lesgroepen. Aan de criteria van check 1 is dus voldaan.

Tabel C1.1

Gemiddelde percentage meisjes in heterogene en homogene lesgroepen.

Lesgroepen	n	Gemiddelde percentage	Standaarddeviatie
Heterogeen	16	55	0.080
Homogeen	16	55	0.106

Tabel C1.2

Gemiddelde lesgroepgemiddelde en lesgroepstandaarddeviatie voor het leerlingkenmerk leeftijd.

		Lesgroep-gemiddelden		Lesgroep-standaarddeviaties	
Lesgroepen	n	Gem.	Std.	Gem.	Std.
Heterogeen	16	12.91	0.211	0.77	0.106
Homogeen	16	12.91	0.180	0.75	0.088

Check 2 - Subjectieve beoordeling van het vakniveau bij groeperingsvormen

Check 2 luidt: 'Docenten die lesgeven in heterogene lesgroepen, verschillen met betrekking tot hun subjectieve beoordeling van het vakniveau van hun lesgroep niet van docenten die lesgeven in homogene lesgroepen; hetzelfde geldt voor de

subjectieve beoordeling door de lesgroepen zelf.' In paragraaf 3.3.2 bespraken we de drie maten voor de subjectieve beoordeling door de docent en de maat voor de subjectieve beoordeling van de leerlingen (zie tabel 3.2). In tabel C2 hebben we per groeperingsvorm voor deze vier maten de gemiddelden van de lesgroepgemiddelden opgenomen met daarnaast de bijbehorende standaarddeviaties van de lesgroepgemiddelden. Voor geen van de vier maten werd een significant verschil tussen de beide groeperingsvormgemiddelden gevonden. We kunnen dus stellen dat aan de criteria van check 2 voldaan is.

Tabel C2

Gemiddelde lesgroepgemiddelde voor de leerlingkenmerken eerste rapportcijfer voor wiskunde, laatste repetitie-/proefwerkcijfer voor wiskunde, wiskundecapaciteiten zoals beoordeeld door de docent en zoals beoordeeld door de leerling zelf, uitgesplitst naar groeperingsvorm.

Lesgroepen	n	Eerste rapportcijfer voor wiskunde		Laatste repetitiecijfer voor wiskunde		Wiskundecapaciteiten volgens docent		Wiskundecapaciteiten volgens leerling zelf	
		Gem.	Std.	Gem.	Std.	Gem.	Std.	Gem.	Std.
Heterogeen	16	6.92	0.431	6.54	0.531	1.92	0.185	1.96	0.151
Homogeen	16	6.97	0.776	6.38	1.01	1.96	0.278	2.01	0.160

Check 3 - Subjectieve waarneming van heterogeniteit bij groeperingsvormen

Check 3 luidt: 'Docenten die lesgeven in heterogene lesgroepen, nemen subjectief een grotere heterogeniteit in hun lesgroepen waar dan docenten die lesgeven in homogene lesgroepen; hetzelfde geldt voor de subjectieve waarneming door de lesgroepen zelf.' In paragraaf 3.3.2. bespraken we dat bij deze check dezelfde grootheden gebruikt kunnen worden als bij check 2. We hebben daarbij de lesgroepstandaarddeviatie als maat voor de subjectieve waarneming van de heterogeniteit vastgesteld. In tabel C3 zijn per groeperingsvorm de gemiddelden van deze lesgroepstandaarddeviaties opgenomen met daarnaast de standaarddeviaties van deze groeperingsvormgemiddelden. De toetsing voor verschil tussen gemiddelden werd verricht door middel van one-way variantieanalyses. De toetsing gebeurde eenzijdig omdat de check zich over de richting van het effect uitspreekt. Een significant verschil in de verwachte richting is alleen gevonden bij de gemiddelden van de lesgroepstandaarddeviaties van het eerste rapportcijfer. Dit betekent dat aan slechts één van de vier criteria van check 3 wordt voldaan. De subjectieve waarneming van de heterogeniteit van de lesgroepen lijkt zich te beperken tot de resultaten van lange-termijnleerprocessen, zoals ze tot uiting komen in rapportcijfers.

Tabel C3

Gemiddelde lesgroepstandaarddeviatie voor de leerlingkenmerken eerste rapportcijfer voor wiskunde, laatste repetitie-/proefwerkcijfer voor wiskunde, wiskundecapaciteiten zoals beoordeeld door de docent en zoals beoordeeld door de leerling zelf, uitgesplitst naar groepeeringsvorm. Met een asterisk (*) zijn aangegeven de gemiddelden die significant verschillen met een eenzijdige alfa van .10.

Lesgroepen	n	Eerste rapportcijfer voor wiskunde		Laatste repetitiecijfer voor wiskunde		Wiskundecapaciteiten volgens docent		Wiskundecapaciteiten volgens leerling zelf	
		Gem.	Std.	Gem.	Std.	Gem.	Std.	Gem.	Std.
Heterogeen	16	1.12*	0.283	1.54	0.344	0.73	0.095	0.57	0.071
Homogeen	16	1.01*	0.159	1.68	0.394	0.78	0.147	0.59	0.092

Check 4 - Sexe en leeftijd bij algemeen lesgroepniveau

Check 4 luidde: 'Homogene laag- en hoog-niveaulesgroepen verschillen niet qua samenstelling en heterogeniteit met betrekking tot percentage jongens of meisjes en leeftijd.' In tabel C4.1 zijn weergegeven de gemiddelde percentages meisjes van de homogene hoog- en laag-niveaulesgroepen met hun standaarddeviaties. Een one-way variantieanalyse geeft aan dat het verschil tussen de gemiddelden significant is bij tweezijdige toetsing met een alfa van .10. In tabel C4.2 zijn verder opgenomen de gegevens voor het leerlingkenmerk leeftijd. Geen significante verschillen tussen homogene hoog- en laag-niveaulesgroepen werden gevonden, noch met betrekking tot de gemiddelde leeftijden van de lesgroepen, noch met betrekking tot de leeftijdstandaarddeviaties. Aan de criteria van check 4 is dus alleen voldaan voor het leerlingkenmerk leeftijd. Met betrekking tot de samenstelling naar sexe is er een significant verschil gevonden: homogene hoog-niveaulesgroepen bevatten een hoger percentage meisjes dan homogene laag-niveaulesgroepen.

Tabel C4.1

Gemiddelde percentage meisjes in hoog- en laag-homogene lesgroepen. Met asterisk (*) zijn aangegeven de gemiddelden die significant verschillen met een tweezijdige alfa van .10.

Lesgroepen	n	Gemiddelde percentage	Standaarddeviatie
Hoog-homogeen	8	60 *	0.098
Laag-homogeen	8	51 *	0.101

Tabel C4.2
Gemiddelde lesgroepgemiddelde en lesgroepstandaarddeviatie voor het leerlingkenmerk leeftijd.

		Lesgroep-gemiddelden		Lesgroep-standaarddeviaties	
Lesgroepen	n	Gem.	Std.	Gem.	Std.
Hoog-homogeen	8	12.85	0.153	0.74	0.094
Laag-homogeen	8	12.97	0.195	0.75	0.086

Check 5 - Subjectieve beoordeling van vakniveau bij algemeen lesgroepniveau

Check 5 luidt: 'Docenten die lesgeven in homogene laag-niveaulesgroepen, hebben een lagere subjectieve beoordeling van het vakniveau van hun lesgroep dan docenten die lesgeven in homogene hoog-niveaulesgroepen; hetzelfde geldt voor de subjectieve beoordeling door de lesgroepen zelf.' In paragraaf 3.3.2 bespraken we de drie maten voor de subjectieve beoordeling door de docent en de maat voor de subjectieve beoordeling van de leerlingen (zie tabel 3.2). In tabel C5 hebben we per algemeen lesgroepniveau voor deze vier maten de gemiddelden opgenomen met daarnaast de bijbehorende standaarddeviaties. Bij alle vier maten werd met one-way variantieanalyse een significant verschil tussen de beide algemene lesgroepniveaus gevonden. De toetsing is eenzijdig verricht. De verschillen bleken zelfs te bestaan bij een alfa van .05. We kunnen dus stellen dat aan de criteria van check 5 voldaan is.

Tabel C5
Gemiddelde lesgroepgemiddelde voor de leerlingkenmerken eerste rapportcijfer voor wiskunde, laatste repetitie-/proefwerkcijfer voor wiskunde, wiskundecapaciteiten zoals beoordeeld door de docent en zoals beoordeeld door de leerling zelf, uitgesplitst naar groepeeringsvorm. Met asterisk (*) zijn aangegeven de gemiddelden die significant verschillen met een eenzijdige alfa van .05.

		Eerste rapportcijfer voor wiskunde		Laatste repetitiecijfer voor wiskunde		Wiskundecapaciteiten volgens docent		Wiskundecapaciteiten volgens leerling zelf	
Lesgroepen	n	Gem.	Std.	Gem.	Std.	Gem.	Std.	Gem.	Std.
Hoog-homogeen	8	7.44 *	0.701	6.83 *	0.730	1.81 *	0.235	1.89 *	0.117
Laag-homogeen	8	6.52 *	0.564	5.93 *	1.084	2.12 *	0.233	2.12 *	0.110

Check 6 - Subjectieve waarneming van heterogeniteit bij algemeen lesgroepniveau

Check 6 luidt: 'Docenten die lesgeven in homogene laag-niveaulesgroepen, verschillen met betrekking tot hun subjectieve waarneming van de heterogeniteit van hun lesgroep niet met docenten die lesgeven in homogene hoog-niveaulesgroepen; hetzelfde geldt voor de subjectieve waarneming door de lesgroepen zelf.' Bij deze check maken we gebruik van dezelfde grootheden als bij check 5 met dien verstande dat de maten voor de subjectieve waarneming van de lesgroepheterogeniteit nu de lesgroepstandaarddeviaties. In tabel C6 zijn de gemiddelden van de lesgroepstandaarddeviaties per algemeen lesgroepniveau opgenomen en daarnaast de standaarddeviaties van die gemiddelden. De toetsing gebeurde tweezijdig omdat de check zich niet over de richting van een alternatief effect uitspreekt. Een significant verschil werd gevonden bij de gemiddelden van de lesgroepstandaarddeviaties van het eerste rapportcijfer. Dit betekent dat aan één van de vier criteria van check 6 niet wordt voldaan: in homogene laag-niveaulesgroepen nemen docenten subjectief een grotere heterogeniteit waar dan in homogene hoog-niveaulesgroepen, maar alleen met betrekking tot de resultaten van lange-termijnleerprocessen, zoals ze tot uiting komen in rapportcijfers.

Tabel C6

Gemiddelde lesgroepstandaarddeviatie voor de leerlingkenmerken eerste rapportcijfer voor wiskunde, laatste repetitie-/proefwerkcijfer voor wiskunde, wiskundecapaciteiten zoals beoordeeld door de docent en zoals beoordeeld door de leerling zelf, uitgesplitst naar algemeen lesgroepniveau. Met een asterisk (*) zijn aangegeven de gemiddelden die significant verschillen met een tweezijdige alfa van .10.

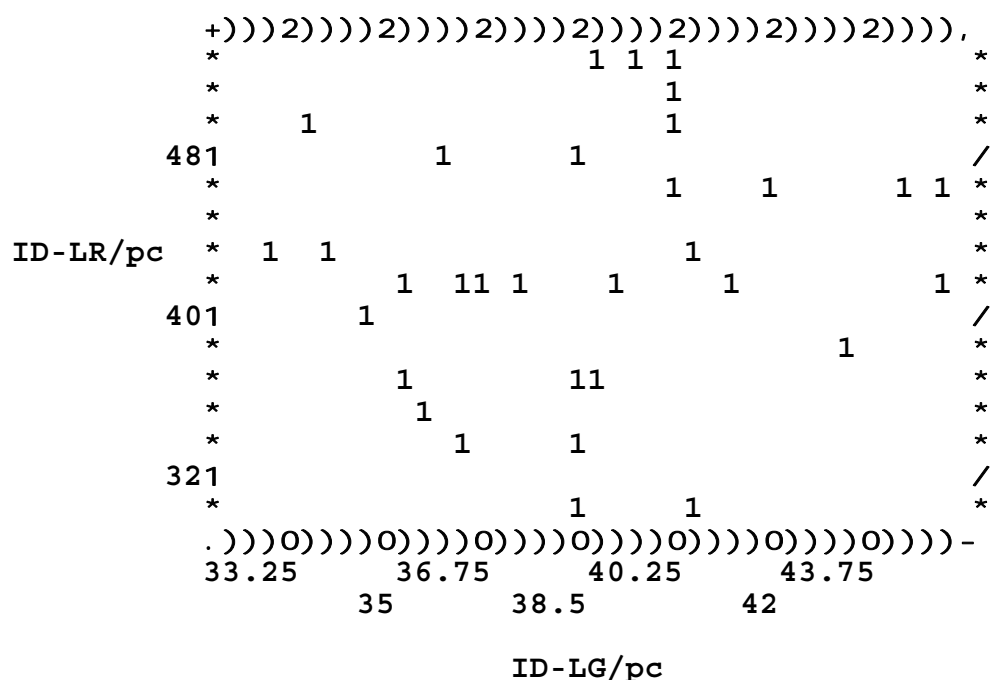
Lesgroepen	n	Eerste rapportcijfer voor wiskunde		Laatste repetitiecijfer voor wiskunde		Wiskundecapaciteiten volgens docent		Wiskundecapaciteiten volgens leerling zelf	
		Gem.	Std.	Gem.	Std.	Gem.	Std.	Gem.	Std.
Hoog-homogeen	8	0.93 *	0.096	1.64	0.385	0.74	0.083	0.58	0.064
Laag-homogeen	8	1.08 *	0.182	1.72	0.426	0.81	0.190	0.59	0.118

BIJLAGE 6.4 (bij paragraaf 6.7.1.b)

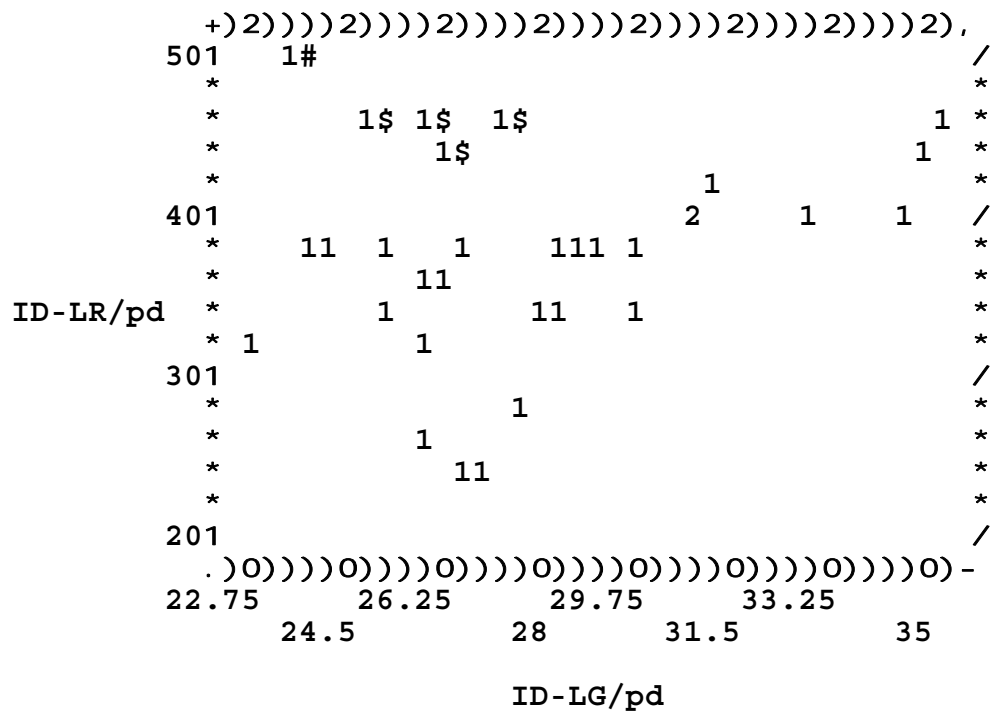
PUNTENWOLKEN EN UITBIJTERANALYSE BIJ DE CORRELATIES TUSSEN DOCENT- EN LESGROEPScores

In afbeelding P1 is weergegeven de puntenwolk bij de samenhang van de ID-LR/pc en de ID-LG/pc. Tussen beide werd een correlatie gevonden van 0.15, welke niet significant is. De puntenwolk vertoont een min of meer ronde vorm zonder duidelijke uitbijters.

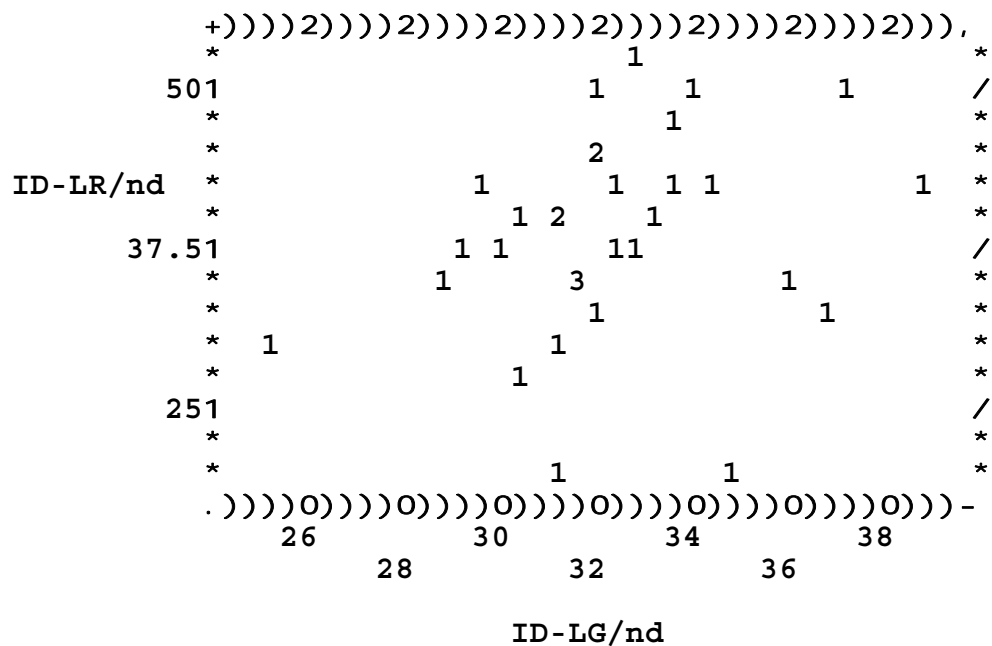
In afbeelding P2 is opgenomen de puntenwolk behorende bij de samenhang tussen de ID-LR/pd en de ID-LG/pd. De correlatie tussen beide is 0.21 en niet significant. De puntenwolk heeft enigszins een peervorm. In geval van het punt aangeduid met een # is sprake van een uitbijter. Echter liggen ook de vier gevallen aangeduid met een \$ tamelijk extreem in de richting van de linker bovenhoek. Daarom kan # worden opgevat als de uiterste van dit groepje van vijf samen. Om aanwijzingen te krijgen welke vragen van de ID/pd het meest kunnen hebben bijgedragen aan de afwijkende ligging van het groepje punten aangeduid met # en \$'s in afbeelding P2, hebben we in tabel 6.16 (pagina 146) per item van de ID/pd de verschillen tussen de docent- en lesgroepscores voor de vijf betrokken gevallen en de gemiddelden van deze verschillen afgedrukt.



Afbeelding P1 Puntenwolk bij de correlatie van de ID-LR/pc en de ID-LG/pc. De correlatie is 0.15 en niet significant (n = 32).



Afbeelding P2 Puntenwolk bij de correlatie van de ID-LR/pd en de ID-LG/pd. De correlatie is 0.21 en niet significant (n = 32).



Afbeelding P3 Puntenwolk bij de correlatie van de ID-LR/nd en de ID-LG/nd. De correlatie is 0.25 en significant (n = 32).

Die items waarbij gemiddelde verschillen van 1.5 of meer optreden, zijn van een * voorzien. Deze worden in paragraaf 6.7.1 nader besproken.

In afbeelding P3 is de puntenwolk bij de samenhang tussen de ID-LR/nd en de ID-LG/nd te zien. De correlatie tussen beide is 0.25 en is significant. De puntenwolk heeft min of meer de vorm van een ovaal, waarvan de lange as in de verwachte richting loopt. Er zijn geen duidelijke uitbijters.

CURRICULUM VITAE

Simon Peter van 't Riet werd geboren op 21 juni 1948 te Broek op Langedijk. Na het behalen van zijn diploma HBS-b aan het Chr. Lyceum te Alkmaar studeerde hij wiskunde (doctoraal) en psychologie (kandidaats) aan de Vrije Universiteit te Amsterdam. Van 1973 tot 1978 was hij docent wiskunde aan het Comenius College te Hilversum. Van 1978 tot 1980 was hij als vakdidacticus wiskunde verbonden aan de eerste-graadslerarenopleiding van de Technische Hogeschool/Universiteit te Delft. In 1980 werd hij hoofddocent wiskunde aan de Chr. Lerarenopleiding Zwolle. Na 1986 was hij opleidingscoördinator exacte vakken aan de tweede-graadslerarenopleiding van de Chr. Hogeschool Windesheim te Zwolle. Daarnaast participeerde hij vanaf 1988 in het onderzoeksprogramma 'Didactische differentiatie' van de eerste-graadslerarenopleiding van de Vrije Universiteit te Amsterdam. Momenteel is hij aan de Chr. Hogeschool Windesheim werkzaam als organisatieadviseur en beleidsmedewerker. In zijn vrije tijd schreef hij diverse publicaties over het joodse karakter van het Nieuwe Testament.