

# METHODEN IN HET REKEN- WISKUNDEONDERWIJS, EEN RIJKE CONTEXT VOOR VERGELIJKEND ONDERZOEK

Koeno Gravemeijer  
Marja van den Heuvel-Panhuizen  
Gerarda van Donselaar  
Nina Ruesink  
Leen Streefland  
Willem Vermeulen  
Elise te Woerd  
Dirk van der Ploeg



CD- $\beta$  SERIES  
ON RESEARCH IN SCIENCE AND MATHEMATICS EDUCATION

Editorial Board:

P. L. Lijnse  
A. Treffers  
W. de Vos  
A. J. Waarlo

- 1 Didactiek in Perspectief (P. L. Lijnse, W. de Vos, eds.)
- 2 Radiation and Risk in Physics Education (H. C. M. Eijkelhof)
- 3 Natuurkunde-onderwijs tussen Leefwereld en Vakstructuur (R. F. A. Wierstra)
- 4 Een Onverdeelbare Eenheid (M. J. Voegezang)
- 5 Betrokken bij Evenwicht (J. H. van Driel)
- 6 Relating Macroscopic Phenomena to Microscopic particles: A Central Problem in Secondary Science Education (P. L. Lijnse, P. Licht, W. de Vos, A. J. Waarlo, eds.)
- 7 Kwaliteit van Kwantiteit (H. E. Elzenga)
- 8 Interactieve Video in de Nascholing Reken-wiskunde (F. van Galen, M. Dolk, E. Feijs, V. Jonker, N. Ruesink, W. Uittenbogaard)
- 9 Realistic Mathematics Education in Primary Schools (L. Streefland, ed.)
- 10 Ontwikkeling in Energieonderwijs (A. E. van der Valk)
- 11 Methoden in het Reken-wiskundeonderwijs (K. Gravemeijer, M. van den Heuvel-Panhuizen, G. van Donselaar, N. Reusink, L. Streefland, W. Vermeulen, E. te Woerd, D. van de Ploeg)
- 12 De Volgende Opgave van de Computer (J. Zuidema en L. van der Gaag)
- 13 European Research in Science Education (P. L. Lijnse, ed.)
- 14 Realistic Mathematics Education (K. Gravemeijer)
- 15 De Grafische Rekenmachine in het Wiskundeonderwijs (L. M. Doorman, P. Drijvers, M. Kindt)
- 16 Making Sense - Simulation-of-Research in Organic Chemistry Education (H. van Keulen)
- 17 Perspectives on Research in Chemical Education (O. de Jong, P. H. van Roon, W. de Vos, eds.)
- 18 A Problem-Posing Approach to Teaching the Topic of Radioactivity (C. W. J. M. Klaassen)
- 19 Assessment and Realistic Mathematics Education (M. van den Heuvel-Panhuizen)

Centre for Science and Mathematics Education  
Utrecht University  
P.O. Box 80.008  
3508 TA Utrecht  
The Netherlands

**METHODEN IN HET REKEN-WISKUNDEONDERWIJS,  
EEN RIJKE CONTEXT VOOR VERGELIJKEND ONDERZOEK**

## CD- $\beta$ WETENSCHAPPELIJKE BIBLIOTHEEK

onder redactie van :

Dr. P.L. Lijnse

Prof. Dr. A. Treffers

Dr. W. de Vos

Dr. A.J. Waarlo

- 1 Didactiek in perspectief  
redactie: P.L. Lijnse en W. de Vos
- 2 Radiation and Risk in Physics Education  
H.M.C. Eijkelhof
- 3 Natuurkunde-onderwijs tussen leefwereld en vakstructuur  
R.F.A. Wierstra
- 4 Een onverdeelbare eenheid, deel A en B  
M.J. Vogelesang
- 5 Betrokken bij evenwicht  
J.H. van Driel
- 6 Relating macroscopic phenomena to microscopic particles: a central problem in secondary science education  
editors: P.L. Lijnse, P. Licht, W. de Vos & A.J. Waarlo
- 7 Kwaliteit van kwantiteit  
H.E. Elzinga
- 8 Interactieve video in de nascholing rekenen-wiskunde  
F. van Galen, M. Dolk, E. Feijs, V. Jonker, N. Ruesink, W. Uittenbogaard
- 9 Realistic Mathematics Education in Primary School  
editor: L. Streefland
- 10 Ontwikkeling in energieonderwijs. Een onderzoek naar begripsontwikkeling bij VWO-leerlingen in realiteitsgericht natuurkundeonderwijs  
A.E. van der Valk
- 11 Methoden in het reken-wiskundeonderwijs, een rijke context voor vergelijkend onderzoek  
K.Gravemeijer, M. van den Heuvel-Panhuizen, G. van Donselaar, N. Ruesink, L. Streefland, W. Vermeulen, E. te Woerd en D. van der Ploeg

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

Koeno Gravemeijer  
Marja van den Heuvel-Panhuizen  
Gerarda van Donselaar  
Nina Ruesink  
Leen Streefland  
Willem Vermeulen  
Elise te Woerd  
Dirk van der Ploeg

METHODEN IN HET REKEN-WISKUNDEONDERWIJS,  
EEN RIJKE CONTEXT VOOR VERGELIJKEND ONDERZOEK



Freudenthal instituut  
Tiberdreef 4  
3561 GG Utrecht

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Methoden

Methoden in het reken-wiskundeonderwijs, een rijke context voor vergelijkend onderzoek / Koeno Gravemeijer e.a. –

Utrecht: CD $\beta$  Press, Centrum voor  $\beta$ -Didactiek. – (CD- $\beta$  wetenschappelijke bibliotheek; 11)

Met lit. opg.

ISBN 90-73346-18-5

Trefw.: rekenonderwijs; methodiek / wiskundeonderwijs; methodiek.

Omslag: A. Lurvink, OMI-Universiteit Utrecht

Lay-out A. v.d. Heiden-Bergsteijn

Druk: Technipress, Culemborg

Copyright: Freudenthal-instituut, Utrecht 1993

ISBN 90-73346-18-5

Het MORE-onderzoek is een samenwerkingsproject van de Vakgroep OW&OC (het tegenwoordige Freudenthal instituut) en de afdeling Onderwijsonderzoek van het ISOR beide van de Rijksuniversiteit Utrecht.

Het onderzoek is mogelijk gemaakt door een subsidie van het Instituut voor Onderzoek van het Onderwijs (SVO) te Den Haag (projectnr. SVO-6010).

Het onderzoek startte begin 1987 en eindigde eind 1990.

***Dit eindrapport is voor een deel samengesteld uit eerdere projectpublicaties:***

- Gravemeijer, K., M. van den Heuvel-Panhuizen (ed.), W. Vermeulen, G. van Donselaar, D. van der Ploeg, N. Ruesink (1990). *Instrumentontwikkeling Methoden Onderzoek REkenen-wiskunde*. Utrecht: OW&OC/ISOR, RUU.
- Heuvel-Panhuizen, M. van den, (1991). *Andere reken-wiskundemethode ander leerstofaanbod. De uitkomsten van een methodeanalyse uitgevoerd in het MORE-onderzoek*. Utrecht: OW&OC/ISOR, RUU.
- Heuvel-Panhuizen, M. van den, (1991). *Invloed van reken-wiskundeonderwijs op reken-wiskunde-prestaties*. Utrecht: OW&OC/ISOR, RUU.
- Ruesink, N. en G. van Donselaar, (1991). *Strategiegebruik bij leerlingen eind groep 5*. Utrecht: OW&OC/ISOR.
- Streefland, L. en E. te Woerd, (1991). *Protocolanalyse kwalitatief*. Utrecht: OW&OC/ISOR, RUU.
- Vermeulen, W. (1990). *Vragenlijst opvattingen: analysemodel en resultaten, interne notitie MORE-project*. Utrecht.
- Vermeulen, W. (1990). *Realistisch reken-wiskundeonderwijs: bedoelingen en barrières, interne notitie MORE-project*. Utrecht.
- Vermeulen, W. (1990). *Leraren leren van hun ervaringen met onderwijs, interne notitie MORE-project*. Utrecht.

***medewerkers More-project:***

- Drs. K.P.E. Gravemeijer (projectleider)
- Drs. M. van den Heuvel-Panhuizen
- Drs. W.M.M.J. Vermeulen
- Drs. G. van Donselaar
- Drs. D.A. van der Ploeg
- Drs. N. Ruesink
- Dr. L. Streefland (vanaf eind 1989)
- Drs. J. Cadot (tot medio 1987)
- Drs. T. de Jong (tot eind 1988)
- Drs. W. van der Hee (tot medio 1988)
- Drs. E. te Woerd (vanaf medio 1990)

***tekeningen:***

- L. Gravemeijer, K. Gravemeijer en M. van den Heuvel-Panhuizen

***secretariële ondersteuning:***

M. Moonen

A. van der Heiden-Bergsteijn, e.a.

***supervisoren More-project:***

Dr. R. de Jong

Prof. dr. A. Treffers

***resonansgroep More-project:***

Drs. W. van den Berg

Drs. D. van Eerde

Drs. S. Huitema

Dr. R. de Jong

Prof. dr. K. Koster (tot eind 1988)

Drs. J.M. Kraemer

Dr. J. Nelissen

Dr. L. Streefland (vanaf eind 1989)

Prof. dr. A. Treffers

Drs. E. te Woerd (vanaf medio 1990)

***deelnemende scholen:***

Prins Willem Alexanderschool, Amersfoort

Christelijke Basisschool De Ark, Den Haag

De Flierefluiter, Almere

De Spits, Utrecht

Eben Haëzer, School met de Bijbel, Langerak

Het Kruispunt, Hilversum

Piet Heinschool, Amstelveen

Titus Brandsmaschool, Delft

Koningin Wilhelminaschool, Voorthuizen

Nutsbasisschool Bezuidenhout, Den Haag

De Bron, Rotterdam

De Molenwiek, Woerden

Het Kompas, School met de Bijbel, Montfoort

Eben Haëzer, School met de Bijbel, Jaarsveld

Hammarskjöldschoon, Den Haag

Jan van der Wijngaardschool, IJsselstein

Willibrordschool, Bodegraven

Willem van Oranjeschool, Rotterdam

Berglarenschool, Gemert (proefschoon)

Komschoon, Gemert (proefschoon)



# Inhoud

Voorwoord	11
-----------	----

## THEORETISCH KADER EN ONDERZOEKSOPZET

1 theoretisch kader	13
aanleiding	13
onderwijstheorieën	15
handleidingen	21
2 onderzoeksvragen	22
methodegebruik	23
onderwijsresultaten	26
uitwerking	29
3 onderzoeksopzet	31
opzet	31
variabelen	35
analyseplan	38

## ONTWIKKELING ONDERZOEKSINSTRUMENTEN

1 analyse lesprotocollen	43
inleiding	43
ontwikkelpcedure	44
typering analyse-instrument	45
psychometrische gegevens	50
2 het meten van opvattingen	51
inleiding	51
constructie-procedure	53
inhoudelijke karakterisering van de vragenlijst	54
kwantificering	58
3 de schriftelijke toetsen	59
inleiding	59
ontwikkelpcedure	59
algemene reken-wiskundetoetsen	63
automatiseringstoetsen	67

4	mondelinge toetsen	71
	inleiding	71
	instrument	71
	interviewsituatie	72
	betrouwbaarheid en validiteit	73
5	overige onderzoeksinstrumenten	73
	observatie-instrument (taakgerichtheid)	73
	Raven standard progressive matrices	74

## METHODE, OPVATTINGEN EN AARD VAN HET ONDERWIJS

1	inleiding	77
2	de aard van het onderwijs	78
	kwantitatieve analyse	78
	kwalitatieve analyse	81
	conclusie	84
3	opvattingen en methode	87
	inleiding	87
	kwantitatieve analyse	87
	kwalitatieve analyse	95
	conclusie	99
4	samenhang	99
5	ontwikkeling in opvattingen en gebruik	102
	verandering in opvattingen	102
	verandering in gebruik	103

## METHODE EN LEERRESULTATEN

1	de inhoud van het onderwijs	105
	methode-analyse	106
	leerstofinhoud NZR en WIG	107
	overeenstemming	117

<b>2 controlevariabelen</b>	<b>119</b>
inleiding	119
beginniveau groep 3	120
overige leerlingkenmerken en de onderwijscondities	124
<b>3 methode en leerprestaties</b>	<b>126</b>
inleiding	126
verschillen in totaalscores	126
verschillen in subscores	127
samenhang tussen leerstofstructuur en leerprestaties	131
specifieke onderdelen	132
balans	136
aanvullende analyse	136
samenhang met de aard van het onderwijs	138
<b>4 oplossingsstrategieën</b>	<b>141</b>
basisautomatismen	142
hoofdrekenen	143
contextopgaven	146
<b>5 niveauspreiding</b>	<b>150</b>

## CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

<b>1 antwoorden onderzoeksvragen</b>	<b>153</b>
methodegebruik	154
leerresultaten	156
besluit	159
Literatuur	161
Bijlagen	167

## Voorwoord

Het toepassen van het geleerde beperkt zich in mechanistisch reken-wiskundeonderwijs tot het maken van redactiesommen. Met buitenschoolse werkelijkheid hebben deze sommen weinig van doen, de werkelijkheid is voorgestructureerd, de richting waarin het antwoord gezocht moet worden ligt vast en voor de beantwoording kan meestal volstaan worden met één getal (soms aangevuld met een maat of een ander kenmerk).

Het realistisch reken-wiskundeonderwijs wordt getypeerd door contextopgaven. Het verschil tussen contextopgaven en redactiesommen laat zich het duidelijkst illustreren aan de hand van het idee van een rijke context. Er wordt een probleem gesitueerd in een complexe, voor de leerlingen inleefbare situatie, een context die het voor de leerlingen mogelijk en noodzakelijk maakt om het probleem van verschillende kanten te bekijken. Hier kan in het algemeen niet volstaan worden met een eenregelig antwoord, tenslotte zullen allerlei praktische overwegingen en nuanceringen in het antwoord betrokken moeten worden.

De realistische en de mechanistische opvattingen zijn vastgelegd in methoden. Steeds meer scholen schaffen realistische methoden aan (De Jong, 1986). Maar leidt dat ook tot realistischer reken-wiskundeonderwijs en heeft dat invloed op de leerresultaten? Dat waren de vragen die de aanleiding vormden voor het door SVO geïnitieerde en gesubsidieerde Methoden Onderzoek REkenen-wiskunde – kortweg MORE-project genoemd (SVO-6010).

Het project werd uitgevoerd door de Vakgroep OW&OC (nu Freudenthal instituut) en de afdeling Onderwijsonderzoek van het ISOR. Ter ondersteuning van het project werd een resonansgroep van vakdidactisch deskundigen in het leven geroepen, die een belangrijke bijdrage geleverd heeft aan het welslagen van het onderzoek. Het onderzoek zou echter niet mogelijk zijn geweest zonder de soepele medewerking van de achttien scholen waar het onderzoek is uitgevoerd en de twee scholen waar de toetsen uitgeprobeerd konden worden.

Het onderzoeksthema methoden in het reken-wiskundeonderwijs op de basisschool bood een rijke context voor vergelijkend onderzoek. Daarom ook werd de vraagstelling vanuit verschillende invalshoeken benaderd, de opvattingen van de leerkrachten werden erbij betrokken, alsmede een onderwijstheoretische typering van het methodegebruik, de veranderingen in gebruik en opvattingen, de leerstofstructuur van de methoden, de leerprestaties en de door de leerlingen gehanteerde oplossingsstrategieën. De rijke context is hier de hectische context van de vernieuwing van het reken-wiskundeonderwijs, waar leerkrachten omschakelen van oud naar nieuw en ook de vernieuwing zichzelf nog steeds vernieuwt.

Utrecht, april 1993



---

# Hoofdstuk 1

## THEORETISCH KADER EN ONDERZOEKSOPZET

### 1 theoretisch kader

#### 1.1 aanleiding

Eens in de zoveel tijd moeten scholen en de daarbij betrokken besturen, inspecteurs en anderen over de aanschaf van een nieuwe reken- of reken-wiskundemethode beslissen. Zo'n beslissing is de laatste jaren een gewichtige zaak geworden, omdat de verschillen tussen de methoden niet meer gradueel maar fundamenteel van aard zijn. Er wordt niet alleen gekozen voor een bepaalde methode, maar tussen een moderne en een traditionele methode en dat betekent de keuze voor een bepaald type reken-wiskundeonderwijs.

Uit het onderzoek van De Jong (1986) blijkt, dat vrijwel alle recente reken-wiskundemethoden in een vrij sterke mate zijn beïnvloed door het werk van de afdeling Wiskobas van het voormalige IOWO (Instituut voor Ontwikkeling van het Wiskunde Onderwijs). De methoden waar de Wiskobas-invloed goed in aan is te wijzen noemt De Jong de realistische methoden. Naast de realistische methoden onderscheidt De Jong mechanistische methoden en een hybride tussenvorm. In zijn onderzoek constateert hij dat anno 1986 50% van de basisscholen in Nederland een min- of meer realistische reken-wiskundemethode heeft aangeschaft en dat het aantal scholen met zo'n methode nog toeneemt. De meeste andere scholen blijken een mechanistische methode te gebruiken.

Voor scholen – en beleidsmakers – komt de keuze voor een reken-wiskundemethode nu grofweg neer op een keuze tussen een realistische en een mechanistische methode. Uit de behoefte om deze keuze en andere daarmee samenhangende beslissingen gefundeerd te kunnen nemen, komt – onder meer op verzoek van de NVORWO<sup>1</sup> – een aantal onderzoeksvragen voort die in 1986 door SVO zijn opgenomen in haar onderzoeksprogramma. Deze vragen betreffen: didactische werkwijzen, knelpunten in de uitvoering/behoefte aan ondersteuning, individuele verschillen, uitvallers, zicht op leerresultaten en ontwikkeling in rekenvaardigheid, inzicht, aanpak en rekenplezier.

Dergelijke vragen kunnen echter niet los gezien worden van de context waaruit ze

---

1. Nederlandse Vereniging tot Ontwikkeling van het Reken-Wiskundeonderwijs.

voortvloeiën.

De realistische methoden komen voort uit de door Freudenthal geïnspireerde vernieuwingsbeweging (De Jong, 1986). Een vernieuwingsbeweging die oorspronkelijk vooral een alternatief wilde bieden voor de eind jaren zestig gepropageerde 'New Math', maar nu blijkt te zijn uitgegroeid tot het alternatief voor de traditionele rekenmethoden.

Dit alternatief is pas geleidelijk aan tot ontwikkeling gekomen. Eerst werd Freudenthals idee voor 'wiskunde als menselijke activiteit' uitgewerkt in een voorbeeld schoolwerkplan (De Jong e.a., 1975). Vervolgens verschenen voorbeeldleergangen en geleidelijk aan begonnen auteursgroepen deze ideeën in methoden te incorporeren. Tegelijkertijd ging de ideeënontwikkeling voort, wat leidde tot een voortdurende verbetering van voorbeeldleergangen en methoden. Hoewel aan het verbeteren nooit een einde komt lijkt de ontwikkeling nu wel in een zekere consolidatiefase te zijn beland. Dit komt onder meer tot uitdrukking in de voorlopige eindtermen voor het reken-wiskundeonderwijs op de basisschool (Projectgroep Voorlopige Eindtermen Basisonderwijs, 1989; Treffers e.a., 1988). Deze worden van een didactisch fundament voorzien in de 'Proeve van een Nationaal Programma voor het reken-wiskundeonderwijs op de basisschool' waarvan de eerste twee delen inmiddels zijn verschenen (Treffers, De Moor en Feijs, 1989; Treffers en De Moor, 1990).

Zo bezien zijn de moderne methoden op te vatten als operationalisaties van de vernieuwingsgedachte die we hier zullen aanduiden als de 'realistische onderwijstheorie'. Tegenover deze realistische onderwijstheorie staat de 'mechanistische onderwijstheorie', de basisfilosofie achter de traditionele methoden.

De geschetste gang van zaken heeft ertoe geleid dat veel scholen de ontwikkelingen afgewacht hebben en hun oude methode nog in gebruik hebben of pas recentelijk op een moderne (realistische) methode zijn overgegaan. De overgang van oud naar nieuw is dan wel zeer abrupt. Bovendien is de leerkracht bij deze omschakeling vrijwel geheel op de methode aangewezen, daar de rol van nascholing en begeleiding in het algemeen beperkt is. Wel hebben jonge leerkrachten in hun opleiding veelal kennis gemaakt met de vernieuwing en ook kunnen de scholen die met een nieuwe methode starten tegenwoordig gebruik maken van de zogenoemde 'invoeringsprogramma's'. Programma's op basis waarvan schoolbegeleidingsdiensten de eerste fase van de invoering ondersteunen.

Toch zal het in de praktijk vooral de methode zijn die de leerkrachten over de beoogde vernieuwing informeert. Het lijkt echter aannemelijk dat methoden – in casu de handleidingen – in deze hun beperkingen hebben. Verwacht mag worden dat het feitelijke onderwijsaanbod sterk wordt beïnvloed door de opvattingen van de leerkracht. Gezien de zojuist geschetste vernieuwingscontext zal dat ook voor het gebruik van de mechanistische methoden gelden. Juist omdat het onderwijs nog in beweging is, is het heel goed mogelijk dat bijvoorbeeld realistisch georiënteerde

leerkrachten die nog aan een mechanistische methode gebonden zijn, daar een zo realistisch mogelijke invulling aan geven. Anderzijds zullen er waarschijnlijk ook leerkrachten zijn die wel een realistische methode gebruiken maar zich de daarbij behorende didactiek (nog) niet eigen gemaakt hebben. De onderwijspraktijk kan dus niet zonder meer vereenzelvigd worden met de gehanteerde methode. Bovendien roept de vernieuwingscontext de vraag op of een reken-wiskundemethode, bestaande uit een set leermiddelen en handleidingen, wel een adequaat instrument is om een nieuw onderwijsconcept over te brengen.

In het volgende zullen we op deze twee vragen ingaan. Eerst worden beide onderwijstheorieën uitgewerkt en daarna bespreken we mogelijkheden en beperkingen van handleidingen als instrument om een vernieuwingsgedachte ingang te doen vinden.

## 1.2 onderwijstheorieën

De aard van de verschillen tussen de realistische en de mechanistische methoden is uitvoerig beschreven door De Jong, De Moor, Streefland en Treffers (1983) en De Jong (1986). De verschillen in de hieraan ten grondslag liggende basisvisies zijn beschreven door Treffers (1987) en Treffers en Goffree (1985).

De mechanistische methoden baseren zich niet expliciet op een bepaalde theorie, maar de mechanistische aanpak laat zich wel globaal typeren. Het mechanistische rekenonderwijs kan gerelateerd worden aan een taakanalytische onderwijstheorie (vergelijk onder anderen Gagné, 1977; Resnick en Ford, 1981). Er zal hier daarom gemakshalve van de mechanistische onderwijstheorie worden gesproken.

### *de realistische onderwijstheorie*

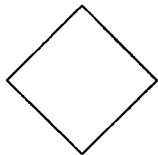
De realistische onderwijstheorie is verder uitgewerkt (Treffers, 1987; zie voor een samenvatting Gravemeijer, 1987) en veel complexer dan de mechanistische. De realistische theorie kan beschreven worden met de niveautheorie van Van Hiele, de didactische fenomenologie van Freudenthal en het principe van het progressief mathematiseren volgens Wiskobas.

### *de niveautheorie van Van Hiele*

Van Hiele (1973) onderscheidt in het wiskundeonderwijs drie denkniveaus. Deze niveaus zijn van belang, omdat er veelal een niveauverschil is tussen leerling en leraar. Dit leidt tot misverstanden tussen leraar en leerling. Zij verstaan elkaar niet, het lijkt wel of ze een verschillende taal spreken. En volgens Van Hiele is dat in wezen ook zo. De leerkracht en de leerlingen gebruiken wel dezelfde woorden, maar ze hechten er verschillende betekenissen aan. Ze beschikken over een verschillend referentiekader. Zo is de meetkundige figuur 'een ruit' voor de leerlingen gebonden aan de concrete voorstelling. Vaak is deze voorstelling ook nog gebonden aan de stand van de figuur. Het ruiten-symbool in het kaartspel wordt als 'ruit' herkend, maar een



vierkant wordt pas als 'ruit' gezien, wanneer deze op een punt wordt gezet (fig. 1). Voor de leraar vertegenwoordigt het begrip 'ruit' een verzameling eigenschappen: de zijden zijn alle even lang en ze zijn twee aan twee evenwijdig; de overstaande hoeken zijn gelijk; de diagonalen staan loodrecht op elkaar, etcetera. Het vierkant wordt dan als ruit herkend op basis van z'n eigenschappen.



figuur 1: 'vierkant als ruit'

Bij de leerlingen functioneert het begrip 'ruit' volgens Van Hiele op het eerste niveau (in andere publikaties ook wel 'grondniveau' genoemd). Het begrip van de leraar kan aangeduid worden als 'tweede niveau'. Voor het tweede niveau is kenmerkend dat de begrippen het karakter gekregen hebben van knooppunten in een relatienet. Het derde en hoogste niveau tenslotte, wordt bepaald door de analyse van de relaties tussen de relaties.

De betekenis van de niveautheorie kan goed begrepen worden door middel van de uitwerking van de theorie voor getalbegrip. Van Hiele schetst daarbij de volgende denkniveaus:

- op het eerste niveau zijn getallen nog gebonden aan waarneembare hoeveelheden en aan handelingen met concreet materiaal (vijf is gebonden aan 'vijf knikkers', 'vijf stippen', etcetera);
- op het tweede niveau zijn de relaties tussen getallen en hoeveelheden het object van onderzoek en er vormt zich een relatienet ('vijf' wordt bijvoorbeeld direct geassocieerd met  $2 + 3$ ,  $4 + 1$ ,  $6 - 1$ , de helft van tien, etcetera);
- op het derde niveau zijn de relaties zelf onderwerp van onderzoek. Er wordt een samenhang gevonden, die het mogelijk maakt één en ander in één logisch en betekenisvol systeem onder te brengen (waar optellen en aftrekken gezien kunnen worden als inverse operaties).

Dit niveau-onderscheid is zeker niet absoluut. Wanneer de niveautheorie op verschillende leergangen wordt toegepast ontstaat een complex geheel. Al naar gelang het mathematiseren vordert vindt niveaureductie plaats. Zo kan het derde niveau voor het rekensysteem opgevat worden als het eerste niveau voor de algebra. De betekenis van de niveautheorie ligt dan ook niet in een scherpe afbakening van de niveaus, maar in het eraan ten grondslag liggende principe: er dient gestart te worden op een niveau, waar de gehanteerde begrippen een grote mate van vertrouwdheid voor de leerlingen hebben. Alleen van daaruit kan betekenisvolle kennis opgebouwd worden.

Treffers (1987) acht de niveautheorie goed bruikbaar voor een macrostructurering van het leerproces. Voor een meer gedetailleerde invulling geeft de theorie echter weinig aanwijzingen. De theorie geeft geen antwoord op de volgende vragen:

- Hoe moet de fenomenologische verkenning op het eerste niveau vorm gegeven worden?
  - Welk type onderwijsactiviteiten is nodig om een niveauverhoging te stimuleren?
- Op deze vragen wordt een antwoord gevonden in de didactische fenomenologie van Freudenthal en in het concrete Wiskobaswerk.

#### *Freudenthals didactische fenomenologie*

De didactische fenomenologie kan worden opgevat als de theorie achter het gebruik van contexten bij Wiskobas. Deze didactische fenomenologie kan geïntroduceerd worden als tegenhanger van de structuralistische benadering van Dienes. Tegenover het leren van begrippen met behulp van concrete 'embodiments' stelt Freudenthal (1983) de constitutie van mentale objecten op basis van een fenomenologie. Hij spreekt bewust niet van het leren van begrippen, maar van de constitutie van mentale objecten, omdat het laatste zijns inziens aan het eerste voorafgaat. Deze mentale objecten kunnen ook al heel effectief zijn zonder dat ze door 'concept attainment' gevolgd worden.

De didactische fenomenologie veronderstelt dat in het onderwijs gebruik wordt gemaakt van fenomenen die de leerling uitlokken de beoogde mentale objecten te vormen. Dit in tegenstelling tot de structuralistische benadering, waar men concreet materiaal inzet om de te leren begrippen te concretiseren. In Freudenthals visie moet de leerling met die verschijnselen in aanraking worden gebracht die om die wiskundige organisatie vragen, die de basis voor de te vormen begrippen kan bieden. De feitelijke begripvorming dient dan via een reinvention proces te verlopen. Freudenthal kan zich globaal gesproken wel in de theorie van Van Hiele vinden, maar hij stemt niet in met het idee van een driedeling. Hij gaat uit van een opeenvolging van een onbepaald aantal micro-niveaus.

Beide opvattingen worden door Treffers geïntegreerd in een raamwerk voor een onderwijstheorie. De niveautheorie van Van Hiele biedt volgens hem een goed hulpmiddel voor het beschrijven van de macro-structuur van een leergang. Daarmee kan een onderscheid gemaakt worden tussen een intuïtief fenomenologisch niveau, een lokaal beschrijvend niveau en het niveau van de vaksystematiek. De niveau-opvatting van Freudenthal beschrijft daarbinnen een structurering volgens tussenliggende micro-niveaus en de didactische fenomenologie legt vast hoe de realiteit als startpunt voor het mathematiseringsproces wordt benut.

#### *het progressief mathematiseren volgens Wiskobas*

De tweede vraag die Treffers bij de theorie van Van Hiele stelde, de vraag naar de aard van de onderwijsactiviteiten, wordt beantwoord door uit te gaan van het concrete Wiskobaswerk. Treffers beschrijft vijf kenmerken van het progressief mathe-

matiseren volgens Wiskobas:

- 1 De centrale plaats voor het gebruik van contexten als basis voor een fenomenologische verkenning. De contexten fungeren in het realistisch reken-wiskunde-onderwijs niet alleen als toepassingsgebied, maar ook als bron voor het leren van begrippen en dergelijke.
- 2 Aandacht voor het gebruiken, verkennen en ontwikkelen van (situatie-)modellen, schema's en symbolisering om een brug te kunnen slaan tussen de verschillende niveaus.
- 3 Het steunen op de eigen inbreng van de kinderen, door aan te sluiten bij de fragmentarische, informele kennis van leerlingen en door uit te gaan van de eigen constructies en eigen producties van de leerlingen.
- 4 Vormgeving van interactief onderwijs, waarin de leerlingen geconfronteerd worden met de oplossingen van anderen en deze en eigen oplossingen bespreken en evalueren.
- 5 Recht doen aan de samenhang tussen de verschillende leerstofgebieden.

Uiteindelijk komt de realistische onderwijstheorie vooral tot uitdrukking in dit 'progressief mathematiseren'. Op basis van fenomenologische en historische overwegingen worden reële problemen gekozen die met eenvoudige middelen opgelost kunnen worden en die tevens geschikt zijn voor het ontwikkelen van handige oplossingsstrategieën. Door reflectie en discussie worden de leerlingen gestimuleerd de eigen aanpakken te schematiseren en te verkorten. Zo wordt tegemoet gekomen aan de door Van Hiele geformuleerde eis dat het onderwijs moet beginnen op een niveau dat concreet is voor de leerlingen, terwijl tevens recht wordt gedaan aan Freudenthals adagium 'wiskunde als menselijke activiteit'.

### ***de mechanistische onderwijstheorie***

Voor een theoretische onderbouwing van de mechanistische benadering wordt de oorspronkelijke theorie van Gagné (1969) als uitgangspunt genomen, omdat zijn onderwijstheorie goed is uitgewerkt en zijn ideeën ook precies passen in de typering die Treffers van het mechanisme geeft. De kern van Gagné's theoretische opvattingen wordt gevormd door de gedachte dat complexe leertaken de beheersing van eenvoudiger gedragingen als voorwaarde vereisen.

Gagné's uitgangspunten zijn sterk behavioristisch getint. Het gaat zijns inziens ten slotte om veranderingen in gedrag. Hij onderscheidt verschillende soorten leren die aan daarbij passende condities zijn gebonden. Inhoudelijk beperkt Gagné zich tot de leerstofinhoud. Zowel het vormen van houdingen en waarden, als inventiviteit en creativiteit vallen daar buiten.

Wel suggereert Gagné dat veel kennis ook een noodzakelijke voorwaarde is voor de ontwikkeling van inventiviteit en creativiteit.

Kenmerkend aan de theorie van Gagné is het idee van volledige planning vooraf.

Hiervoor wordt een 'learning structure' of leerhiërarchie ontworpen, waarin de opbouw van de leerstof wordt vastgelegd. Zo'n hiërarchische opbouw is voor hem vanzelfsprekend. Wanneer de leerhiërarchie bekend is, kunnen passende instructie-activiteiten worden ontworpen.

Het onderwijs zou bij voorkeur naadloos op de voorkennis van de leerling aan moeten sluiten. Het zou het mooist zijn wanneer dit in 1-1 situaties (1 leraar – 1 leerling) gerealiseerd zou kunnen worden en de beste benadering van dit ideaal lijkt hem het gebruik van zelf-instructieprogramma's. (De opmerking dat dit tot een grotere zelfstandigheid van de leerling zou kunnen leiden, toont nog eens de verwantschap met mechanistische methoden als Naar Zelfstandig Rekenen.)

Voor transfer wordt door Gagné een uitzondering gemaakt, daarvoor dient er ook ruimte voor discussie te zijn. Transfer wordt ook door Gagné als uiteindelijk doel van het leren gezien. Maar conform de mechanistische visie benadrukt hij (ibid., 27):

'...knowledge transfer cannot occur if the knowledge itself has not been initially mastered.'

Gagné onderscheidt verschillende soorten leren die alle een vaste plaats hebben in elke leerhiërarchie (ibid., 60):

```

problem solving
  |
principles
  |
concepts
  |
multiple discriminations
  |
verbal associations
  |
stimulus-response connections
    
```

Begrippen (concept learning) worden geïsoleerd geleerd aan de hand van voorbeelden en non-voorbeelden. Voor het leren van routines of regels (principle learning) presenteert Gagné de volgende stappen (ibid., 149):

- informeren over de verwachte handeling;
- in herinnering roepen van eerder geleerde concepten;
- geven van 'cues' die de leerling helpen het principe samen te stellen;
- vragen het geleerde te demonstreren;
- een verbale omschrijving verlangen.

Hier komt het denken in termen van voorwaarden en leerhiërarchieën weer sterk naar voren. De regel voor het uitsplitsen van de leerstof luidt dan ook: wat zou de leerling al moeten kunnen om hetgeen beoogd wordt te kunnen leren?

Bij problem solving tenslotte dient de leerling zelf eerder geleerde zaken aan elkaar te koppelen. Dit impliceert dat voorzien moet worden in:

- samenhang tussen de benodigde principes en de stimulus situatie, waar het probleem mee wordt ingeleid;
- het stimuleren van het in herinnering roepen van de relevante principes;
- het geven van verbale instructies, die het denken in een bepaalde richting kunnen sturen.

De betekenis van discovery learning wordt beperkt geacht. Problem solving is in het leerproces tenslotte niet meer dan de laatste stap die door talloze voorwaardelijke leermomenten vooraf gegaan moet zijn.

In het licht van het voorgaande is het niet zo verwonderlijk, dat zoiets als een specifieke wiskundige benadering of een mathematische attitude wordt ontkend. Het leren van wiskunde omvat volgens hem niet meer dan problemen op een logische en kwantitatieve manier leren oplossen.

Het is dan ook niet toevallig dat de motivatie voor het leren van wiskunde in een extensieve motivatie wordt gezocht. Niet alleen 'iets willen kunnen' (het maken van staartdelingen bijvoorbeeld), maar ook 'social approval' en toekomstperspectief worden genoemd. Iets willen begrijpen kan volgens Gagné geen inspiratiebron zijn voor kinderen (zie *ibid.*, 211):

'In contrast, wanting 'to comprehend' a subject, or to 'really understand' it or to 'appreciate' it are not the kinds of achievements to which students can normally relate their own individual desires. It takes a very sophisticated, mature individual to understand what is meant by a 'desire to understand'.'

Dientengevolge vormt niet het zelfstandig denken van de leerling de leidraad, maar de taak-analytische interpretatie van de leerstof. Hier wordt de te verrichten eindhandeling als uitgangspunt genomen bij de constructie van de leergang. De eindhandeling wordt uiteengelegd in deelstapjes, welke worden geordend in een leerhiërarchie en in deze vaste volgorde aan de leerlingen onderwezen. Het maken van toepassingsproblemen vormt het sluitstuk van dit type leergang.

### ***verschillen in de aard van het onderwijs***

Wanneer de mechanistische en de realistische theorieën met elkaar worden vergeleken, valt een fundamenteel verschil in onderwijsaanpak te constateren. In het geval van mechanistisch reken-wiskundeonderwijs dient de leerkracht bij de afstemming van de onderwijsleeractiviteiten te kijken of de voorwaarden voor een nieuw leerstapje vervuld zijn. In het geval van realistisch reken-wiskundeonderwijs dient de leerkracht na te gaan welke perspectieven de eigen oplossingsstrategie van de leerling biedt.

De rolverdeling tussen leerkracht en leerling is bij het realistische onderwijs duidelijk anders dan bij het mechanistische. In de mechanistische benadering is de leerling passief en afhankelijk van de autoriteit van de leerkracht die het leerproces nauw-

keurig stuurt. In de realistische benadering wordt veel meer initiatief en verantwoordelijkheid bij de leerling gelegd. De leerling moet zelf oplossingsstrategieën bedenken en beoordelen. De leerkracht biedt opgaven aan die perspectiefvolle oplossingsstrategieën uitlokken en helpt bij het bewust maken van ontdekkingen en bij het tegen elkaar afwegen van oplossingsprocedures. Het beoogde interactieve onderwijs vraagt een daarbij passende attitude en specifieke vaardigheden, kennis en inzicht terzake van leerstof en didactiek. Het is de vraag of de leerkrachten deze kwaliteiten zelfstandig kunnen ontwikkelen alleen door het lezen en gebruiken van handleidingen van nieuwe methoden. Wat leerkrachten van de methode kunnen leren hangt onder meer af van wat er in de handleiding bij de methode staat. Methodeschrijvers zijn echter beperkt in hun mogelijkheden, leerkrachten via de handleidingen te informeren (Gravemeijer, 1987).

### 1.3 handleidingen

Walker (geciteerd door Westbury, 1983) ziet vier problemen bij het schrijven van handleidingen bij methoden.

- 1 Het eerste punt betreft de duidelijkheid van de handleiding. Het probleem is dan: hoe te komen tot voldoende helderheid en specificiteit, zodat gebruikers precies weten wat van hen wordt verwacht. Of zoals Walker (ibid.) het juister formuleert, wat hen geadviseerd wordt. Ook Harris signaleert dit probleem. Zij voegt er aan toe dat de leerkracht niet alleen moet weten wat er bedoeld wordt, maar het ook moet kunnen (Harris, 1983, p. 28):

'And what is more, can a guide be written so that a teacher who is so inclined, can, from reading alone appropriately replicate the type of practices described?'

Harris noemt de volgende beperkingen:

- de beperkingen van het geschreven woord als het gaat om het type praktische kennis en vaardigheden dat in wezen alleen via demonstratie of via interactieve processen kan worden overgebracht;
- een beschrijving is altijd een afgeleide van de praktijk en nooit uitputtend;
- er zal als regel een discrepantie bestaan tussen de bij de onderwijsgevende aanwezige praktijkkennis en de door de auteur van de handleiding veronderstelde praktijkkennis.

Hoewel Harris meent dat de gebruikers die daartoe genegen zijn aanpakken kunnen ontwikkelen die sporen met de aanbevolen ideeën en benaderingen, moeten we hier ook rekening houden met de door Creemers, Hoeben en Westerhof (1981) gesignaleerde problematiek van de gevestigde routines van leerkrachten.

- 2 Als tweede punt noemt Walker de toegankelijkheid van de handleiding. Een handleiding moet aantrekkelijk, gemakkelijk te raadplegen en bruikbaar zijn, anders wordt deze terzijde gelegd. De toegankelijkheid van de handleiding hangt sterk samen met de duidelijkheid ervan. Enerzijds zal een onduidelijke handlei-

ding weinig geraadpleegd worden, anderzijds mag het streven naar duidelijkheid de toegankelijkheid niet in de weg staan. Belangrijke punten zijn hier de omvang en de structuur van de handleiding.

- 3 Een derde probleem wordt gevormd door de verscheidenheid in gebruikssituaties. Hoe kan informatie in een curriculum zó worden beschreven, dat het geschikt is voor verschillende gebruikssituaties?

De variëteit aan gebruikssituaties vereist dat de ontwikkelaar er bij voorbaat rekening mee houdt, dat de condities voor het door hem of haar beoogde onderwijs niet overal even optimaal zullen zijn. Dit noopt tot een zekere terughoudendheid in de beschrijvingen, hetgeen uiteraard weer de nodige ruimte laat voor verschillende wijzen van uitvoering.

- 4 Als vierde probleem wordt een brede acceptatie genoemd: een methode moet zo geschreven zijn dat deze voor velen acceptabel is. Tenminste, als men wil dat de methode aangeschaft wordt en dat de voorstellen, aanwijzingen, aanbevelingen en suggesties die daarin opgenomen zijn, door velen gevolgd zullen worden.

Een brede acceptatie van de methode is alleen mogelijk als het beschreven onderwijs niet te ver van de gangbare praktijk afstaat.

Samenvattend kan worden gezegd dat er noodzakelijkerwijs heel wat verschillen zullen bestaan tussen wat men met een methode beoogt en wat er in de methode staat. De methodeschrijver zal heel wat water bij de wijn moeten doen. Concreet betekent dit dat de methode zelf geen zuivere afspiegeling vormt van de bedoelingen van de methodeschrijver. En juist op het punt van de didactische uitwerking zullen de methodeschrijvers veel in het ongewisse moeten laten. Ook om die reden lijkt het beter niet de methode maar de onderwijstheorie als uitgangspunt voor het beoogde onderwijs te nemen.

## 2 onderzoeksvragen

De massale invoering van reken-wiskundemethoden van een realistische signatuur roept – zoals gezegd – verschillende vragen op. Een van de meest gestelde vragen is of de nieuwe methoden tot andere (betere) onderwijsresultaten leiden. In het voorgaande is duidelijk geworden dat deze vraag niet los gezien kan worden van de vraag naar de overeenstemming tussen de onderwijstheorie, de methode en het feitelijke gerealiseerde onderwijs.

Daarmee tekenen zich twee deelgebieden af, het eerste betreft de invloeden op de gebruikswijze, het tweede heeft de leerresultaten als afhankelijke variabelen. Op het eerste gebied formuleren we twee onderzoeksvragen, omdat we ook in het leerproces van de leerkracht geïnteresseerd zijn. Bij de leerprestaties nemen we alleen de directe invloeden in ogenschouw.

## 2.1 methodegebruik

Naar het gebruik van methoden, curricula of planningsdocumenten is en wordt veel onderzoek gedaan (zie onder anderen Reints, 1989; Vermeulen, z.j.). Dit type onderzoek is in wezen nog vrij recent. Het is nog niet zo lang geleden dat er onderzoek werd gedaan naar de effecten van vernieuwingen, zonder dat werd nagegaan hoe men de vernieuwing naar de praktijk vertaalde.

De publikatie van Fullan en Pomfret (1977) heeft de implementatieproblematiek in het centrum van de belangstelling geplaatst. Zij constateerden twee benaderingen in het implementatie-onderzoek: het getrouwheidsperspectief (fidelity) en het perspectief van wederzijdse aanpassing (mutual adaptation). Binnen het getrouwheidsperspectief wordt onderzocht of (danwel verondersteld dat) de leerkracht zich precies houdt aan de aanwijzingen in de handleidingen en het materiaal op de voorgeschreven wijze hanteert. De 'wederzijdse aanpassing' veronderstelt niet alleen dat de leerkracht en het leerkrachtgedrag veranderen onder invloed van het curriculum, maar ook dat het curriculum zelf een verandering ondergaat als het vertaald wordt van document naar klaspraktijk. Het onderzoek vanuit dit perspectief is veelal gericht op de bruikbaarheid, in casu de aanpasbaarheid van het curriculum aan de wensen van de onderwijsgevende.

Het aanpassingsmodel sluit aan bij de gedachte dat de leerkracht precies weet welk onderwijs hij of zij wenst te geven en over een daarvoor passend of passend te maken curriculum dient te beschikken. Het getrouwheidsperspectief steunt daarentegen op een model waarbij de leerkrachten worden gedegradeerd tot uitvoerders van zogenoemde teacherproof programma's.

Noch het ene noch het andere model lijkt bruikbaar voor de beoogde vernieuwing van het reken-wiskundeonderwijs. Voor het getrouwheidsperspectief is een mate van detaillering van de handleidingen nodig die niet haalbaar is. Bij het aanpassingsmodel echter wordt een verregaande deskundigheid ten aanzien van de inhoud van de vernieuwing verondersteld.

Voor het realistische reken-wiskundeonderwijs zou in feite gezocht moeten worden naar een synthese van beide benaderingen, naar wat een 'fidele adaptatie' kan worden genoemd (Gravemeijer, 1987). Zo'n idee-consistente adaptatie – met aanpassingen in de geest van de methode – is niet alleen noodzakelijk omdat er nog zoveel ruimte zit tussen wat er in de methode staat en wat de methode beoogt, maar ook omdat realistisch reken-wiskundeonderwijs interactief onderwijs impliceert dat niet in een methode is vast te leggen.

Bovendien past de gedachte van idee-consistente adaptatie goed bij de eerder getrokken conclusie dat het in feite gaat om de implementatie van de onderwijstheorie, waarbij de methode slechts een hulpmiddel is.



*opvattingen*

Dit type methodegebruik (idee-consistente adaptatie) steunt in belangrijke mate op de inbreng en daarmee op de opvattingen van de leerkracht. Een gedachte die ook naar voren komt in het werk van Fullan. Fullan (1983) wijst erop dat een 'educational change' zich op drie niveaus voltrekt. Deze niveaus hebben betrekking op veranderingen in:

- het materiaalgebruik;
- de onderwijsactiviteiten;
- de opvattingen ('beliefs').

Een echte verandering is volgens Fullan pas mogelijk als ook de opvattingen van de leerkracht veranderen. Hij spreekt in dit verband van een leerproces van de leerkracht. Dit proces is noodzakelijk, omdat de opvattingen van de leerkracht uiteindelijk bepalen welk onderwijs gegeven gaat worden.

Dit laatste wordt bevestigd door onderzoek van Thompson (1984). Zij vond een duidelijk verband tussen de opvattingen van wiskundeleraressen en het door hen gegeven onderwijs. Ze keek daarbij naar de opvattingen over wiskunde, over wiskunde-onderwijs en over onderwijzen en leren in het algemeen.

Omgekeerd kan ook worden vastgesteld dat de adequaatheid van het handelen van de leerkracht sterk situatiebepaald is. Iets wat ook Leithwood (1981) sterk benadrukt.

In de implementatiedimensies die Fullan en Pomfret (1977) onderscheiden is eveneens het belang terug te vinden van de kennis en inzicht van de leerkracht ten aanzien van de inhoud, doelen en werkwijze van de methode. In deze publikatie rekenen we kennis en inzicht ook tot opvattingen.

De eerste onderzoeksvraag betreft daarom de relatie tussen de opvattingen van de leerkracht en het gerealiseerde onderwijs.

*1. In hoeverre wordt de aard van het onderwijs, gerealiseerd met een realistische of een mechanistische reken-wiskundemethode bepaald door de methode en/of de opvattingen van de gebruiker?*

Deze vraag moet vooral begrepen worden tegen de achtergrond van beslissingen over de invoering van en nascholing en begeleiding bij nieuwe methoden. De onderliggende vraag is hier natuurlijk of en in welke mate het beoogde onderwijs gerealiseerd wordt. Als we de gedachtengang van Fullan volgen ligt het voor de hand te veronderstellen dat de methode qua leerstofaanbod wel gevolgd zal worden maar dat de verschillen zich vooral voordoen in de uitvoering. Juist in de interactie tussen leerkracht en leerlingen zullen im- en expliciete opvattingen van doorslaggevende betekenis zijn.

In aansluiting op de ideeën van Fullan wordt een onderscheid gemaakt tussen de inhoud en de aard van het onderwijs.

Onder de *inhoud* van het onderwijs wordt de aangeboden leerstof en de daarbij ge-

hanteerde leerstofopbouw verstaan. Daar deze voornamelijk in de methoden zijn vastgelegd zullen deze het gemakkelijkst geïmplementeerd worden.

De *aard* van het onderwijs betreft de mate waarin het karakter van het onderwijsleerproces met de desbetreffende onderwijstheorie overeenstemt.

Naast een verschil in onderwijs-leerstof*inhoud* en onderwijs-leer*proces* is hier ook sprake van een verschil tussen macro- en microstructuur. De inhoud betreft vooral grotere leerstofeenheden en globale leerstoflijnen, de aard van het onderwijs heeft betrekking op de microdidactiek. Juist op dit microdidactische niveau kunnen de opvattingen een belangrijke rol spelen.

In het verlengde van de vraag naar de mate van implementatie ligt de vraag naar aanrijpingspunten voor implementatiesteun. Wanneer we weten welke problemen zich voordoen en hoe deze samenhangen met opvattingen en methodekarakteristieken, kan daaruit afgeleid worden waar nascholing en begeleiding zich op moeten richten en op welke punten methoden mogelijk verbeteringen behoeven.

Hoewel deze vragen vooral samenhangen met de ingebruikname van nieuwe, realistische methoden, is deze onderzoeksvraag ook voor de mechanistische methoden interessant. Ook in het gebruik van mechanistische methoden zullen verbeteringen mogelijk zijn.

#### *leerproces*

Gezien de betekenis van de achtergrondkennis van de leerkracht mag niet worden verwacht, dat de ingebruikname van een nieuw curriculum direct leidt tot bij dit curriculum passende onderwijsgedragingen. Ook in de implementatieliteratuur wordt algemeen onderkend dat de invoering van een nieuw curriculum tijd kost. Fullan (1984) wijst erop dat dit niet alleen voor de implementatie geldt, maar ook voor de adoptie. Adoptie van een nieuw curriculum moet als een proces opgevat worden. Bij de aanschaf of het besluit tot ingebruikname weet de leerkracht nog niet precies waar hij/zij voor kiest. Pas door met het nieuwe programma te werken, wordt na verloop van tijd duidelijk wat de vernieuwing inhoudt. Dit impliceert een langlopend proces van kiezen, waarbij de leerkracht steeds voor de keuze staat nieuw ontdekte aspecten van het curriculum al dan niet in te voeren.

Het adoptieproces omvat naast een keuzeproces klaarblijkelijk ook een leerproces. De leerkracht krijgt steeds meer zicht op de vernieuwing en als de vernieuwingsideeën overgenomen worden krijgt de leerkracht ook steeds meer ervaring in het hanteren van het nieuwe curriculum. Deze ontwikkelingsgang vinden we gereflecteerd in de verschillende gebruiksniveaus die in implementatie-onderzoek gevonden worden.

Hall en Loucks (1977) onderscheiden: 'non-use', 'orientation', 'mechanical use', 'routine', 'refinement', 'integration' en 'renewal'. Deze gebruiksniveaus blijken te kunnen worden opgevat als fasen in het implementatieproces (Hall en Loucks, 1981; Van den Berg en Vandenbergh, 1981) en dus als fasen in het hierboven aangeduide

leerproces.

Wanneer de methode na de oriëntatiefase in gebruik genomen wordt, is het curriculum nog betrekkelijk onbekend voor de leerkracht. Dit leidt al gauw tot een vrij mechanisch gebruik waarbij de leerkracht nog weinig zicht heeft op de bedoeling van de verschillende onderwijsactiviteiten. Routinematig gebruik wordt mogelijk als de leerkracht wat meer vertrouwd is geraakt met de methode. Nu kunnen de onderwijsactiviteiten ook enigszins aan de situaties in de klas worden aangepast. Een verdergaand leerproces kan leiden tot een verdere verfijning en integratie. En tenslotte kan zo verkregen kennis en inzicht het niveau van de methode overstijgen, waarna de leerkracht zich van de methode losmaakt (renewal).

Overigens moet hierbij worden aangetekend, dat niet alle leerkrachten alle stadia doorlopen. Instapniveau en groei zullen van geval tot geval verschillen. Ook is het niet vanzelfsprekend dat verfijning, integratie en renewal zich voltrekken in de geest van de methode. De invulling is afhankelijk van de keuzen die de leerkracht maakt.

Samenvattend kan worden gesteld dat de wijze waarop de leerkracht een methode hanteert samenhangt met zijn of haar achtergrondkennis en opvattingen en dat deze beide aan verandering onderhevig zijn. Met name bij de invoering van een nieuw curriculum is er sprake van een leerproces.

Daaruit laat zich de tweede onderzoeksvraag formuleren:

*2. Hoe ontwikkelen de opvattingen van de gebruiker en de manier waarop de methode daadwerkelijk gehanteerd wordt zich in de eerste jaren van de implementatie van een nieuwe methode?*

Ook de beantwoording van deze vraag kan weer aanwijzingen voor implementatiesteun opleveren. Wanneer men de onderwijsgevende implementatiesteun zou willen bieden dan moet die steun bij dit leerproces aansluiten. Daartoe is het niet alleen van belang hoe achtergrondkennis en opvattingen van de leerkracht samenhangen met het gerealiseerde onderwijs, maar ook dient men te weten hoe deze zich ontwikkelen.

Kennis over de wijze waarop het methodegebruik zich kan ontwikkelen, kan bovendien helpen de toekomstige ontwikkeling van het methodegebruik in te schatten.

## **2.2 onderwijsresultaten**

Dan rest nog de effectvraag. Naar de effecten van realistische reken-wiskundemethoden zijn al eerder onderzoeken gedaan. Enerzijds betreft dit al of niet kleinschalige onderzoeken naar vrij specifieke methode-effecten, anderzijds heeft dit betrekking op integrale metingen van de overall opbrengst aan het eind van de basisschool. Zo verrichtten Harskamp en Suhre (1986) onderzoek naar de samenhang tussen leerprestaties en gebruikte methode. Zij kwamen tot de conclusie dat er geen methode-specifieke verschillen zijn (zie ook Harskamp, 1988). Een uitkomst die afwijkt van

de verwachtingen die door de onderzoeken van Rengerink (1983), Streefland (1988) en Nelissen (1987) gewekt worden. Bij de twee eerste onderzoeken en tot op zekere hoogte ook bij het derde onderzoek mag aangenomen worden, dat het realistisch reken-wiskundeonderwijs is gegeven conform de bedoelingen. Een mogelijke verklaring voor het niet vinden van methodespecifieke verschillen door Harskamp en Suhre zou kunnen liggen in de weinig adequate meting van de wijze waarop de methoden worden gebruikt (zie ook Van den Oever, 1987; Verschaffel, 1989; Van den Heuvel-Panhuizen, 1990a).

Bij het recente PPOON-onderzoek (Periodieke Peiling Onderwijs Niveau) waarbij in het geheel niet is gecontroleerd of het onderwijs is gegeven zoals bedoeld, komen daarentegen wel methodespecifieke verschillen naar voren (Treffers, 1988). Een andere mogelijke verklaring voor de onderzoeksresultaten van Harskamp en Suhre gaat dan ook in de richting van de toetsen. Het PPOON-onderzoek en het onderzoek van Harskamp en Suhre verschillen namelijk vooral in de aard van de toetsen. De PPOON-toetsen kunnen gezien worden als criteriumtoetsen die nauw aansluiten bij de eigenlijke doelen van het reken-wiskundeonderwijs, zoals ook is vastgelegd in de recentelijk verschenen eindtermen (Projectgroep Voorlopige Eindtermen Basisonderwijs, 1989). In het andere onderzoek zijn CITO-eindtoetsen en eigen toetsen gebruikt die in feite te grofmazig zijn om de specifieke methode-effecten te meten. Ofschoon uit het PPOON-onderzoek naar voren komt dat het al mogelijk is methode-effecten vast te stellen zonder dat er gekeken wordt hoe de methoden worden gebruikt, is het toch beter het methodegebruik wel in het onderzoek te betrekken. Met name met het oog op de opleiding, nascholing en begeleiding is het van belang te weten wat de samenhang is tussen de aard van het onderwijs en de resultaten van dat onderwijs. Ook theoretisch is deze vraag van betekenis daar het uiteindelijk gaat om een vergelijking tussen operationalisaties van twee onderwijstheorieën. De derde onderzoeksvraag richt zich daarom niet op de effecten van de methoden als zodanig maar op de bedoelde onderwijstypen. De onderzoeksvraag luidt:

### *3. Leiden de twee onderwijstypen ook tot verschillende leerresultaten?*

Dit lijkt een eenvoudige vraag, maar ze is lastig te beantwoorden (Gravemeijer, 1989). Er zijn verschillende factoren die het onderzoek naar de relatie tussen onderwijstheorie en leerprestaties compliceren:

- de variantie en de variatie in de mate van implementatie;
- mogelijke verschillen in onderwijstijd;
- verschillen in aanleg en beginniveau bij de leerlingen;
- de keuze van de effectmaat.

#### *implementatieproblematiek*

Er is een grote variëteit in methodegebruik en bovendien veranderen de individuele gebruikswijzen in de tijd. Daarnaast is het bepalen van de wijze waarop een methode

wordt gebruikt niet eenvoudig. Uit de hierboven gemaakte analyse zal duidelijk zijn dat het gaat om de bedoelingen achter de methode. Het heeft dus geen zin de leerkracht alleen te vragen of hij/zij doet wat er in de methode staat, of hoeveel procent van de activiteiten zijn uitgevoerd, wanneer niet wordt onderzocht of er realistisch dan wel mechanistisch reken-wiskundeonderwijs wordt gegeven.

Men kan natuurlijk tegenwerpen, dat het nog niet de verdienste van de methode hoeft te zijn als er een bepaald type reken-wiskundeonderwijs wordt gegeven. De leerkracht is tenslotte degene die het onderwijs geeft. Zijn of haar opvattingen zouden weleens van doorslaggevende betekenis kunnen zijn.

Dit is zeker aan de orde bij de aard van het onderwijs. Op het niveau van de inhoud van het onderwijs lijkt de implementatie van de onderwijstheorie minder grote problemen op te leveren. Althans, mits de inhoud van de methode goed met de te implementeren onderwijstheorie overeenstemt.

#### *onderwijstijd*

Hoe meer tijd er aan het reken-wiskundeonderwijs besteed wordt, hoe meer er geleerd kan worden. Uiteraard moet daarbij de efficiëntie van het gebruik van deze les-tijd betrokken worden. Het belang van de effectieve onderwijstijd wordt nog eens onderstreept door de bekende time-on-task studies, waar de betekenis van de effectieve leertijd naar voren komt (Creemers en Hoeben; 1988). De effectieve leertijd zelf kan echter niet zonder meer als een onafhankelijke variabele opgevat worden daar deze ook beïnvloed wordt door de aard en de inhoud van het onderwijs.

Een onafhankelijke variabele lijkt ons wel de manier waarop de onderwijsgevende met de beschikbare onderwijstijd omspringt: in hoeverre wordt de onderwijstijd daadwerkelijk benut voor reken-wiskundeonderwijs en hoeveel tijd gaat er op aan onderwijsvoorwaardelijke maatregelen betreffende organisatie en orde (we spreken in dit verband van de taakgerichtheid van de les).

Overigens dient het belang van de onderwijstijd gerelativeerd te worden. De studies van Rengerink (1983) en Streefland (1988) laten zien hoe wezenlijk het is op welke wijze onderwijstijd wordt benut.

#### *leerlingen*

Verschillen in beginniveau kunnen leiden tot verschillen in leerresultaten. Ook aanleg en milieu worden als belangrijke verklaringen voor schoolsucces gezien. Hierbij moet opgemerkt worden dat intelligentie en milieufactoren niet altijd te scheiden zijn. Het zal duidelijk zijn dat deze invloeden kunnen interfereren met de invloed van de methode.

#### *effectmaat*

Er dient te worden vastgesteld waar de resultaten van de verschillende typen onderwijs aan moeten worden afgemeten. Er zijn verschillen in doelstelling, dus is het essentieel welke doelstellingen in beschouwing worden genomen. Bovendien is er dis-

cussie mogelijk over de vraag hoe te meten en of de belangrijkste doelstellingen wel te meten zijn.

Voor het meten en vergelijken van resultaten van mechanistische en realistische methoden kan niet worden volstaan met het afnemen van standaard CITO-toetsen. Met name de CITO-eindtoets is ongeschikt, niet alleen omdat de inhoud nog vrij traditioneel en zeker niet dekkend is, maar ook omdat het een normtoets is. Dit type toetsen meet voor een deel dezelfde kwaliteiten als een IQ-test, zij het wat meer gekoppeld aan instrumentele vaardigheden. Voor curriculumvergelijking kunnen daarom volgens Popham (1975) geen normtoetsen, maar alleen criteriumtoetsen worden gebruikt.

Veel traditionele criteriumtoetsen zijn echter ongeschikt daar ze in hoge mate op de traditionele rekenmethoden gebaseerd zijn. Een uitzondering vormen de toetsen die ontwikkeld zijn in het kader van het PPON-onderzoek. Deze toetsen worden echter slechts ten dele vrijgegeven en zijn bovendien alleen voor groep vijf en groep acht ontwikkeld. Als referentiekader voor de te ontwikkelen toetsen kan waarschijnlijk goed gebruik gemaakt worden van de Voorlopige Eindtermen (Projectgroep Voorlopige Eindtermen Basisonderwijs, 1989) en van de Proeve van een Nationaal Programma (Treffers, De Moor en Feijs, 1989; Treffers en De Moor, 1990).

De verschillen in doelstellingen tussen realistisch en mechanistisch onderwijs manifesteren zich echter niet alleen in verschillen in eindniveau, maar ook in verschillen in leerproces. Juist waar het gaat om het vergelijken van onderwijstheorieën, zal in het onderzoek ook nagegaan moeten worden in hoeverre de leerprocessen verlopen zoals de theorie voorspelt. Een belangrijke taak van het project zal dan ook bestaan uit het ontwikkelen van adequate tussentijdse toetsen.

### 2.3 uitwerking

De drie onderzoeksvragen ontlenen hun betekenis aan de innovatiecontext, wat betekent dat de vragen niet alleen formeel geïnterpreteerd moeten worden, maar ook beantwoord moeten worden in de context van het innovatieproces. De vraag naar de samenhang tussen methode, opvattingen en onderwijs wordt gesteld met het oog op de consequenties die dit heeft voor de manier waarop de implementatie van de vernieuwing ondersteund kan worden. Naast deze samenhang is het ook van belang te weten in welke mate beide onderwijstheorieën worden gerealiseerd. Allereerst om de effecten van beide aanpakken op hun merites te kunnen beoordelen, maar ook om vast te kunnen stellen wat er van de beoogde onderwijsvernieuwing terecht komt. Dit betreft zowel de aard van het onderwijs als de inhoud van het onderwijs – dit laatste wordt bepaald door:

- a na te gaan of de beide methoden goede representanten van de onderzochte onderwijstheorieën zijn, en
- b te controleren in hoeverre er een overeenstemming bestaat tussen de inhoud (leerstofopbouw) van de methode en het gerealiseerde onderwijs.

Vanuit dit innovatieperspectief gaat het natuurlijk niet alleen om de mate waarin een bepaalde onderwijstheorie gerealiseerd wordt, essentieel is ook een karakterisering van het onderwijs en een verheldering van essentiële elementen en eventuele knelpunten. Hetzelfde geldt voor de opvattingen; ook hier is een kwantitatieve vaststelling van de mate van realisme/mechanisme niet voldoende. Uit innovatie-oogpunt is het zeer wenselijk ook iets over de structuur van de opvattingen te weten te komen. Een dergelijk genuanceerd beeld van methode, onderwijs en opvattingen kan concrete aanwijzingen bieden voor methode-aanpassing, (na-)scholing en begeleiding. Ook de tweede onderzoeksvraag kan zo benaderd worden dat er praktische aanwijzingen voor nascholing en begeleiding uit kunnen voortvloeien. Binnen deze context passen ook enkele van de oorspronkelijke SVO-vragen naar knelpunten en begeleidingsbehoefte.

De derde onderzoeksvraag richt zich op de leerresultaten. De gedachten gaan daarbij allereerst uit naar de absolute verschillen na enkele jaren onderwijs. Gezien de verschillen tussen de beide onderwijstheorieën wordt er echter ook veel betekenis gehecht aan de weg waarlangs het leren zich ontwikkelt, de mate van variatie (differentiatie) in oplossingsstrategieën en de samenhang met informele strategieën.

Verschillen in leerresultaat kunnen op twee manieren tot stand komen: door verschillen in de inhoud van het onderwijs, of door verschillen in de aard van het onderwijs. Een belangrijk verschil tussen de aard en de inhoud is in dit verband dat het realistisch/mechanistisch karakter van de aard van het onderwijs wel kan variëren, maar dat de inhoud vrijwel geheel in de methode vastligt.

In het laatste geval onderzoeken we de directe relatie tussen de leerstofstructuur van de methode en de leerresultaten. Bij de aard van het onderwijs is de onderwijstheorie wel de feitelijke maatstaf. Van de methode verwachten we slechts een indirecte invloed op de leerresultaten via de aard van het onderwijs. Een relatie die uiteengelegd kan worden in de samenhang tussen de methode en de aard van het onderwijs en de samenhang tussen de aard en de leerresultaten.

Ook hier zijn we weer geïnteresseerd in zaken die kunnen leiden tot verbetering van methoden en methodegebruik. Informatief zijn dan de samenhang tussen leerstofstructuur en leerresultaten, of de leerresultaten de geplande leerwegen weerspiegelen, of de aandacht voor eigen oplossingsstrategieën – in methode en onderwijs – doorwerken in de manier waarop toetsopgaven opgelost worden. Los daarvan zijn de onderwijsresultaten zelf natuurlijk ook van belang voor het beoordelen van de onderwijsvernieuwing als zodanig.

## 3 onderzoeksopzet

### 3.1 opzet

In het overzicht van deelvragen komt het praktijkgerichte karakter van dit ('veldgebonden') onderzoek duidelijk tot uitdrukking. Het onderzoek moet aanwijzingen bieden voor de verbetering van de onderwijspraktijk, op basis van een beschrijving en analyse van de praktijk van het reken-wiskundeonderwijs op de basisschool. De consequenties liggen op het terrein van methode-ontwikkeling, scholing, nascholing en begeleiding. De antwoorden op de onderzoeksvragen moeten hulp bieden bij het maken van afwegingen bij het kiezen van een methode, bij de wijze van gebruik en de daarop afgestemde (na)scholing en begeleiding en bij het verbeteren van methoden.

Dergelijke informatie zal vooral kwalitatief van aard zijn. Dit betekent niet dat we voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen uitsluitend zijn aangewezen op kwalitatief onderzoek. Wel betekent dit dat kwalitatieve onderzoeksmethoden een belangrijke bijdrage aan de beantwoording van de onderzoeksvragen zullen kunnen leveren. Daarnaast is ook kwantitatief onderzoek noodzakelijk om de uiteindelijke aanbevelingen te kunnen ondersteunen.

Met Smaling (1987) willen we benadrukken dat 'recht doen aan het object van onderzoek' meer is dan het 'vermijden van vertekening', hierbij hoort ook 'het object laten spreken' (zie ook Gravemeijer, 1988; en Streefland, 1988).

Dit praktijkgerichte onderzoek wordt uitgevoerd binnen een theoretisch kader dat uiteengelegd kan worden in een curriculumtheoretisch en een implementatietheoretisch kader. Binnen het curriculumtheoretische kader worden de realistische en de mechanistische stromingen als concurrerende onderwijstheorieën opgevat. Binnen het implementatietheoretische kader staat de relatie tussen onderwijstheorie en onderwijsaanbod centraal.

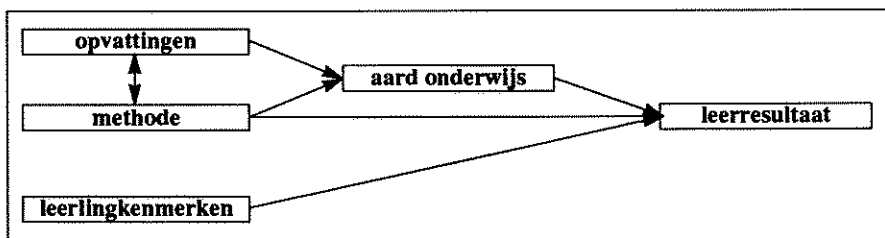
In beide gevallen kan de curriculumterminologie van Goodlad (1979) goede diensten bewijzen. Deze maakt een onderscheid tussen: ideal curriculum, formal curriculum, perceived curriculum, operational curriculum en experiential curriculum. De onderwijstheorie beschrijft het ideal curriculum, het formal curriculum is het curriculum document, hier de reken-wiskundemethode, het perceived curriculum is het curriculum zoals de leerkracht het ziet en maakt dus deel uit van de opvattingen van de leerkracht. Het feitelijke onderwijsleerproces wordt bepaald door wat er feitelijk gebeurt in de klas (het operational curriculum) en de wijze waarop de leerlingen dit ervaren (het experiential curriculum). Op theoretisch niveau gaat het dus om de onderlinge relaties tussen deze verschijningsvormen van het curriculum en de leerresultaten.

Voorop staat echter de praktische betekenis van de onderzoeksvragen. Om aan deze praktijkrelevantie tegemoet te komen wordt gebruik gemaakt van een combinatie



van kwantitatieve en meer kwalitatieve onderzoeksmethoden. De kwalitatieve onderzoeksmethode is vooral van belang voor de beschrijving van processen en veranderingen. De kwantitatieve onderzoeksmethode wordt ingezet voor het beoordelen van leerresultaten en voor het opsporen van statistische verbanden. Uiteindelijk is het de bedoeling om te komen tot een meer kwalitatieve interpretatie van resultaten en samenhangen.

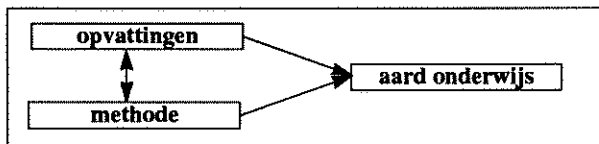
De hiervoor uitgewerkte onderzoeksvragen geven aan dat het MORE-onderzoek een complexe onderneming is waarbij een groot aantal variabelen wordt betrokken. Terwille van het overzicht zijn in fig. 2 de belangrijkste onderzoeksvariabelen en hun veronderstelde samenhangen sterk vereenvoudigd weergegeven.



figuur 2: de belangrijkste onderzoeksvariabelen en hun veronderstelde samenhang

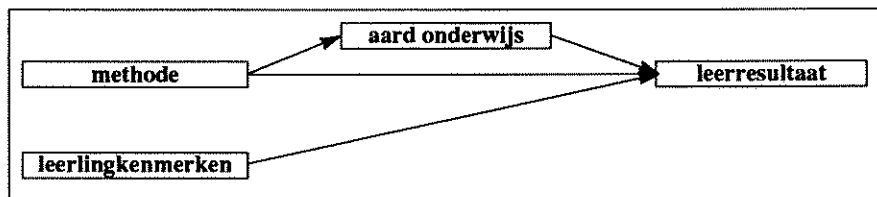
Het onderzoek valt uiteen in twee deelonderzoeken.

Het eerste deelonderzoek richt zich op de samenhang tussen de methode, de opvattingen en de aard van het onderwijs (onderzoeksvraag 1) en de mogelijke veranderingen in de opvattingen en de aard van het onderwijs in de loop van de tijd (onderzoeksvraag 2) (fig. 3).



figuur 3: de belangrijkste onderzoeksvariabelen in het eerste deelonderzoek

Het tweede deelonderzoek behandelt de invloed van de inhoud van de methode en van de aard van het onderwijs op de leerresultaten (onderzoeksvraag 3) (fig. 4).



figuur 4: de belangrijkste onderzoeksvariabelen in het tweede deelonderzoek

Binnen het laatste deelonderzoek zijn eigenlijk weer drie kleinere onderzoeken te onderscheiden. Allereerst wordt er gekeken naar de samenhang tussen de inhoud van de methode en de leerprestaties. Daarnaast wordt de invloed van de aard van het onderwijs op de leerprestaties nagegaan. En tenslotte wordt de relatie tussen de inhoud van de methode en de door de leerlingen gehanteerde oplossingsstrategieën onderzocht.

**onderzoekspopulatie**

Ten behoeve van het onderzoek zijn een realistische en een mechanistische methode geselecteerd die goed geïmplementeerd zijn. Op grond van de analyses van De Jong e.a., 1983; Feijs e.a., 1987; en De Jong, 1986, is gekozen voor de methoden ‘Naar Zelfstandig Rekenen’ (NZR) en ‘De Wereld in Getallen’ (WIG). Deze twee methoden werden respectievelijk in 1978 en 1981 uitgegeven.

Voor de beantwoording van de onderzoeksvragen is gebruik gemaakt van een longitudinale onderzoeksopzet waarbij ongeveer 430 leerlingen en hun leerkrachten drie jaar lang zijn gevolgd, van groep 3 tot en met groep 5. Ook de voor de andere onderzoeksvragen benodigde gegevens zijn in deze drie jaar bij de leerkrachten van de groepen 3, 4 en 5 van dezelfde scholen verzameld.

Het onderzoek is gestart in 1987 toen de leerlingen begonnen in groep 3. Aan het onderzoek hebben achttien scholen meegedaan (zie fig. 5).

	aantal scholen	aantal klassen		
		groep 3	groep 4	groep 5
NZR	8	9	9	8
WIG	10	13	15	13

figuur 5: onderzoeksscholen

Deze scholen zijn geworven via schoolbegeleidingsdiensten en de uitgevers van de twee methoden. In eerste instantie is onder andere gezocht naar scholen met niet te moeilijke uitvoeringscondities (bijvoorbeeld geen zware stimuleringscholen). Gezien het moeizame verloop van de werving – de scholen zitten voor minstens drie jaar vast aan het onderzoek – is dit criterium later komen te vervallen. Uiteindelijk heeft dit tot een tamelijk divers samengestelde groep van scholen geleid. Er hebben zowel plattelandsscholen als stadsscholen aan het onderzoek meegedaan, scholen met veel buitenlandse leerlingen en scholen met overwegend Nederlandse leerlingen, scholen met grote klassen en met kleine klassen, met combinatieklassen en zonder combinatieklassen (zie bijlage 1 en 2).

Uitgangspunt voor de werving vormde een bestand van circa 200 scholen. Daarvan viel meteen al een aantal af omdat deze scholen de desbetreffende methode niet (meer) gebruikten of van plan waren binnenkort op een andere methode over te stap-

pen. In eerste instantie werd gestreefd naar een scholenbestand dat aan nauw gespecificeerde voorwaarden voldeed. Scholen met een doorsnee schoolpopulatie, NZR-scholen die beoogden deze methode nog vier jaar te blijven gebruiken, gelijke aantallen WIG-scholen met nul, één en twee jaren gebruikservaringen. Bovendien werd er van de scholen gevraagd dat ze hun medewerking voor drie jaar toezegden, hetgeen verplichtingen voor tenminste drie leerkrachten impliceerde. Daar dit het maken van audio-opnamen, klasse-observaties, het afnemen van toetsen, leerlinginterviews en vragenlijsten omvatte is het niet zo verwonderlijk dat er niet veel scholen waren die dit toezegden. De beoogde samenstelling van het scholenbestand is dan ook niet gerealiseerd.

Dit brengt de vraag met zich mee of de non-response tot een zodanige steekproef van scholen geleid heeft dat een vertekend beeld ontstaat. Verwacht mag worden dat die scholen hun medewerking verleenden die het belang van het onderzoek inzagen. Bovendien zullen het scholen zijn die een zeker vertrouwen in de kwaliteit van hun onderwijs hebben. In die zin kan er een positieve selectie zijn ontstaan. Ons inziens hoeft dat de vergelijking tussen beide methoden niet in de weg te staan. Als er al een steekproef-effect is zal dit tot uitdrukking komen in een iets te positief beeld van de aard van het onderwijs.

Gedurende de drie jaar dat de leerlingen zijn gevolgd, zijn niet alleen gegevens verzameld over hun reken-wiskundeprestaties, maar ook over het ontvangen onderwijs. Hierbij is zowel gekeken naar de gebruikte methode als naar de aard van het gerealiseerde onderwijs.

Om de vraag naar het effect van het onderwijs op de leerresultaten zo zuiver mogelijk te beantwoorden, zijn ook nog enkele gegevens verzameld over een aantal achtergrondkenmerken die mogelijk van invloed zouden kunnen zijn op de prestaties van de kinderen. Deze achtergrondkenmerken hebben betrekking op de leerlingen en de condities waaronder het onderwijs wordt gegeven. Wat de leerlingkenmerken betreft is gekeken naar de intelligentie, het beginniveau aan reken-wiskundevaardigheden en het milieu. Met betrekking tot de onderwijscondities zijn gegevens verzameld over de tijd die aan reken-wiskundeonderwijs is besteed, de taakgerichtheid van de lessen en de organisatievorm van de klas. Verder is nagegaan in hoeverre de methode is gevolgd bij de gegeven lessen.

Voor de beantwoording van de vragen omtrent de samenhang tussen methode, opvattingen en methodegebruik zijn gegevens verzameld bij de leerkrachten die achtereenvolgens aan de onderzochte leerlingen les hebben gegeven. Oorspronkelijk lag het in de bedoeling om voor de beantwoording van de vraag naar de ontwikkeling in opvattingen en gebruik ook gegevens van andere leerkrachten uit dezelfde scholen te gebruiken. Gehoopt werd dat er voldoende leerkrachten zouden zijn die enkele jaren achtereenvolgens in hetzelfde leerjaar les zouden geven (bijvoorbeeld enkele jaren achtereenvolgens groep 3). Dit bleek niet het geval, zodat die optie kwam te vervallen. De leer-

krachten bleken wel vaak in het nieuwe schooljaar mee te gaan met hun eigen groep leerlingen. Om pragmatische redenen, met name om het aantal te verwerken lesprotocollen niet verder te vergroten, is besloten om het onderzoek uit te voeren op de gegevens van deze leerkrachten.

## 3.2 variabelen

### *methode*

Op basis van gebruikersgegevens van de uitgeverijen en met de hulp van schoolbegeleidingsdiensten zijn acht NZR- en tien WIG-scholen gevonden die aan het onderzoek mee wilden werken (zie fig. 5).

In verband met de tweede onderzoeksvraag zijn in de onderzoeksgroep ook scholen opgenomen die WIG nog niet zo lang gebruiken.

### *inhoud*

Een nauwkeurige beschrijving van de inhoud van beide methoden is noodzakelijk om de samenhang tussen de inhoud en de onderwijsresultaten na te kunnen gaan, om het realistische danwel mechanistische karakter van de methoden te kunnen beoordelen en om als referentiekader te kunnen dienen voor de toetsontwikkeling.

### *aard*

Om de aard van het onderwijs vast te kunnen stellen is een analyse-instrument ontwikkeld om transcripties van de door de leerkrachten gegeven lessen te kunnen analyseren. Op deze manier was het mogelijk de lessen door een groep van vakdidactisch deskundigen te laten beoordelen, waar het niet mogelijk zou zijn geweest observatoren binnen een redelijke termijn tot een dergelijk niveau van deskundigheid op te leiden. Om variatie in lessen en verschillen tussen beoordelaars op te vangen wordt voor elke leerkracht uitgegaan van gemiddelden over drie lessen, geanalyseerd door drie of vier deskundigen.

### *opvattingen*

De opvattingen van de leerkrachten zijn geïnventariseerd door middel van een binnen het project ontwikkelde vragenlijst. Hierin worden de opvattingen ten aanzien van de realistische en de mechanistische onderwijstheorie zichtbaar gemaakt aan de hand van open vragen, multiple choice vragen, vijfpuntsschalen, uitspraken over leergangen, lesvoorbeelden etcetera. Deze vragenlijst is één maal per jaar aan de onderwijsgeevenden voorgelegd. Bovendien zijn via interviews aanvullende gegevens verzameld.

### *leerprestaties*

Ten aanzien van de leerresultaten maken we onderscheid tussen reken-wiskunde-prestaties en strategieën.

*reken-wiskundeprestaties*

Voor de meting van de reken-wiskundeprestaties zijn klassikaal afneembare toetsen ontwikkeld, die door de leerkrachten zelf zijn afgenomen. Om zicht te krijgen op hoe de reken-wiskundeprestaties zich van groep 3 tot en met groep 5 ontwikkelen, bevatte elk leerjaar vier meetmomenten (fig. 6).

afname	groep 3	groep 4	groep 5
sep	T 3.1	T 4.1 = T 3.4	T 5.1 = T 4.4
nov	T 3.2	T 4.2	T 5.2
feb	T 3.3	<u>T 4.3</u>	<u>T 5.3</u>
apr/mei	T 3.4	T 4.4	T 5.4

figuur 6: tijdschema klassikale toetsafname

De meetmomenten lagen ongeveer gelijk verspreid over het schooljaar. De toetsafnames vonden plaats in september, november, februari en in april/mei.

De totale toetsbatterij bestond uit twaalf toetsen, met dien verstande dat de laatste toets van groep 3 en de laatste toets van groep 4 respectievelijk aan het begin van groep 4 en aan het begin van groep 5 zijn herhaald. De eerste toets van groep 3 diende als begintoets. De ontwikkelde toetsen hebben betrekking op een breed arsenaal van reken-wiskundeopgaven en bevatten zowel contextopgaven als kale sommen. Een uitzondering hierop vormen de derde toets in groep 4 en de derde toets in groep 5. Deze twee toetsen zijn bedoeld om na te gaan in welke mate de kinderen de rekenbasisvaardigheden hebben geautomatiseerd en bestaan alleen uit kale sommen. Bovendien is er bij deze toetsen in tegenstelling tot bij de andere toetsen sprake van een tijdslimiet. In paragraaf drie wordt nader ingegaan op de ontwikkeling en de samenstelling van de toetsen.

*strategieën*

Om de door de leerlingen gehanteerde strategieën te kunnen achterhalen zijn mondelinge toetsen (ook wel leerlinginterviews genoemd) ontwikkeld – naar het voorbeeld van de Kwantiwijzertoetsen (Van den Berg en Van Eerde, 1985) en varianten daarvan (Groenewegen en Gravemeijer, 1988). Uit elke klas zijn vier leerlingen geselecteerd. Als selectiecriteria gold een toetsscore op de begintoets overeenkomend met het twintigste, veertigste, zestigste en tachtigste percentiel van de klas. De mondelinge toetsen zijn als regel vlak na de schriftelijke toetsen afgenomen. Eerst met een frequentie van vier keer per jaar, later teruggebracht tot een frequentie van twee keer per jaar. Voor deze rapportage is een selectie uit deze toetsen gemaakt.

*leerlingenkenmerken*

De leerlingenkenmerken waarover met het oog op de effectvraag aanvullende informatie is verzameld zijn de intelligentie, het beginniveau en het milieu.

Voor de meting van de intelligentie is gebruik gemaakt van delen van de Raven (de

in 1978 herziene versie van de Standard Progressive Matrices). Deze test is twee keer afgenomen. De eerste afname vond plaats in januari van groep 3 en betrof deel A en B van de test. Om ook na te kunnen gaan of er eventueel sprake is van een verschil in groei van de intelligentie van de NZR- en WIG-leerlingen, is de test in maart/april van groep 5 nog een keer afgenomen. Bij deze tweede afname zijn de delen A tot en met D afgenomen. Beide keren was er sprake van een klassikale afname.

Voor de meting van het beginniveau van de kinderen is een klassikale reken-wiskundetoets ontwikkeld. Met deze toets is nagegaan over welke getalsmatige kennis en vaardigheden de kinderen beschikten aan het begin van groep 3. De toets is drie weken na de zomervakantie afgenomen, dus voordat de gebruikte reken-wiskundemethode invloed kan hebben gehad op de reken-wiskundevaardigheid van de kinderen. De toets bevat opdrachten over relatiebegrippen als hoogste, dikste en dergelijke, opdrachten over getalsymbolen, de telrij, het kunnen zeggen hoeveel er van iets zijn, hoeveel het er samen zijn en hoe groot het verschil in aantal is. Vanwege het tijdstip van afname moest de toets zodanig zijn opgezet, dat deze ook zonder schoolse rekenkennis gemaakt zou kunnen worden. Vandaar dat zoveel mogelijk is gezocht naar aansluiting bij allerlei vanzelfsprekende, alledaagse situaties waarin getallen en aantallen voorkomen.

Als indicatie voor het milieu zijn via een vragenlijst gericht aan de leerkrachten gegevens verzameld over leerlinggewicht. De gegevensverzameling op dit punt is echter niet volledig. Op sommige scholen bestonden bezwaren om het leerlinggewicht per leerling te verstrekken, zij gaven alleen aan hoeveel kinderen met een bepaald leerlinggewicht in de onderzochte klas zaten. Andere scholen verstrekten over het leerlinggewicht helemaal geen informatie.

#### *onderwijscondities*

De onderwijscondities waarover informatie is verzameld, zijn de tijd die aan reken-wiskundeonderwijs is besteed, de taakgerichtheid van de lessen en de organisatievorm van de klas. Verder is nagegaan of er sprake is van overeenstemming tussen onderwijs en methode.

Met betrekking tot de tijd die aan reken-wiskundeonderwijs is besteed, is aan de leerkrachten gevraagd hoeveel klokuren per week ze besteden aan reken-wiskundeonderwijs.

Om de bestede onderwijstijd nog zuiverder te meten is bovendien nagegaan hoe taakgericht er in de verschillende klassen wordt gewerkt. De mate van taakgericht handelen is vastgesteld door per leerkracht ongeveer vier lessen per schooljaar te observeren. Hierbij werd met behulp van een shootcomputer elke tien seconden gescoord of er sprake was van een vorm van taakgericht handelen of van niet taakgericht handelen. Het observatie-instrument dat hierbij werd gebruikt, is geïnspireerd op het observatie-schema volgens Cooper en Good (in Veenman en Zelissen, 1975) en op het systeem voor interactie-analyse van Amidon en Flanders (1963).

De volgende onderwijsconditie waarover informatie is verzameld, is de organisatievorm van de klas. Van alle deelnemende klassen is per leerjaar geïnventariseerd of er wel of niet sprake was van een combinatieklas (zie bijlage 2).

Tenslotte is er nog gekeken in hoeverre de methode is gevolgd bij het geven van onderwijs. Dit is gedaan door tegelijk met de vaststelling van de aard van het onderwijs voor elke les na te gaan in welke mate er sprake is van overeenstemming met de desbetreffende les uit de methode. Vergeleken met de hiervoor genoemde algemene onderwijscondities is dit een meer specifieke onderwijsconditie.

### 3.3 analyseplan

*methode, opvattingen en aard van het onderwijs*

De vraag naar de samenhang tussen de methode, de opvattingen en het methodegebruik (in casu de aard van het onderwijs) worden zowel door middel van een kwalitatieve als door een kwantitatieve analyse beantwoord. Voor de kwalitatieve analyse zijn de lesprotocollen van een groot aantal leerkrachten doorgenomen alvorens de lessen van een beperkt aantal leerkrachten meer in de diepte te analyseren. Bovendien kon gebruik gemaakt worden van de informatie die de eerder uitgevoerde analyses hadden opgeleverd.

Gezien de geringe variatie in de aard van het onderwijs en de sterke contaminatie met de gebruikte methode, leek het tamelijk riskant te trachten kwantitatieve samenhangen te vinden door middel van regressie- of covariantieanalyse. In plaats daarvan is gekeken naar enkelvoudige samenhangen tussen methode en opvattingen, tussen methode en aard van het onderwijs en tussen opvattingen en aard van het onderwijs. Vooral in het laatste geval speelt weer het probleem van de contaminatie met de gebruikte methode.

Daar ook is nagegaan in hoeverre de leerkrachten in mechanistische respectievelijk realistische zin afwijken van wat de methode aanbiedt, kon dit probleem omzeild worden door de samenhang tussen opvatting en afwijking te onderzoeken. Omdat de geregistreerde afwijkingen in het algemeen slechts klein zijn, zijn de afwijkingen eerst gedichotomiseerd – zowel langs de dimensie minder realistisch - realistischer, als langs de dimensie minder mechanistisch - mechanistischer. Vervolgens is in beide gevallen nagegaan of een positieve danwel negatieve afwijking in de uitvoering samengaat met andere opvattingen.

*ontwikkeling*

De ontwikkeling in opvattingen en gebruikswijze is onderzocht bij veertien leerkrachten, die gedurende twee jaar les hebben gegeven aan de onderzochte leerlingen. Voor deze leerkrachten is nagegaan of hun scores op de vragenlijst en op de protocolanalyse veranderd zijn.

Bovendien zijn de lesprotocollen van enkele leerkrachten waarvan audio-opnames van drie opeenvolgende onderwijsjaren beschikbaar waren kwalitatief geanalyseerd.

*zicht op leerprestaties*

Aanvullend is nagegaan of de in het onderzoek betrokken leerkrachten zicht hebben op het niveau van de leerprestaties van de individuele leerlingen. Hiertoe zijn eenvoudige correlaties tussen de door de leerkrachten gegeven rapportcijfers en vergelijkbare toetsscores berekend.

*onderwijs en leerprestaties*

De moeilijkheid bij de beantwoording van de vraag naar het effect van het onderwijs is, dat er sprake is van een zeer complex geheel van variabelen die allemaal op de één of andere manier van invloed kunnen zijn op de leerprestaties. Omdat het onmogelijk is om alles bij de analyse te betrekken moeten er keuzen worden gemaakt. Dit geldt zowel voor de variabelen als voor de manier waarop de variabelen worden geanalyseerd. Hoe deze keuze is uitgevallen ten aanzien van de variabelen is beschreven in de vorige paragraaf. In deze paragraaf wordt uiteengezet welke beslissingen er zijn genomen over de wijze waarop de samenhang tussen de geselecteerde variabelen is onderzocht.

De eerste beslissing die genomen is betreft de manier waarop de onafhankelijke variabelen methode en aard van het onderwijs in de analyse zijn betrokken. Behalve dat deze variabelen anders van aard zijn – de eerste is categoriaal en de tweede is numeriek – zijn het ook nog twee variabelen die elkaar inhoudelijk voor een deel overlappen. Hoe er met een bepaalde methode ook les wordt gegeven, het werken met een methode heeft tot op zekere hoogte altijd consequenties voor de manier van lesgeven. Dit maakt het problematisch om beide variabelen tegelijkertijd in één analyse mee te nemen. Vandaar dat ervoor is gekozen om twee aparte analyses uit te voeren: een analyse met alleen de gebruikte methode als onafhankelijke variabele en een analyse met de aard van het gerealiseerde onderwijs als onafhankelijke variabele. Omdat bij de analyse op leerlingniveau het accent ligt op de invloed van het leerstofaanbod in de methode en bij de analyse op klassenniveau op de invloed van manier van lesgeven, is de analyse met de methode als onafhankelijke variabele uitgevoerd op leerlingniveau, en de analyse met de aard van het gerealiseerde onderwijs als onafhankelijke variabele op klassenniveau. We beschrijven nu eerst de analyse op leerlingniveau.

*methode en leerprestaties*

Gezien de aard van de onafhankelijke variabele is bij de analyse op individueel niveau gebruik gemaakt van covariantie-analyses.

Vanwege het grote aantal variabelen waarvoor gecontroleerd kan worden en de verschillen in de aard van deze variabelen is besloten niet alle variabelen direct in de analyse te betrekken door ze als controlevariabelen in de covariantie-analyse mee te nemen. Besloten is om voor een aantal variabelen een indirecte controle toe te passen door na te gaan of ten aanzien van deze variabelen verschillen bestaan tussen de twee groepen leerlingen ofwel tussen de twee groepen klassen. De controlevariabelen



belen die in ieder geval wel direct in de analyse zijn betrokken zijn de leerlingkenmerken. Voor de onderwijscondities geldt dat er alleen direct voor gecontroleerd is als de indirecte controle daar aanleiding toe gaf.

Dan resten nog de beslissingen over de afhankelijke variabelen. Van alle beslissingen heeft deze misschien nog wel de meeste consequenties voor de beantwoording van de effectvraag. Naar welke reken-wiskunde prestaties wordt namelijk gekeken en hoe?

Het eerste waarnaar gekeken kan worden zijn de totaalscores op de toetsen. Door deze te vergelijken zou een antwoord kunnen worden gegeven op de vraag of de ene groep beter is in rekenen-wiskunde dan de andere. Dit antwoord heeft echter wel zijn beperkingen. Afgezien van het feit dat het nogal wordt bepaald door de samenstelling van de toets, kan zo'n totaalscore ook tamelijk verhullend zijn ten aanzien van de effecten die eventueel door het onderwijs teweeg zijn gebracht. Enerzijds zegt een verschil in totaalscore niet waar dat verschil in zit en anderzijds betekent geen verschil in totaalscore nog niet dat er geen verschillen zijn op onderdelen. Vandaar dat behalve naar de totaalscores ook naar een aantal relevante subscores is gekeken. Deze analyse is aangevuld met een meer gedetailleerde analyse waarbij voor elk leerjaar één specifiek onderdeel uit het aanbod onder de loep is genomen.

Naast de mate van specificiteit waarmee de toetsresultaten worden bekeken is ook de kijkrichting van belang voor de manier waarop de effectvraag wordt beantwoord. Ook hier doen zich weer twee mogelijkheden voor. De eerste mogelijkheid houdt in dat wordt nagegaan hoe de prestaties zich in de loop van de tijd ontwikkelen. De andere mogelijkheid is het maken van dwarsdoorsneden, kijken hoe de vaardigheidsprofielen op bepaalde momenten eruit zien. Ook nu is er weer voor gekozen de analyse op beide manieren uit te voeren. Dit betekent dat is nagegaan hoe de reken-wiskunde vaardigheden van de twee groepen leerlingen en de twee groepen klassen zich in de loop van de drie onderwijsjaren hebben ontwikkeld en dat onderzocht is of er verschillen bestaan in de opbouw van het vaardigheidsprofiel van de twee groepen leerlingen. Als meetpunt daarvoor is eind groep 5 gekozen.

Bovendien is nog gekeken naar de intelligentie. Hierbij is op leerlingniveau nagegaan of er tussen de leerlingen die met de ene methode les hebben gehad en de leerlingen die met de andere methode les hebben gehad een verschil is in de groei van de intelligentie.

#### *aard van het onderwijs*

De samenhangen tussen methodegebruik en leerprestaties is onderzocht in de groepen 3, 4 en 5. Er is niet geprobeerd om het cumulatieve effect van drie jaar onderwijs te traceren. Er mag namelijk ernstig aan getwijfeld worden of dit cumulatieve effect wel adequaat beschreven zou worden met de gemiddelde scores van de leerkrachten die in de drie opeenvolgende jaren les gaven. Daar de aard van het onderwijs en de gebruikte methode nauw samenhangen heeft het weinig zin de relatie met de leer-

prestaties onafhankelijk van de methode na te gaan. In plaats daarvan is deze relatie per methode onderzocht. Dan is er echter maar een klein aantal cases, hetgeen beperkingen oplegt aan de in te zetten analysetechnieken. Wanneer we bij het onderzoek naar de samenhang tussen de aard van het onderwijs en de behaalde leerresultaten corrigeren voor alle in het geding zijnde controle variabelen (beginniveau, intelligentie en leerlinggewicht) stuiten we op het probleem van een groot aantal variabelen bij een kleine  $n$ . Daar de klassen op deze kenmerken verschillen is toch een regressie-analyse uitgevoerd. Bovendien is gekeken naar enkelvoudige correlaties. In beide gevallen moeten de uitkomsten echter met de nodige reserves worden bekeken.

Voor de overzichtelijkheid wordt het analyseplan voor de beide analyses in figuur 7 en 8 nog eens kort samengevat. Belangrijk is dat er een onderscheid is gemaakt in een analyse op leerlingniveau en een analyse op klassenniveau en dat deze beide analyses elk hun eigen invalshoek hebben om de effectvraag te beantwoorden. Bij de analyse op leerlingniveau is onderzocht of een andere methode leidt tot andere leerresultaten, ofwel of het leerstofaanbod in de methode doorwerkt in de reken-wiskunde-prestaties. Bij de analyse op klassenniveau is daarentegen onderzocht of de reken-wiskunde-prestaties beïnvloed worden door de manier waarop met een bepaalde methode les wordt gegeven.

Bovendien is er op klassenniveau gekeken naar een mogelijke samenhang tussen de gebruikte methode en de niveauspreiding tussen de leerlingen. Deze samenhang is globaal onderzocht door de spreiding op de begintoets te vergelijken met die op de eindtoets. Dit is gedaan door de spreiding per klas in beeld te brengen door middel van boxplots, en door de gemiddelde spreiding in de WIG- respectievelijk NZR-klassen te berekenen bij de begin- en de eindtoets. Deze gegevens zijn berekend op basis van de toetsprestaties van de leerlingen die zowel aan de begin- als aan de eindtoets hebben deelgenomen. De klassen die in de loop van de jaren gesplitst, of juist samengenomen zijn zijn buiten de berekening gelaten.

#### *oplossingsstrategieën*

In de hierboven beschreven analyses zijn de oplossingsstrategieën van de leerlingen buiten beschouwing gelaten. De oplossingstrategieën zijn onderzocht in een meer kwalitatieve analyse. Om zicht te krijgen op de samenhang tussen methode-inhoud en door de leerlingen gehanteerde oplossingsstrategieën, werden de protocollen van enkele daarvoor uitgekozen mondelinge toetsen en detail geanalyseerd. Dit onderzoek richtte zich op de basisautomatismen, het hoofdrekenen en het cijferen. Omdat de leerstofstructuur van beide methoden hier verschilt, zouden verschillen in oplossingsstrategieën verwacht mogen worden.

Zoals uit het eerder gepresenteerde variabelenoverzicht duidelijk tot uitdrukking komt moet er vrij veel voorwerk verricht worden om het onderzoek mogelijk te maken. In het volgende hoofdstuk bespreken we daarom eerst de ontwikkeling van de onderzoeksinstrumenten.

THEORETISCH KADER EN ONDERZOEKSOPZET

CONTROLE VARIABELEN	ONAFHANKELIJKE VARIABELE	AFHANKELIJKE VARIABELE	
directe controle voor: <b>leerlingkenmerken</b>  intelligente leerlinggewicht beginniveau  indirecte controle voor: <b>onderwijscondities</b> lestijd taakgerichtheid klasseorganisatie ..... overeenstemming met methode	<b>methode</b>	<b>reken-wiskunde prestaties</b>   totaalscores  subscores   scores op specifieke onderdelen	groep 3    groep 4    groep 5 (1) 2 3 4    1 2 3 4    1 2 3 4  ontwikkeling → ***    * * *    * * *    * * *  * * *    * * *    * * *    * * * * * *    * * *    * * *    * * * * * *    * * *    * * *    * * * [ ]    [ ]    [ ]
aanvullende analyse groei intelligentie			* ————— *

figuur 7: analyse op leerlingniveau

CONTROLE VARIABELEN	ONAFHANKELIJKE VARIABELE	AFHANKELIJKE VARIABELE	
directe controle voor: <b>leerlingkenmerken</b>  intelligente leerlinggewicht beginniveau  indirecte controle voor: <b>onderwijscondities</b> lestijd taakgerichtheid klasseorganisatie ..... overeenstemming met methode	<b>aard onderwijs</b> bij NZR: mate van mechanisme bij WIG: mate van realisme	<b>reken-wiskunde prestaties</b>   totaalscores  subscores	groep 3    groep 4    groep 5 (1) 2 3 4    1 2 3 4    1 2 3 4  *            *            *  *            *            * *            *            * *            *            *
aanvullende analyse groei intelligentie			* ————— *

figuur 8: analyse op klassenniveau (per methode)

---

## Hoofdstuk 2

# ONTWIKKELING ONDERZOEKSINSTRUMENTEN

## 1 analyse lesprotocollen

### 1.1 inleiding

Realistische en mechanistische methoden worden in dit onderzoek opgevat als exponenten van twee rivaliserende onderwijstheorieën. Uit de hiervoor samengevatte implementatieliteratuur blijkt echter dat het gebruik van curriculumdocumenten niet zonder meer leidt tot de implementatie van de eraan ten grondslag liggende onderwijstheorie. Daarom moest worden nagegaan of het onderwijs dat met de methoden NZR en WIG gegeven werd, overeenstemde met de onderwijstheorieën.

Een extra complicatie was het feit dat het hier met name bij de realistische theorie niet om blinde instructieregels of algoritmen gaat. Dit betekent dat het gedrag van de leerkracht niet alleen aan een onderwijstheorie gerelateerd moet worden, maar ook aan de onderwijssituatie zoals die zich voordoet. Essentieel is de afstemming van het leerkrachtgedrag op verschillende aspecten van de onderwijsleersituatie:

*‘The appropriateness of a particular strategy depends on multiple criteria: the objectives to be achieved as a result of instruction (for example retention of facts, creative thinking), the availability of necessary curriculum materials and environments, characteristics of students, teacher preferences and skills, etc.’ (Leithwood, 1981, 31)*

Om binnen dat kader het mechanistische of realistische karakter van een les vast te kunnen stellen moet de beoordelaar beschikken over een inhoudelijk en theoretisch referentiekader. In feite zouden alle lessen dus door een deskundige beoordeeld moeten worden. Omdat het niet reëel geacht werd hier snel een aantal observatoren voor op te leiden, is gekozen voor het beoordelen van lesprotocollen. Van de te beoordelen lessen werden audio-opnamen gemaakt en de tekst hiervan werd uitgetypt. Deze lesprotocollen werden vervolgens door een groep van deskundigen beoordeeld op hun realistische of mechanistische karakter.

Om deze beoordelingen te kunnen kwantificeren en structureren is een analyse-instrument ontwikkeld (Gravemeijer, 1988). Hiertoe moesten beide onderwijstheorieën geoperationaliseerd worden in voor de beoordelaars eenduidig te beoordelen kenmerken. Bij deze constructie zijn de onderwijstheorieën van Gagné (1969) en Trefers (1987) als uitgangspunt genomen.

## 1.2 ontwikkelprocedure

Het analyse-instrument is in een cyclisch proces van uitproberen, bespreken en bijstellen ontwikkeld tot een voor alle beoordelaars bruikbaar instrument. In de proefrondes zijn zowel kwalitatieve als kwantitatieve analyses uitgevoerd (zie ook Gravemeijer, Van den Heuvel (red.) e.a., 1990). Daarbij bleek het niet eenvoudig de beoordelaars op één lijn te krijgen. Wanneer noem je een les bijvoorbeeld realistisch? Het bleek dat de beschikbare lesvoorbeelden slechts een beperkte mate van realisme toonden. Sommige beoordelaars waren geneigd hun oordeel daaraan aan te passen, terwijl andere strengere criteria hanteerden. De bijeenkomsten van de in een resonsangroep verzamelde beoordelaars vervulden daarom niet alleen een formatieve functie ten behoeve van het beoordelingsinstrument, maar functioneerden ook als leerproces van de beoordelaars, waarbij de oordelen gaandeweg op elkaar afgestemd werden.

De bijstellingen in het instrument betreffen enerzijds de onderwijstheoretische kenmerken. Anderzijds is er sprake van een uitbreiding van categorieën om het voor de beoordelaars mogelijk te maken hun algemene oordeel over de les tot uitdrukking te brengen. Het gaat hier onder meer om een algemene beoordeling van de les met betrekking tot de leerstof die aan bod komt en de waardering voor de wijze van aanbieden. Tevens is de vraag opgenomen of de leerkracht minder mechanistisch/mechanistischer respectievelijk minder realistisch/realistischer lesgeeft dan de methode aangeeft. Dit vooral om ervoor te zorgen dat de beoordelaar zich bij de beoordeling van de onderwijstheoretische kenmerken ook uitsluitend op deze kenmerken kan concentreren. De laatste vraag biedt bovendien een extra mogelijkheid het methodegebruik aan de opvattingen van de leerkrachten te verbinden.

Omdat er na de eerste proefrondes nog onzekerheid bestond over de overeenstemming tussen de beoordelaars is ervoor gekozen elke les door drie à vier beoordelaars te laten beoordelen. Uiteraard betekende dit een extra aanslag op de tijd van de beoordelaars. Hierdoor werd het voor hen vrijwel onmogelijk alle noodzakelijke beoordelingen 'tussen de bedrijven door' af te werken. In plaats daarvan zijn daarom tweedaagse werkconferenties belegd, waar de protocollen van een jaar in één keer verwerkt werden.

Het aantal per leerkracht te beoordelen lessen is vastgesteld op drie. Verwacht werd dat deze drie lessen samen een voldoende karakteristieke indruk zouden geven. Bovendien kon dit aantal bandopnamen gegarandeerd worden, omdat er tijdens de observaties opnamen gemaakt konden worden. Daar deze observaties vier keer per jaar plaatsvonden was er zelfs enige speling voor het geval een opname onbruikbaar zou blijken. De bottle-neck bleek echter de grote hoeveelheid tijd die het uittypen van de lesprotocollen vergde.

### 1.3 typering analyse-instrument

Het definitieve analyse-instrument bevat naast de categorieën die op de beide onderwijstheorieën betrekking hebben nog een aantal andere vragen. Deze extra categorieën zijn zoals hiervoor is toegelicht onder meer aangebracht om de beoordelaars in staat te stellen een totaalbeeld van de les te geven. Tegelijkertijd is zo extra informatie verzameld die gebruikt kan worden voor een scherpere typering van het geanalyseerde onderwijs.

De algemene categorieën betreffen leerinhoud, leerkans en sfeer. Bovendien wordt in het instrument gevraagd naar de overeenstemming tussen het lesprotocol en de les in de methode en naar de richting van de afwijkingen.

Het centrale deel van het analyse-instrument bestaat echter uit vragen naar realistische en mechanistische kenmerken. Het analyse-instrument onderscheidt de volgende realistische en mechanistische subkenmerken:

kenmerken realistisch onderwijs

- realistisch contextgebruik
- eigen constructies/eigen produkties
- interactief onderwijs
- samenhang tussen de leerstofvlakken

kenmerken mechanistisch onderwijs

- stap-voor-stap-opbouw
- eerst kale sommen/toepassingen achteraf
- instrumentele sturing
- formele kenmerken
- extrinsieke motivatie

Elk van deze subkenmerken wordt in het volgende overzicht kort toegelicht. Bij deze toelichting wordt de in de handleiding van het instrument opgenomen typering van deze kenmerken gevolgd.

#### ***realistische kenmerken***

##### *realistisch contextgebruik*

Wiskundige begrippen en procedures vinden hun oorsprong in de realiteit. Contexten spelen een belangrijke rol als het gaat om betekenisverlening. Zo kunnen contextsituaties benut worden om begrippen en procedures te ontwikkelen. Ook kunnen contexten gebruikt worden om gelegenheid te geven tot mathematiseren of om de beperktheid van een puur wiskundige benadering bewust te maken.

Tevens kent het realistische reken-wiskundeonderwijs naast de introductie-contexten en de directe toepassingen, toepassingssituaties waar toepassing van eerder verworven kennis en vaardigheden enkele tussenstappen vraagt. De toepassing vergt

bijvoorbeeld een (horizontale) mathematiseringsactiviteit van de leerling, of er moet rekening gehouden worden met niet-wiskundige aspecten van de probleemsituatie. Naast de aanwezigheid van een realistische context speelt ook de manier waarop de leerkracht daarmee omgaat een rol. Van belang is dan:

- het bewustmaken van de context: de leerkracht zorgt ervoor dat de leerlingen de context in hun overwegingen betrekken;
- het oproepen van ervaringskennis: door het stellen van geschikte vragen wordt ervaringskennis opgeroepen, die ingezet kan worden bij de problematiek die aan de orde is.

### *modellen*

In realistisch reken-wiskundeonderwijs wordt aan modellen een brugfunctie toegekend. Het model moet een brug vormen tussen de realiteit en de (formele) wiskunde. Het model kan een vrij schematisch karakter hebben, maar het kan ook met de realiteit verweven zijn (situatie-modellen als het autobus-model). De modellen houden de verbinding tussen de context, vanwaaruit de wiskundige kennis of vaardigheid ontwikkeld is, en het meer formele niveau in stand. Bij realistisch modelgebruik krijgt het model dus een tweeledige betekenis voor de leerlingen. Het model verwijst naar een situatie in de werkelijkheid en het model representeert een stukje wiskunde. In het ideale geval hebben de leerlingen zelf een inbreng (gehad) in het ontwikkelen van het model. Dat wil niet zeggen dat de leerlingen het model volledig op eigen kracht ontwikkelen, de leerkracht kan het ontwikkelproces sturen.

### *eigen constructies / eigen producties*

Realistisch reken-wiskundeonderwijs heeft als kenmerk dat de leerlingen zelf hun eigen wiskunde opbouwen. Dit is mogelijk als de leerlingen zelf oplossingen construeren voor de problemen (opgaven) die ze ontmoeten. We spreken dan van eigen constructies.

De eigen constructies kunnen we beschouwen als een leertheoretisch principe. Men veronderstelt dat het leerproces beter verloopt als de leerling zelfstandig voortbouwt op eerder verworven kennis, vaardigheid en inzicht. Daarnaast moet dit principe ook begrepen worden als een onderwijsfilosofische keuze voor ‘zelfverantwoordelijk leren’: de leerling leert en concludeert niet op het gezag van de leerkracht, maar is in staat de eigen oplossingen te beoordelen en vertrouwt ook op het eigen oordeel.

Concreet betekent dit dat de opdrachten en de wijze van aanbieding ruimte geven aan het ontwikkelen van verschillende, eigen oplossingsstrategieën. De eigen constructies kunnen in hoge mate ideosyncratisch en/of situatiespecifiek zijn. Het zal niet altijd zo zijn dat deze oplossingen voor het verder ontwikkelen van een bepaalde procedure benut kunnen worden.

Dit is wel het geval bij andere langlopende leerprocessen. We denken dan bijvoorbeeld aan gevarieerde oplossingsstrategieën die als een vorm van handig rekenen ingezet worden voor het afleiden van de basisfeiten voor optellen en aftrekken (ook

wel optel tafels en aftrek tafels genoemd).

Specifiek voor het progressief mathematiseren is tenslotte een aanpak waarbij een bepaald type oplossing – of een bepaalde range aan oplossingen – bewust uitgelokt wordt, om op deze wijze een (langlopend) leerproces op te starten en voortgang te doen vinden.

Naast eigen constructies onderscheiden we ook eigen producties. Deze worden echter niet als apart kenmerk opgenomen daar ze nog nauwelijks ingang gevonden hebben in het onderwijs. Het lijkt echter wel van belang ze hier te signaleren.

We spreken van eigen producties, wanneer de leerlingen gevraagd wordt zelf opgaven te ontwerpen. De bedoeling met het zelf ontwerpen van opgaven kan verschillen. Het kan gaan om het zelf produceren van oefenstof. Of er wordt aan de leerlingen gevraagd zelf opgaven te bedenken, met het doel aan de hand van de antwoorden van de leerlingen na te gaan hoe het met kennis en inzicht staat.

Het meest wezenlijk zijn productie-opdrachten die zich richten op reflectie. De opdracht is dan zo gekozen dat de leerlingen ertoe aangezet worden op het leren, of op het oplossen van een bepaald type opgaven te reflecteren.

#### *interactief onderwijs*

Om de leerlingen te ondersteunen bij het zelf opbouwen van hun eigen wiskunde is interactief onderwijs noodzakelijk. De leerkracht probeert daarbij goed zicht te krijgen op de door de leerling gehanteerde oplossingsprocedure en de stand van zaken betreffende kennis en inzicht. Door middel van hints, kritische vragen en dergelijke probeert de leerkracht vervolgens de leerling te stimuleren tot handiger oplossingsprocedures en tot een verdere ontwikkeling van kennis en inzicht. Om greep te krijgen op dit kenmerk onderscheiden we verschillende door de leerkracht te hanteren strategieën.

Kenmerkend voor interactief onderwijs is:

- het ingaan op eigen oplossingen;
- het ter discussie stellen van oplossingen;
- het stimuleren van verkortingen en handige aanpakken;
- het stimuleren van het verwoorden van eigen inzichten;
- het geven van hints;
- het stellen van kritische vragen;
- samenvatten.

#### *samenhang*

Bij rekenen-wiskunde kan vaak handig gebruik gemaakt worden van analogieën en dwarsverbanden. Zo kunnen veel opgaven met kommagetallen opgelost worden door aan geld te denken. Op eenzelfde manier kunnen relaties tussen breuken, verhoudingen en procenten benut worden. In dit onderzoek zal het meestal gaan om de relatie tussen meten, meetkunde, rekenen en verhoudingen. Er is sprake van samen-



hang zoals bedoeld, wanneer er leerstofvlak overstijgende relaties gelegd worden, waarbij contexten een verbindende rol spelen. We spreken van het redeneren langs een omweg, wanneer een oplossing gevonden wordt via een uitstapje naar een ander leerstofvlak.

### ***mechanistische kenmerken***

#### *stap-voor-stap-opbouw*

Kenmerkend voor de mechanistische aanpak is het ontleden van vaardigheden in deelvaardigheden. Zo wordt een leerhiërarchie ontworpen die als vaste leerweg voor alle kinderen gehanteerd wordt, waarin de leerstof is uiteengelegd in kleine leerstapjes, die als losse op-zichzelf-staande eenheden aangeboden worden. De leraar gaat uit van een vooraf geplande, voor alle leerlingen identieke leerstofopbouw. Deze leerstofopbouw kenmerkt zich door een toename van moeilijkheidsgraad, die feitelijk bepaald wordt door de grootte en complexiteit van de getallen en operaties. In de volgorde van aanbidding van de onderscheiden leerstapjes wordt een sequentie gevolgd waarin eerst alle deelvaardigheden worden aangeleerd, die daarna pas tot een eindhandeling samengevoegd worden. Dit kan ook naar voren komen in de wijze waarop de leraar hulp biedt: hij gaat terug naar de deelvaardigheden, doet een stapje terug in de leerhiërarchie, of gebruikt eenzelfde opgave met eenvoudiger getallen.

#### *eerst kale sommen, toepassingen achteraf*

De leerstof wordt tot zijn essentie teruggebracht. Dit impliceert dat gestart wordt met kale sommen, daarna komen de toepassingsopgaven aan bod. De toepassingsproblemen zijn zo geconstrueerd, dat ze op een directe wijze opgelost kunnen worden met eerder aangeboden standaardprocedures. Voorzover er aan de (alledaagse) realiteit ontleende situaties gebruikt worden, zijn ze ontdaan van de 'ruis' die de voor het beoogde begrip, of de beoogde procedure, noodzakelijke 'essentie' versluiert. Dit geldt ook voor de toepassingssituaties. In de instructie kan de realiteit ook volledig vervangen worden door het gebruik van concreet materiaal dat niet naar reële situaties verwijst.

#### *instrumentele sturing*

In navolging van Skemp (1976) maken we een onderscheid tussen relationeel- en instrumenteel onderwijzen/leren. Bij relationeel leren is de leerling gericht op het begrijpen van samenhangen; de 'waarom'-vraag staat centraal. Bij het instrumenteel leren staat de 'hoe'-vraag centraal: Hoe moet de procedure uitgevoerd worden? Wat moet ik doen? Waar moet ik op letten?

Bij relationeel leren hoort relationeel onderwijzen en bij instrumenteel leren hoort instrumenteel onderwijzen. Het instrumenteel onderwijzen vormt een wezenlijk kenmerk van het mechanistische reken-wiskundeonderwijs. Aan de leraar wordt dan tevens een sterk sturende rol toegedacht. Het initiatief ligt steeds bij de leraar die

zegt wát er gedaan moet worden en hōe dat gedaan moet worden, cq welke handelingen achtereenvolgens uitgevoerd moeten worden. Deze sturing komt tot uitdrukking in het stellen van gesloten vragen, dat wil zeggen vragen waarbij maar één correct antwoord past. Deze vragen hebben in het algemeen betrekking op het reproduceren van kennis, of op het uitvoeren van een algoritme. Kenmerkend daarbij is de gerichtheid op standaardprocedures. Uit de wijze waarop de leraar hulp biedt en hints geeft valt af te lezen dat van de leerlingen verwacht wordt dat ze standaardprocedures gebruiken. De leraar staat niet open voor informele, eigen oplossingsprocedures van de leerlingen. Het gaat om de juiste antwoorden. De kwaliteit van de aanpak wordt niet of nauwelijks gehonoreerd.

#### *vaste onderwijsaanpak*

De mechanistische onderwijsstheorie richt zich ook op de formele kenmerken van een les. Het gaat dan om leskenmerken die het leerproces kunnen optimaliseren. Zo wordt gewezen op het belang van het voorafgaand aan de les (of vooraf aan een serie lessen) vermelden van het doel van de les. De leerlingen kunnen de aangeboden deelhandelingen dan zien in het perspectief van de nagestreefde eindhandeling. Het denken in termen van voorwaarden en leerhiërarchieën impliceert dat het zinvol is het oprakelen van de benodigde voorwaardelijke leerstapjes vooraf te laten gaan aan de introductie van nieuwe leerstof.

Kenmerkend is ook dat het leren van nieuwe leerstof niet aan het toeval wordt overgelaten maar door de leerkracht zorgvuldig geprogrammeerd dient te worden via de trits voordoen-nadoen-oefenen.

Tenslotte wordt het laten verwoorden van een regel of procedure gebruikt om de leerlingen langs die weg tot een eenvormig en correct gebruik van de regel of procedure te brengen.

#### *extrinsieke motivatie*

In de mechanistische onderwijsstheorie wordt het belang van extrinsieke motivatie benadrukt. De opmerkingen van de leraar bevatten hier duidelijke verwijzingen naar ('dit heb je nodig voor later'; 'daar krijg je een goed cijfer voor'; 'als je de tafels goed leert heb je daar later veel plezier van bij het maken van staartdelingen').

Naast de bovengenoemde kenmerken is zowel voor mechanisme als voor realisme naar een algemeen oordeel over het mechanistische en realistische gehalte van de les gevraagd.

Bij elk van de boven beschreven kenmerken wordt het oordeel tot uitdrukking gebracht in een vijfpuntsschaal met de volgende aanduidingen:

- *goed aanwezig*: het kenmerk vormt een dominerend element in de les en is goed van kwaliteit;
- *redelijk aanwezig*: het kenmerk is goed van kwaliteit en vormt een tamelijk belangrijk element van de les of het kenmerk vormt een dominant element van de les en is redelijk van kwaliteit;

- *beperkt aanwezig*: er zijn wel onderdelen in de les aan te wijzen waar dit kenmerk van toepassing is, maar deze zijn slechts zeer gering in omvang en/of kwaliteit;
- *niet aanwezig*: het desbetreffende kenmerk komt in deze les niet voor;
- *negatief aanwezig*: de onderwijsactiviteiten van de leerkracht zijn rechtstreeks in tegenspraak met dit kenmerk van deze benadering.

**1.4 psychometrische gegevens**

De betrouwbaarheid van de schalen is bepaald met de homogeniteitscoëfficiënt alpha. Voor het vaststellen van de alpha-waarden is gebruik gemaakt van alle beoordeelde lessen van alle leerkrachten van groep 3. Van elke leerkracht zijn circa vier lessen beoordeeld door minimaal vier beoordelaars. De alpha voor de realistische kenmerken blijkt 0.89 te zijn en die voor de mechanistische kenmerken 0.92. Een nadere analyse toonde aan dat de alpha-waarden nagenoeg niet veranderen als de samenstelling van de groep beoordelaars wordt gewijzigd. Dit gaf ons echter onvoldoende zekerheid over de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid. Een variantie-analyse wees uit dat er behalve van een leerkrachteneffect ook sprake was van een beoordeelaarseffect. Deze was echter kleiner dan het leerkrachteneffect (zie Gravemeijer, Van den Heuvel (red.) e.a.,1990). Om de invloed van de verschillen tussen de beoordelaars zoveel mogelijk te verkleinen worden de lesordelen daarom gebaseerd op tenminste drie beoordelingen van die les.

Om de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van het analyse-instrument vast te kunnen stellen zijn vervolgens enkele lessen door zeven of meer beoordelaars beoordeeld. We kozen hiervoor willekeurig twee lessen uit groep 3, twee uit groep 4 en twee uit groep 5, steeds één WIG-les en één NZR-les.

Voor deze lessen is de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid berekend voor het gehele analyse-instrument en voor de realistische- en mechanistische-schalen afzonderlijk (fig. 9).

interbeoordelaarsbetrouwbaarheid			protocolanalyse		
groep	methode	N-beoord	a-totaal	a-real	a-mech
3	NZR	8	.93	.57	.94
3	WIG	7	.83	.55	.82
4	NZR	9	.90	.13*	.91
4	WIG	9	.97	.95	-.*
5	NZR	7	.86	.81	.71
5	WIG	7	.88	.71	.56

\* kenmerken niet of nauwelijks aangetroffen

figuur 9: interbeoordelaarsbetrouwbaarheid

In een aantal gevallen deed zich hierbij het probleem voor dat er door sommige beoordelaars geen realistische kenmerken bij de NZR-lessen of geen mechanistische kenmerken bij de WIG-lessen werden aangetroffen. Deze beoordelaars werden door SPSS niet in de berekening meegenomen. Bij de lessen van groep 4 had dit tot gevolg dat de betrouwbaarheid van de realistische schaal bij de NZR-les slechts op drie beoordelaars gebaseerd kon worden, terwijl de betrouwbaarheid van de mechanistische schaal bij de WIG-les in het geheel niet berekend kon worden.

In het algemeen zijn de gevonden betrouwbaarheden vertrouwenwekkend, zeker als we de geringe aanwezigheid van aan de methode tegengestelde kenmerken in aanmerking nemen. Dan blijkt eigenlijk alleen de realistische schaal in groep 3 onder de maat te blijven.

## 2 het meten van opvattingen

### 2.1 inleiding

De meting van de opvattingen vond plaats met behulp van een schriftelijke vragenlijst. Voor de NZR-leerkrachten betrof het een eenmalige invulling. De WIG-leerkrachten kregen in verband met de tweede onderzoeksvraag naar de ontwikkeling van de opvattingen later nog een vervolgvragenlijst voorgelegd. Voor beide groepen leerkrachten gold dat er aan het eind van het jaar nog een afsluitend gesprek plaatsvond, waarin eventueel nog aanvullende gegevens konden worden verzameld.

De hierna volgende beschrijving van de constructie van de vragenlijst ontleen we aan onze eerdere rapportage over de instrumentontwikkeling (Gravemeijer en Van den Heuvel-Panhuizen (red.), e.a. 1990).

#### *constructie-overwegingen*

Bij de constructie van het meetinstrument voor de opvattingen is in eerste instantie gekeken naar instrumenten die in andere onderzoeken zijn gebruikt. Hierbij moet gedacht worden aan de bekende overzichtsartikelen van Shavelson en Stern (1981) en Clark en Peterson (1986), maar bijvoorbeeld ook aan de vragenlijst 'Opvattingen van docenten' van Den Hertog en Van de Pol (z.j.).

In het algemeen zijn deze instrumenten echter niet zo geschikt voor het onderhavige onderzoeksdoel. Dit heeft op de eerste plaats te maken met het vaak algemene karakter van de onderzoeken, waarbij een veelheid van zaken zoals de opvattingen over school en maatschappij, over het eigen functioneren, over de schoolorganisatie of over de leerlingen, worden onderzocht. Het MORE-onderzoek richt zich daarentegen veel nadrukkelijker op de vakdidactische en methodegerichte opvattingen van de leerkrachten. Opvattingen over onderwijzen en leren in het algemeen kunnen hierbij wel een contextueel kader bieden.

Een tweede reden voor de ongeschiktheid van de bestaande instrumenten voor ons

onderzoek is het vaak gesloten karakter van de vragenlijsten. Een voorbeeld hiervan is het paarsgewijs vergelijken van uitspraken en het aangeven van de mening op een ordinale schaal. Deze gesloten aanpak biedt weliswaar comfort bij de analyse van de antwoorden, maar perkt teveel de mogelijkheden in om het referentiekader van waaruit leerkrachten hun opvattingen opbouwen zichtbaar te maken. Met name bij vakdidactische opvattingen blijkt een dergelijk referentiekader van groot belang te zijn (zie bijvoorbeeld Thompson, 1984).

Eén en ander maakte het noodzakelijk dat er een nieuw instrument moest worden ontwikkeld voor de meting van de opvattingen van de leerkrachten.

Bij de constructie van de 'Vragenlijst opvattingen reken-wiskundeonderwijs' is uitgegaan van voor het onderzoek relevante opvattingen van leerkrachten. Deze opvattingen strekken zich uit over het hele terrein van het onderwijzen en leren van reken-wiskunde en hoeven niet allemaal met elkaar in overeenstemming te zijn.

In het kader van het onderzoek zijn de volgende deelgebieden van opvattingen onderscheiden:

– *onderwijzen en leren in het algemeen*

Dit kan iets zeggen over de geslotenheid of juist de openheid van het pedagogisch-didactisch handelen, over de persoonsgerichte of de meer zaakgerichte aanpak. De opvattingen over onderwijzen en leren in het algemeen vormen belangrijke contextuele factoren voor het vakdidactisch gerichte handelen van de leerkracht.

– *het vak*

Uit onderzoek van Thompson (1984) blijkt dat opvattingen over het vak zelf samenhangen met de vakdidactische opvatting en de aanpak van de leerkracht. Centraal staat hierbij een onderscheid in opvatting over wiskunde als een produkt, als een systeem van regels en werkwijzen, tegenover een activiteitsgerichte dynamische opvatting van de wiskunde. Bij de eerstgenoemde opvatting, die aansluit bij de aanpak van de methode 'Naar Zelfstandig Rekenen' zal men meer geneigd zijn te opteren voor gesloten, docerend onderwijs. Bij de tweede opvatting, die aansluit bij de aanpak van de methode 'De Wereld in Getallen' opteert men veeleer voor open, participerend onderwijs.

– *de vakdidactiek*

Omdat in het onderzoek de vakdidactiek die met verschillende methoden gepaard gaat centraal staat, vormt dit deelgebied de kern van de vragenlijst. Hierbij wordt bij de leerkrachten nagegaan of er ten aanzien van de vakdidactische aanpak sprake is van een mechanistische of van een realistische houding.

– *de methode*

Opvattingen over de gehanteerde methode kunnen de acceptatie van de methode reflecteren en daarmee ook opvattingen over de achterliggende onderwijstheorie.

– *organisatie en differentiatie*

De methoden geven niet alleen handreikingen van organisatie en differentiatie, maar ze reflecteren ook opvattingen over de aard en het belang hiervan. Tussen de mechanistische en realistische methoden bestaan op dit punt duidelijke verschillen: in mechanistische methoden wordt een bepaalde manier van organiseren en differentiëren vaak als randvoorwaarde voor een goed verloop van de lessen gezien. In realistische methoden worden organisatie en differentiatie veel meer gekoppeld aan de didactische bedoeling van bepaalde activiteiten. Dit brengt een bredere en flexibelere invalshoek met zich mee.

Naast de hiervoor genoemde inhoudelijke overwegingen, hebben ook andere constructie-overwegingen een rol gespeeld. Genoemd kunnen worden:

– *omvang van de vragenlijst*

Het invullen van de vragenlijst mag niet veel meer dan één uur tijd kosten.

– *begrijpelijkheid voor verschillende groepen leerkrachten*

De beschrijvingen van de situaties of de vragen moeten zodanig zijn geformuleerd, dat zowel de leerkrachten die met de ene methode werken, als de leerkrachten die de andere methode gebruiken zich voor kunnen stellen wat ermee wordt bedoeld.

– *representativiteit voor verschillende groepen leerkrachten*

Bij de situatiebeschrijvingen moeten de realistische en de mechanistische situaties tamelijk evenredig zijn vertegenwoordigd.

– *voorkómen van antwoordtendenties*

In de vragen mag geen voorkeur voor de één of andere richting doorklinken. Sociaal wenselijke antwoorden mogen niet uit de vragenlijst kunnen worden afgeleid.

– *relevantie voor de onderwijsleersituatie*

Dit kan verkregen worden door te refereren aan leerstof en aanpakken die in het eigen leerjaar voor kunnen komen. Hoe dichterbij de eigen onderwijsleersituatie herkenning optreedt, hoe directer ook de relatie kan zijn tussen de opvattingen en het feitelijk gegeven onderwijs.

## 2.2 constructie-procedure

De constructie van de vragenlijst is globaal als volgt verlopen.

Eerst is in de verschillende methoden gezocht naar voor leerkrachten relevante kenmerken en situaties van de betreffende methode-aanpakken. Deze kenmerken en situaties zijn in de vragenlijst verwerkt. Dit is zodanig gebeurd dat de leerkrachten worden uitgedaagd hierover hun mening te geven. Daarnaast zijn er situaties bedacht die niet direct uit de methoden zijn gedestilleerd, maar die wel de verschillende onderwijstheorieën reflecteren. Dit is gedaan om te voorkomen dat de leerkrachten alleen de herkenbaarheid van de beschrijvingen als criterium voor het al dan niet in-

stemmen met bepaalde opvattingen hanteren.

Vervolgens is gezocht naar relevante kenmerken van het onderwijzen en leren in het algemeen, het vak rekenen-wiskunde, het methodegebruik en de organisatie en differentiatie. Hiervoor is gebruik gemaakt van informatie uit de methoden zelf en verschillende publikaties over de methoden (De Jong, De Moor, Streefland en Treffers, 1983; De Jong, 1986; Feijs, De Jong, De Moor, Streefland en Treffers, 1987). Over alle kenmerken zijn verschillende vragen bedacht, wat resulteerde in een eerste, uitgebreide concept-vragenlijst.

Deze concept-vragenlijst is voorgelegd aan de resonansgroep, met de vraag deze zelf in te vullen en te becommentariëren. Het commentaar van de leden van de resonansgroep had betrekking op verschillende aspecten van de vragenlijst: de wijze van vraagstelling, de openheid cq geslotenheid van de vragen, de duidelijkheid en de omvang van de vragen en de vakdidactische relevantie en verfijning. Er werden ook suggesties gedaan voor alternatieve vraagstellingen, inhouden en dergelijke.

De commentaren van de resonansgroepsleden hebben geleid tot een ingrijpende herziening van de oorspronkelijke vragenlijst, waarbij ook de omvang van de vragenlijst nog eens kritisch is bekeken. Eén en ander betekent dat meer accent op de vakdidactische commentaren en het uitlokken van reacties op de vakdidactische beschrijvingen is gelegd. Daarmee is ook bewerkstelligd dat de leerkrachten op verschillende vakdidactische niveaus – van een meer algemeen beschrijvingsniveau tot het niveau van vakdidactische verfijning – opvattingen kunnen reflecteren. Dit biedt tevens de mogelijkheid om te traceren hoe meer grofmazige en meer fijnmazige aspecten van het netwerk van opvattingen in elkaar grijpen.

De herziene vragenlijst is daarna voorgelegd aan vier leerkrachten van scholen die geen deel uitmaakten van de onderzoeksgroep, maar wel met de methode NZR of WIG werkten. De leerkrachten hebben de vragen in het bijzijn van één van de onderzoekers beantwoord. Steeds is aan de leerkrachten gevraagd commentaar te geven bij het doorlezen en beantwoorden van de vragen. Dit hardop denken van de leerkrachten is uitgangspunt geweest om bepaalde vragen nog eens te herzien, met name op de punten van duidelijkheid, herkenbaarheid en de aard van de antwoorden die bepaalde vragen uit bleken te lokken.

Uiteindelijk is een definitieve vragenlijst samengesteld, die naar de onderzoeksgroep is gestuurd. De vragenlijst is vergezeld gegaan van een korte handreiking voor de leerkrachten. Hierin wordt de aard van de vragenlijst toegelicht en worden enkele aanwijzingen voor de invulling ervan gegeven.

### **2.3 inhoudelijke karakterisering van de vragenlijst**

De ontwikkelde opvattingen-vragenlijst heeft betrekking op een aantal verschillende deelgebieden. In het volgende wordt voor elk van de deelgebieden een karakterisering gegeven van het soort vragen waarvoor is gekozen.

*vakgerichte opvattingen*

Bij vraag 1 wordt aan de leerkrachten gevraagd werkvormen te koppelen aan vakken. Met deze vraagstelling kan zowel informatie worden verkregen over welke benaderingswijzen door leerkrachten het meest geschikt worden geacht, alsmede over de positie van verschillende vakgebieden. Het is immers te verwachten dat de opvatting over de geschiktheid van een bepaalde werkvorm verschilt van vakgebied tot vakgebied.

*opvattingen over de gehanteerde methode*

De opvattingen over de gehanteerde methode zeggen uiteraard veel over de overeenstemming tussen de uitgangspunten van de methode en die van de leerkracht. Een meer of minder vergaand adaptief gebruik van de methode kan hiermee samenhangen. De vragen 2 tot en met 6 hebben zowel betrekking op de opvattingen van de leerkrachten over de methode, als op de mate en de richting waarin er sprake is van een adaptief gebruik. Met dit laatste worden strikt genomen geen opvattingen gemeten, maar het is van zodanig belang dat het toch in deze vragenlijst is opgenomen.

De opvattingen over de methode worden op verschillende manieren nagegaan. Op een directe manier door te vragen naar de aansluiting van de eigen ideeën bij die van de methode en op een meer indirecte manier door een sterkte-zwakte analyse van de methode te laten maken en door te vragen welke methode men zou kiezen als men op dit moment een keuze zou moeten maken. Bij deze laatste vraag wordt ook nagegaan of de keuze voor een andere methode gebeurt op grond van argumenten rond de praktische uitvoerbaarheid of op grond van argumenten die de aansluiting van de (vak)didactische opvattingen van leerkracht en methode betreffen.

Over het vak zelf zijn twee vragen gesteld. Bij vraag 7 wordt gevraagd naar kenmerken van het vak waarvan de leerkracht vindt dat ze in het onderwijzen en leren moeten doorklinken. Ook wordt gevraagd naar de mate waarin. De vraag heeft zowel betrekking op produktopvattingen als op procesopvattingen. Door de koppeling met onderwijzen en leren te leggen bij deze vraag, worden vakopvattingen weerspiegeld in de gepercipieerde relevantie voor het onderwijs.

Deze koppeling komt terug in vraag 8, waar gevraagd wordt naar het belang van het vak rekenen-wiskunde voor de basisschool. Vooral de motivering bij de toekenning van de mate van belangrijkheid, kan inzicht geven in de eigen ideeën van de leerkrachten over het vakgebied en de relevantie die men aan het vak toekent.

*leergangen*

Een ander aspect van de opvattingen over de didactische aanpak komt naar voren bij vragen over de opbouw van bepaalde leergangen (vraag 9 en 11) en bij de manier van oplossen van bepaalde opgaven (vraag 10 en 13). Bij deze vragen speelt de koppeling aan leerstof een essentiële rol. De opvattingen over bepaalde aanpakken worden direct verbonden met een voorstelbare werkwijze in de praktijk van de rekenles.



Zo heeft vraag 11 betrekking op ‘meten als activiteit’. Voor de aanpak bij de oppervlaktemeting worden twee opvattingen beschreven. Opvatting I verwijst naar een mechanistische aanpak en opvatting II weerspiegelt een realistische aanpak.

<p><b>Opvatting I</b> Eerst moet de lengtemaat zijn behandeld, vóórdat de oppervlakte kan worden geïntroduceerd (dus eerst rekenen met de meter, dan met de vierkante meter).</p>	<p><b>Opvatting II</b> Oppervlakte-activiteiten kunnen al vanaf de eerste groepen op de basisschool worden geïntroduceerd. Het gaat dan om activiteiten waarmee de kinderen zelf ervaringen op kunnen doen, door vouwen, plakken en knippen van figuren, kleuren op roosters en plattegronden, etc. Pas veel later wordt met standaardmaten (<math>\text{cm}^2</math>, <math>\text{m}^2</math>) gewerkt.</p>
---	--

Omdat leerkrachten in dit soort beschrijvingen hun eigen aanpak kunnen herkennen is het goed mogelijk om hen zelf het antwoord te laten formuleren:

<p>Mijn voorkeur gaat uit naar opvatting: _____, omdat: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
--

Bij de vragen naar de manieren van oplossen van bepaalde opgaven is de mechanistische en de realistische aanpak terug te vinden in de mate van flexibiliteit en de breedheid van de mogelijke aanpakken waaruit de leerkrachten kunnen kiezen. Aan een mechanistische opvatting zijn de meer gesloten, stapsgewijze aanpakken gekoppeld. Bijvoorbeeld bij het aftrekken onder de honderd alleen maar splitsen van de aftrekker. Bij een realistische opvatting horen ook meer flexibele en informele aanpakken, waardoor als vanzelf een breder spectrum aan mogelijke aanpakken ontstaat.

*opvattingen met betrekking tot de opbouw van reken-wiskundeleergangen*

Een algemene opvatting over de didactische aanpak komt tot uitdrukking in vraag 12, waarin de leerkrachten hun mening over de beste opbouw van bepaalde reken-wiskunde-activiteiten kunnen aangeven. De drie mogelijkheden waaruit kan worden gekozen geven een mechanistische, een realistische en een handelingspsychologische aanpak weer. De uitwerking van deze laatste aanpak kan vanuit vakdidactische invalshoek als ‘verbreed mechanistisch’ worden getypeerd.

*opgaven*

Een derde aspect van de opvatting over de didactische aanpak toont zich in de keuze voor controlevragen en diagnostische vragen. Dit komt aan bod bij de vragen 14 en 15 van de vragenlijst. Het accent ligt hierbij sterk op de argumentatie voor de gemaakte keuze. Er is weer zoveel mogelijk gezocht naar probleempjes die niet direct in verband kunnen worden gebracht met de aanpakken van één van de twee methoden. Een voorbeeld:

15. Vindt u de volgende vragen geschikt om na te gaan hoe goed kinderen met getallen en begrippen kunnen redeneren?

- |                               |                                     |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Jan woont 3 km van school. | wel/niet geschikt, omdat/als: _____ |
| Lida woont 5 km van school.   | _____                               |
| Hoe ver wonen Jan en Lida     | _____                               |
| van elkaar?                   | _____                               |

De vragen hebben betrekking op een voor de leerkrachten relatief onbekend terrein. Voor dit soort vragen is gekozen, omdat juist in een nieuwe situatie een eigen standpunt moet worden ingenomen: accepteert men zo'n opgave met verschillende antwoordmogelijkheden, of verwerpt men deze, of vindt men het juist erg belangrijk dat de leerlingen zich de verschillende mogelijkheden in een reële situatie realiseren? Zulke eigen standpunten ten aanzien van aan inhouden gekoppelde aanpakken, bieden ook zicht op het vakspecifieke, maar methode-onafhankelijke denken van de leerkrachten. De vakdidactische opvattingvragen, met name die vragen die niet direct aan de aanpak in de methode zijn verbonden, doen uiteraard een beroep op de vakkennis van de leerkracht. Deze kennis wordt als voorwaarde verondersteld voor het vormen van een overwogen vakdidactische opvatting. Wanneer vakdidactisch begrip ontbreekt – hetgeen in de argumentatie van de leerkrachten tot uitdrukking kan komen – kan dit invloed hebben op de opvattingen van de leerkrachten. Bij de analyse van de antwoorden zal daar rekening mee worden gehouden.

*opvattingen over organisatie en differentiatie*

Tenslotte worden in de vragenlijst ook nog een aantal feitelijke gegevens opgevraagd. In de vragenlijst komen de aspecten van organisatie en differentiatie aan de orde in de vragen 16 tot en met 19. Met behulp van deze vragen kan mogelijk ook zichtbaar worden of er sprake is van een flexibel standpunt ten opzichte van organisatie en differentiatie of van een starre opvatting hierover.

Met het oog op de andere onderzoeksvragen wordt in vraag 20 en 21 van de vragenlijst gevraagd hoeveel tijd er per week aan rekenen-wiskunde wordt besteed.

De laatste vraag van de lijst, vraag 22, betreft het gebruik van additioneel materiaal en de argumenten om dat te gebruiken. Het is te verwachten dat zowel uit de aard van het gebruikte additionele materiaal, als uit de voor het gebruik aangevoerde argumenten bepaalde opvattingen van de leerkracht kunnen worden afgeleid. Denk aan een leerkracht met een mechanistische methode die veel realistisch, probleemgericht additioneel materiaal hanteert, en omgekeerd.

Behalve via de vragenlijst worden aan het eind van het jaar nog enkele gegevens verzameld via een afsluitend gesprek met de leerkrachten. Hierbij wordt onder andere nagegaan hoe lang de leerkracht de methode al gebruikt. In verband met het verloop

van het implementatieproces is het van belang te weten of er een relatie is tussen de opvattingen van de leerkrachten en de ervaring die men heeft met de methode. Tevens worden in dit gesprek gegevens verzameld over de begeleiding. Ook begeleiding kan immers invloed hebben op de opvattingen van de leerkrachten en een bepaald gebruik van de methode stimuleren.

## 2.4 kwantificering

Om de antwoorden op de vragenlijsten te kunnen kwantificeren is geëxperimenteerd met verschillende benaderingen. Zo is onder meer gebruik gemaakt van factoranalyse (zie Vermeulen en Gravemeijer, 1990). Om een goede relatie te kunnen leggen met de beide onderwijstheorieën is uiteindelijk echter gekozen voor een inhoudelijke groepering van de vragen. Op basis van inhoudelijke overwegingen en in het licht van de structuur van de antwoorden heeft er een hergroepering van vragen plaatsgevonden naar niveau van specificatie. De vragen met betrekking tot de differentiatie zijn daarbij weggelaten omdat deze weinig over de opvattingen van de leerkrachten aan het licht brachten.

De vragen zijn samengebracht in de volgende groepen:

- a opvattingen op het niveau van het vak als schoolvak;
- b opvattingen op het niveau van de vakdidactiek in algemene zin;
- c opvattingen op het niveau van leergangen;
- d opvattingen op het niveau van specifieke opgaven.

Vervolgens is nagegaan of – en in hoeverre – de opvattingen van de onderwijsgevenden zich op deze vier niveaus langs de dimensie ‘realistisch - mechanistisch’ laten onderbrengen.

Elke dimensie wordt door een aantal vragen in de vragenlijst bestreken. Ten behoeve van een waardetoekenning is bij elke vraag nagegaan welke antwoorden, en vooral ook welk soort argumenten model kunnen staan voor mechanistische respectievelijk realistische opvattingen.

Deze toedeling heeft in twee stappen plaats gevonden. Allereerst zijn antwoorden van de leerkrachten per vraag getypeerd als realistisch, mechanistisch of niet onderscheidend. Vervolgens is op basis hiervan de positie op de hoofdcategorieën bepaald.

Daar uit de analyse later het belang van de twee meest specifieke niveaus naar voren kwam is nog de categorie ‘opvattingen specifiek’ geconstrueerd, door het gemiddelde van de scores op de vragen op deze specifieke niveaus te berekenen. Hoewel de inhoudelijke betekenis van deze nieuwe categorie wat minder precies is heeft deze constructiewijze als voordeel dat zo een variabele ontstaat die beter discrimineert.

Op basis van zeventig vragenlijsten is de betrouwbaarheid van de vragenlijst nagegaan (zie fig. 10).

<b>betrouwbaarheid vragenlijst 'opvattingen'</b>	
	alpha's
totale vragenlijst	.80
onderdelen:	
vak	.12
vakdidactiek	.50
leergang	.69
opgave	.66
opvattingen specifiek	.80

figuur 10: betrouwbaarheid 'Vragenlijst opvattingen reken-wiskundeonderwijs'

We zien dat de betrouwbaarheid van de vragenlijst als geheel hoog is. Dit geldt tevens voor de samenhang tussen de antwoorden op de vragen in de categorie 'opvattingen specifiek'. Verder zijn de alpha's redelijk tot goed te noemen, met uitzondering van de vragen over het vak, die weinig samenhang vertonen.

## 3 de schriftelijke toetsen

### 3.1 inleiding

Om de reken-wiskundevaardigheden van de kinderen van groep 3 tot en met groep 5 te meten zijn in het kader van het MORE-project drie soorten toetsen (Van den Heuvel-Panhuizen en Gravemeijer, 1990a) ontwikkeld:

- klassikale algemene reken-wiskundetoetsen;
- klassikale automatiseringstoetsen;
- individuele mondelinge toetsen.

De klassikale toetsen zijn ontwikkeld om de prestaties van de kinderen te meten. De individuele toetsen, ook wel leerlinginterviews genoemd, zijn bedoeld om de toegepaste oplossingsstrategieën te achterhalen.

Uitgangspunt bij het meten van de prestaties van de kinderen was na te gaan in hoeverre de kinderen beschikken over een aantal reken-wiskundevaardigheden die algemeen aanvaard worden als doelstelling van het reken-wiskundeonderwijs in groep 3 tot en met 5 van de basisschool (Van den Heuvel-Panhuizen, 1991b). De toetsen hebben dus niet als doel om na te gaan of de specifieke doelstellingen van de methode NZR en WIG zijn bereikt.

### 3.2 ontwikkelprocedure

De ontwikkeling van de toetsen kan gekenschetst worden als een interactief proces van genereren, selecteren en bijstellen van toetsopgaven waarbij steeds de twee volgende vragen als richtlijn dienden:

- Wat zouden kinderen op een bepaald moment moeten kunnen, gezien het gangbare aanbod in de methoden in het algemeen en specifiek in NZR en WIG, gezien wat daar in De Proeve ... (Treffers en De Moor, 1990) over gezegd wordt en rekening houdend met mogelijke buitenschoolse ervaringen?
- Op welke manier kunnen deze vaardigheden worden getoetst, zodanig dat een goed en volledig inzicht wordt verschaft in wat de kinderen kunnen, verschillen tussen kinderen of groepen kinderen zichtbaar kunnen worden, de wijze van toetsing eerlijk is naar beide groepen, en leerkrachten de toetsen gemakkelijk zelf af kunnen nemen?

De bij de ontwikkeling van de toetsen gevolgde weg komt in het kort hierop neer. Begonnen werd met het maken van een grove gebiedsafbakening van de in de toets op te nemen leerstofonderdelen. Kennis over wat kinderen op een bepaald moment zo ongeveer zouden moeten weten en kunnen, aangevuld met gegevens die de methode-analyse had opgeleverd dienden hierbij als uitgangspunt. Bij een toets voor groep 3 hield dit bijvoorbeeld in dat er besloten werd dat de betreffende toets items moest bevatten over tellen en de telrij, items over het structureren van aantallen en het splitsen van getallen, items over het in contextvorm uitvoeren van bewerkingen met getallen en items over het maken van sommen.

De volgende stap was het bedenken van een groot aantal opgaven die in aanmerking zouden kunnen komen. Vaak werd hierbij de gemaakte gebiedsafbakening dan weer even uit het oog verloren. Er werd dus niet strikt gezocht naar operationalisering van de in eerste instantie onderscheiden leerstofonderdelen. In plaats daarvan werd veel meer gezocht naar geschikte, inspirerende opgaven. Opgaven waar kinderen iets mee zouden kunnen en die goed zouden kunnen laten zien waartoe kinderen in staat zijn.

Hoewel bij het bedenken van opgaven terdege rekening is gehouden met het leerstofaanbod in de twee methoden, zijn in de toetsen geen methodespecifieke opgaven opgenomen. Geprobeerd is toetsopgaven te bedenken die eerlijk zijn naar beide groepen leerlingen. Het streven was erop gericht dat er tussen de twee groepen leerlingen geen verschillen mochten zijn in procedurele voorkennis aangaande de opgaven. Zo ontbreken in de toetsen voor groep 3 bijvoorbeeld de 'bussommen' uit WIG en de 'splitssommen met gebroken lijnen' uit NZR. In plaats daarvan is zoveel mogelijk gezocht naar voor beide groepen toegankelijke opgaven: opgaven waarvan meteen duidelijk is wat de bedoeling is en die betrekking hebben op situaties waarin de kinderen zich gemakkelijk kunnen inleven. Ook voor de kale sommen geldt dat allerlei methodespecifieke notatievormen zoveel mogelijk zijn vermeden.

Wat de typen sommen betreft zijn in de toetsen doorgaans alleen die sommen opgenomen die in beide methoden aan de orde komen. Dit betekent niet dat de toetsen geen sommen kunnen bevatten waar de ene groep leerlingen meer op voorbereid is

dan de andere, maar wel dat de leerlingen in ieder geval niet met sommen worden geconfronteerd waarvoor een bepaalde procedurekennis nodig is om ze te kunnen maken. Zo zijn in de toetsen van groep 5 geen staartdelingen opgenomen (deze worden bij WIG pas in groep 6 behandeld), maar bevatten de toetsen van groep 3 zowel sommen waarbij het tiental wordt overschreden (NZR-stof) als sommen boven de twintig (WIG-stof).

Behalve dat naar toegankelijke opgaven is gezocht om een voor beide groepen eerlijke toetsing te krijgen, is dit ook nog om twee andere redenen gebeurd.

De eerste reden is dat het werken met toegankelijke toetsopgaven de mogelijkheid biedt de verschillen in ervaring tussen kinderen enigszins te overbruggen. Door de kinderen te confronteren met inleefbare alledaagse situaties in plaats van met opgaven die duidelijk verwijzen naar opgaven 'uit het boek' kan voorkomen worden dat de kinderen worden gefrustreerd door opgaven 'die ze nog niet gehad hebben'.

De andere hiermee samenhangende reden is dat dit soort opgaven bovendien mogelijkheden opent om iets van het ontwikkelingsproces van reken-wiskundevaardigheden zichtbaar te maken. Door de toegankelijke presentatie kunnen aan de kinderen opgaven worden gegeven die vooruitlopen op het programma. Met andere woorden, er kunnen opgaven worden gegeven 'die ze nog niet hebben gehad'. Het bijzondere hiervan is dat op deze manier de informele basis van een nog te leren vaardigheid blootgelegd kan worden: Een voorbeeld hiervan is een opgave waarbij twee kinderen hun lengte aan het vergelijken zijn. Het ene kind is 145 cm lang en het andere 138 cm. Gevraagd wordt naar het verschil. De toetsopgave wordt eind groep 4 afgenomen, terwijl op dat moment noch in NZR noch in WIG sommen boven de honderd met overschrijding van het tiental zijn behandeld.

Na de ronde van opdrachten bedenken, volgde weer een snoeironde waarbij vooral werd gekeken of er sprake was van een evenwichtige opbouw van de betreffende toets en van de serie toetsen in haar totaliteit: kwamen de verschillende leerstofonderdelen wel in voldoende mate aan bod, was er wel voldoende variatie in de soorten opgaven, boden de toetsen wel voldoende zicht op het ontwikkelingsverloop van de vaardigheden?

Nadat aldus de samenstelling van een toets grofweg was vastgesteld, werd vervolgens weer teruggegaan naar de toetsopgaven zelf om daar nog eens aan te sleutelen: wat kwam er nu precies op het toetsblad te staan en welke instructie moest daarbij worden gegeven? Ook hierbij stond de toegankelijkheid voorop. Voorkomen moest worden dat het meer zou gaan om het toetsen van begrijpend lezen dan om het toetsen van reken-wiskundevaardigheden. Een gevaar dat bij contextopgaven, waarbij een hele situatie moet worden geschetst, duidelijk aanwezig is. In plaats van met teksten te werken is daarom gekozen voor toetsopgaven met weinig tekst en met plaatjes die zoveel mogelijk voor zichzelf spreken. Bij deze plaatjes werd dan een korte

mondelijke instructie gegeven. Om ervoor te zorgen dat hierdoor niet een te groot beroep op het geheugen werd gedaan, is steeds de bij de toetsopgaven behorende getalsmatige informatie op het toetsblad vermeld.

De volgende stap was het maken van een proefversie van een toets. Deze proefversies werden uitgetoetst op twee scholen die niet tot de eigenlijke onderzoeksgroep behoorden. Bij de proefafnamen werd vooral gekeken of de instructie duidelijk was, of de leerlingen direct wisten wat de bedoeling was, of de toets niet te lang duurde, of de items uitnodigend genoeg waren, of ze niet te moeilijk waren en ook niet te gemakkelijk. Afhankelijk van de ervaringen bij de proefafnamen werden de proefversies weer bijgesteld.

Een probleem bij de interpretatie van de ervaringen bij de proefafnamen was wel, dat de proefafnamen acht tot zes weken voor de eigenlijke toetsafnamen moesten plaatsvinden. Omdat er geen ruimte was voor een afzonderlijk ontwikkeljaar moest de toetsontwikkeling bijna gelijk opgaan met de dataverzameling.

Behalve voor de bijstelling van de proefversies, zijn de ervaringen bij de proefafnamen ook gebruikt om de toetsinstructies voor de leerkrachten te maken.

De toetsontwikkeling binnen het MORE-onderzoek was noodzakelijk vanwege het ontbreken van adequate, klassikaal te gebruiken reken-wiskundetoetsen voor groep 3 tot en met groep 5 van de basisschool. Zo er al toetsen voor deze leeftijdsgroep voorhanden waren, waren ze of te beperkt doordat ze alleen bestonden uit kale sommen, of te zeer methodegebonden doordat ze als voortgangstoetsen bij een bepaalde methode dienden. De binnen het onderzoek van Van Galen e.a. (1985) ontwikkelde toets voor anderstalige leerlingen kon wel als voorbeeld dienen en is als zodanig ook gebruikt, maar deze toets bevatte slechts een beperkt aantal opgaven.

Om de reken-wiskundevaardigheden te kunnen meten moesten er dus nieuwe toetsen worden gemaakt. Dit ontwikkelwerk groeide echter uit tot meer dan het louter produceren van een nieuwe serie toetsen. Tegelijkertijd werd gezocht naar schriftelijke toetsvormen waarmee zoveel mogelijk informatie verkregen zou kunnen worden over rekenvaardigheid, inzicht en toepasbaarheid. Een analyse van de karakteristieken van de zo ontwikkelde toetsen, leidde tot een eerste aanzet voor theorie-ontwikkeling op het gebied van bij het realistische reken-wiskundeonderwijs passende toetsen (Van den Heuvel-Panhuizen, 1990b; zie ook Van den Heuvel-Panhuizen en Gravemeijer, 1990c).

In de twee volgende paragrafen wordt een overzicht gegeven van de inhoud van de ontwikkelde toetsen en wordt voor beide series toetsen aangegeven welke subvaardigheden zijn onderscheiden met het oog op de analyse. Bovendien worden enige psychometrische gegevens over de toetsen vermeld.

### 3.3 algemene reken-wiskundetoetsen

#### *inhoud*

De ontwikkelde klassikale algemene reken-wiskundetoetsen bevatten een breed arsenaal van reken-wiskundeopgaven. Ze bestaan zowel uit contextopgaven als uit kale sommen. Bij de contextopgaven is een onderscheid gemaakt in contextopgaven waarbij opgeteld of afgetrokken moet worden en contextopgaven waarbij vermenigvuldigd of gedeeld moet worden. Daarnaast is er nog een aparte categorie contextopgaven waarbij met verhoudingen gewerkt moet worden. Behalve deze meer rekenkundige opgaven zijn in de toetsen ook meetkundige opgaven opgenomen en opgaven met betrekking tot de telrij. Het overzicht in figuur 11 laat zien dat niet alle soorten opgaven in alle toetsen zijn te vinden. De opgaven volgen als het ware de lijn van het onderwijsprogramma. Zo komen opgaven waarmee de kennis van de relatiebegrippen en de symboolkennis wordt getoetst alleen voor in de begintoets en cijferopgaven alleen in de laatste toets van groep 5.

MORE-algemene reken-wiskundetoetsen	aantal items per toets												
	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	5.1	5.2	5.3	5.4	
inhoud													
1. relatiebegrippen	4												
2. getsymbolen	4												
3. telrij	8	6		7	7	5		3	3	2			
4. formulesommen optellen/afrekken		6	8	20	20	18		12	12	13			7
5. formulesommen vermenigvuldigen/delen								8	8	10			8
6. cijferen optellen/afrekken													4
7. contextopgaven optellen/afrekken	12	14	12	4	4	6		7	7	2			4
8. contextopgaven vermenigvuldigen/delen		1	2	1	1	6		3	3	10			7
9. contextopgaven verhoudingen			2	5	5	2		6	6	2			3
10. meetkunde		1		6	6			2	2	2			4
11. eigen produkties sommen			3			1		1	1	3			
totaal aantal items	28	28	27	43	43	38		42	42	44			37

figuur 11: inhoud toetsen

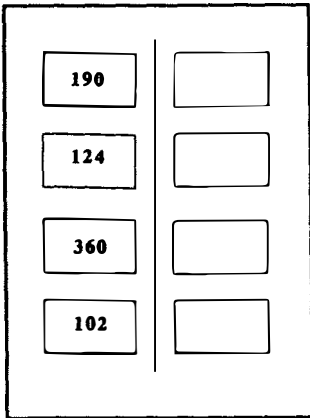
Niet zichtbaar in dit overzicht is dat binnen de categorieën formulesommen ook nog een indeling is gemaakt in typen sommen afhankelijk van de grootte van de getallen (optel- en aftrekformulesommen met getallen kleiner of gelijk dan twintig, tussen de twintig en honderd, en boven de honderd; een soortgelijke indeling is ook voor de vermenigvuldig- en deelsommen gemaakt). Deze fijnere indeling is alleen gebruikt bij de gedetailleerde analyse waarbij per leerjaar een specifiek element van het aanbod onder de loep wordt genomen.



bod onder de loep wordt genomen.

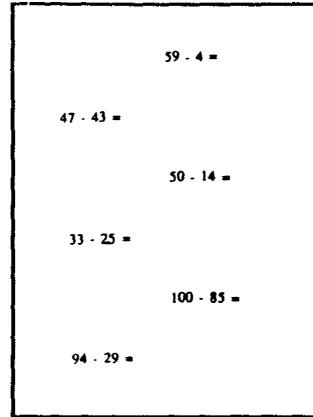
Om aan te geven met wat voor soort items de reken-wiskundevaardigheden zijn gemeten, hierbij enkele voorbeelden van toetsbladen. De voorbeelden komen uit de begintoets voor groep 5 en hebben respectievelijk betrekking op de categorieën telrij (fig. 12), formulesommen optellen/afrekken (fig. 13), contextopgaven optellen/afrekken (fig. 14 en 15), contextopgaven verhoudingen (fig. 16) en meetkunde (fig. 17). Boven elk toetsblad staat in trefwoorden de bijbehorende instructie of vraag vermeld. De toetsbladen zijn verkleind weergegeven. De werkelijke grootte is 12 bij 17 cm.

*leg de lootjes in volgorde*



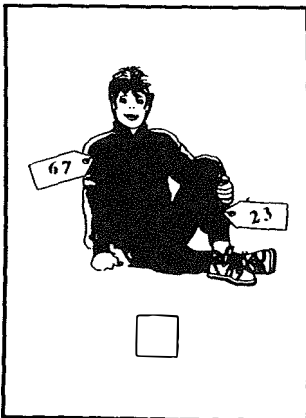
figuur 12

*maak deze sommen*



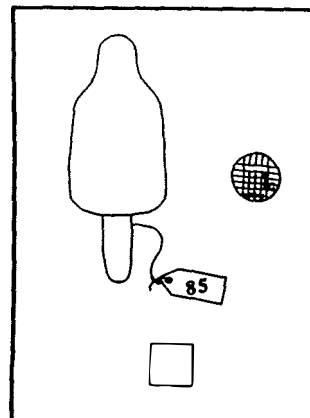
figuur 13

*wat kost het trainingspak?*



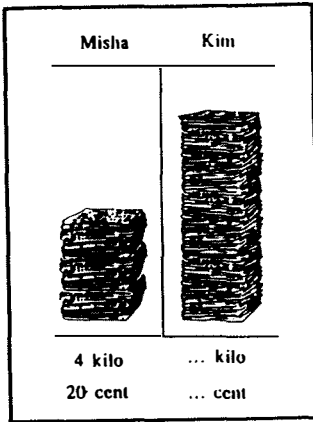
figuur 14

*hoeveel cent terug?*



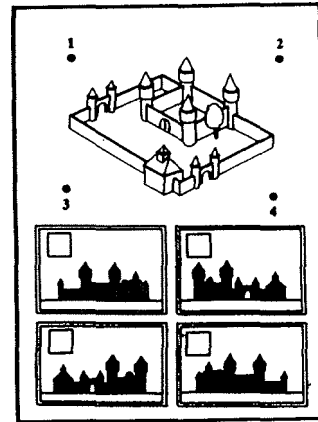
figuur 15

hoeveel weegt de grote stapel?



figuur 16

waar stond de fotograaf?



figuur 17

### subvaardigheden

Omdat de effectvraag behalve op een algemene vergelijking van de reken-wiskunde-prestaties vooral ook gericht is op de vaardigheden die hieraan ten grondslag liggen, zijn vijf subvaardigheden onderscheiden: telrij, formulesommen, contextopgaven, verhoudingen, meetkunde. De subvaardigheden zijn zo gekozen dat ze tezamen het programma voor groep 3 tot en met 5 bestrijken en dat bovendien de beide methoden zich kunnen profileren. Geprobeerd is te anticiperen op eventueel te vinden verschillen gezien het leerstofaanbod in de beide methoden. Met andere woorden, er is gezorgd voor ruime aandacht voor rekenen zowel in formulevorm als in contextvorm, maar ook de meer wiskundige onderdelen ontbreken niet. De indeling in subvaardigheden komt in grote lijnen overeen met de eerder onderscheiden categorieën van opgaven (zie fig. 11). De subvaardigheid 'telrij' bevat alle telrijopgaven. Hetzelfde geldt voor de subvaardigheid 'meetkunde'. De subvaardigheid 'formulesommen' bevat alle formulesommen inclusief de cijferopgaven. De subvaardigheid 'contextopgaven' bevat alle contextopgaven inclusief de verhoudingsopgave. Vanwege de meer wiskundige invalshoek vormen deze verhoudingsopgaven ook nog een aparte subvaardigheid 'verhoudingen'.

In figuur 18 is voor elke subvaardigheid aangegeven hoeveel items per toets ertoe behoren. De toewijzing van toetsopgaven tot een bepaalde subvaardigheid heeft op inhoudelijke gronden plaatsgevonden. Als empirische controle achteraf is per toets voor elke subscore de alpha berekend. Dit is ook gedaan voor de toetsen in hun geheel.

MORE-algemene reken-wiskundetoetsen												
	aantal items											
subvaardigheden	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	5.1	5.2	5.3	5.4
telrij	8	6		7	7	5		3	3	2		
formulesommen		6	8	20	20	18		20	20	23		19
contextopgaven	12	15	16	10	10	14		16	16	14		14
verhoudingen			2	5	5	2		6	6	2		3
meetkunde		1		6	6			2	2	2		4
totale toets	28	28	27	43	43	38		42	42	44		37
	alpha's											
subvaardigheden	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	5.1	5.2	5.3	5.4
telrij	.67	.66		.74	.73	.64		.58	.46	.21		
formule sommen		.79	.86	.87	.87	.85		.88	.88	.87		.83
contextopgaven	.89	.83	.79	.63	.63	.76		.80	.79	.73		.75
verhoudingen			.05	.45	.47	.31		.62	.58	.06		.39
meetkunde		---		.44	.53			.20	.10	-		.35
										.20		
totale toets	.88	.89	.85	.89	.90	.90		.91	.90	.89		.88

figuur 18: subvaardigheden

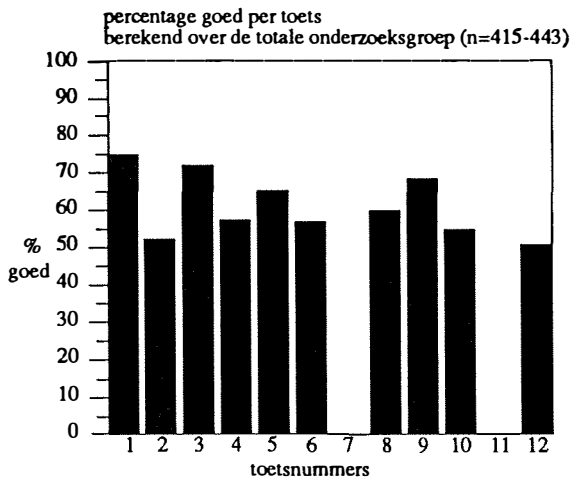
**psychometrische gegevens**

Zoals figuur 18 laat zien is de interne homogeniteit van de toetsen zeer hoog. De alfa-waarden van de totaalscores liggen tussen 0.85 en 0.91. Ook geldt voor de meeste subscores dat er sprake is van een redelijk hoge homogeniteit. Een uitzondering hierop vormen de subscores verhoudingen en meetkunde, waarvoor sommige toetsen slechts een paar items bevatten.

Behalve naar de betrouwbaarheid is bij elke toets ook naar de scoreverdeling, de minimum- en maximumscore, de gemiddelde score en de spreiding gekeken (zie bijlage 3). De resultaten hiervan zijn bevredigend. De scoreverdelingen zijn meestal redelijk normaal verdeeld en uitgezonderd de begintoets zijn er geen toetsen waarbij sprake is van een duidelijk plafond- of bodemeffect (zie bijlage 3).

Zoals te verwachten was zijn er verschillen in moeilijkheidsgraad tussen de toetsen. Na de eerste drie toetsen is het niveau echter redelijk constant, tenminste wanneer we in aanmerking nemen dat toets 5 en toets 9 herhalingstoetsen zijn (zie fig. 19 waarin van elke toets het percentage goede antwoorden – berekend over alle leerlin-

gen – is weergegeven). De toetsnummers verwijzen naar de achtereenvolgens afgenomen algemene reken-wiskundetoetsen; de toetsnummers 7 en 11 hebben betrekking op de automatiseringstoetsen).



figuur 19

### 3.4 automatiseringstoetsen

Voor de meting van de mate van automatisering van de basisvaardigheden zijn twee automatiseringstoetsen ontwikkeld. Eén voor groep 4 en één voor groep 5. Beide toetsen zijn afgenomen in februari van het betreffende leerjaar. Met de toetsen zijn gegevens verzameld over het beheersingsniveau van de optellingen en aftrekkingen tot tien en tot twintig en de vermenigvuldig- en deeltafels.

Bij de ontwikkeling van de automatiseringstoets is uitgegaan van een ruime definitie van automatisering. Een optelling, aftrekking, vermenigvuldiging of deling is geautomatiseerd als de uitkomst hiervan òf direct bekend is, òf via een enkele tussenstap heel snel wordt berekend. Een voorbeeld van dit laatste is als de uitkomst van  $6 + 7$  via  $12$  en  $1$  is  $13$  wordt achterhaald. In het eerste geval is daarentegen eigenlijk sprake van zuiver memoriseerde kennis. Met schriftelijke toetsen is het echter niet goed mogelijk om tussen de beide vormen een onderscheid te maken. Het 'uitrekenen' gaat soms zo snel, dat het niet van memoriseerde kennis onderscheiden kan worden. Didactisch gezien is het verschil tussen automatiseren en memoriseren wel essentieel, vandaar dat bij de mondelinge toetsen expliciet aandacht besteed wordt aan de oplossingsstrategieën.

De enige manier om via een klassikale, door de leerkracht af te nemen toets het beheersingsniveau van de basisvaardigheden vast te stellen, is het zodanig beperken van de oplossingstijd, dat het voor de kinderen bijna onmogelijk is om een opgave uitgebreid uit te rekenen of uit te tellen.

Bij de ontwikkeling van de toetsen is gebruik gemaakt van de Kwantiwijzer Instap-toetsen (Lit, 1988). Deze toetsen bevatten optel- en aftreksommen tot tien en tot twintig en zijn bedoeld om te bepalen welke kinderen de betreffende sommen nog niet beheersen en voor nader individueel onderzoek in aanmerking komen.

De definitieve versie van de MORE-automatiseringstoetsen zijn tot stand gekomen nadat eerst twee proefversies zijn uitgeprobeerd op twee scholen die geen deel uitmaken van de onderzoeksgroep. Via deze proefafnamen zijn gegevens verzameld over de organisatie van de toetsafname, de volgorde van de rijen en de moeilijkheidsgraad en de tijdslimiet per rij. Op grond hiervan is de definitieve versie samengesteld en is de bijbehorende toetsinstructie geschreven.

MORE-automatiseringstoetsen soorten opgaven	aantal items	
	toets 4.3	toets 5.3
1. optellen startrij	10	10
2. optellen tot 10	10	10
3. optellen tot 20, met overspringing tiental	10	10
4. optellen tot 20, dubbelen + 'opvullers'	10	
4a. optellen tot 20, dubbelen	4	
5. aftrekken startrij	10	10
6. aftrekken tot 10	10	10
7. aftrekken tot 20, met overspringing tiental	10	10
8. aftrekken tot 20, dubbelen + 'opvullers'	10	
8a. aftrekken tot 20, dubbelen	4	
9. vermenigvuldigen, tafels $\leq 5$ (produkt $\leq 30$ )		10
10. vermenigvuldigen, tafels $> 5$ (produkt $> 30$ )		10
11. delen, tafels $\leq 5$ (deeltal $\leq 30$ )		10
12. delen, tafels $> 5$ (deeltal $> 30$ )		10
totale toets	88	100
toets zonder startrijen	60	80
toets zonder opvullers	68	
toets zonder startrijen/opvullers	48	

figuur 20

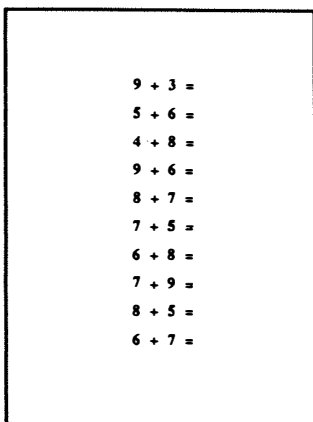
In figuur 20 is aangegeven welke soorten opgaven in de twee toetsen zijn opgenomen. De toets voor groep 4 omvat optel- en aftreksommen tot tien en tot twintig, en de toets voor groep 5 bevat daarnaast ook nog vermenigvuldig- en deeltafels. De sommen staan in rijen van tien sommen. De toets voor groep 4 bestaat uit acht rijen

en de toets voor groep 5 uit tien rijen. Omdat voor de categorie dubbel tot twintig ( $7 + 7$ ) het aantal van tien sommen niet haalbaar is, zijn deze rijtjes aangevuld met zogenoemde opvullers. Dit zijn opgaven als  $10 + 5$ , waarbij het antwoord als het ware direct uit de gepresenteerde som kan worden afgelezen. Het zijn opgaven die slechts om een minimale inzet van gememoriseerde of geautomatiseerde kennis vragen. Dit soort opgaven is ook opgenomen in de startrijtjes.

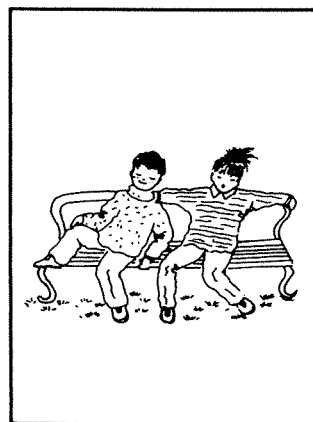
De tijd die kinderen voor een rij krijgen is dertig seconden. Alleen voor de startrijtjes is een kortere tijd genomen: twintig seconden. Dit is gedaan om de kinderen in te stellen op het hoge tempo dat nodig is om de sommen te maken.

Bij de toets voor groep 5 heeft naast de afname met tijdslimiet ook nog een afname zonder tijdslimiet plaatsgevonden. Deze volgde op de afname met tijdslimiet. De kinderen mochten na afloop hiervan de toets met een andere kleur pen afmaken. Fouten verbeteren mocht ook. De bedoeling van deze tweede ronde was na te gaan in hoeverre de kinderen in staat waren de sommen foutloos te maken als er geen sprake was van een beperkte tijd.

De opzet van de toetsboekjes is zo dat alleen de rechter bladzijden zijn bedrukt. In navolging van Kwantiwijzer is op deze bladzijden afwisselend een rijtje met sommen (fig. 21) en een rustbankje (fig. 22) afgebeeld. Dit rustbankje speelt een belangrijke rol in de organisatie van de afname. Omdat de kinderen voor elk rijtje maar een zeer beperkte tijd krijgen, is het van groot belang dat alle kinderen precies op hetzelfde tijdstip starten en stoppen. De ervaring heeft uitgewezen dat het commando stop en ga maar op het rustbankje zitten hierbij uitstekend werkt. De kinderen slaan nadat ze aan het rijtje hebben gewerkt met graagte de bladzijde om en nemen vervolgens ook letterlijk een uitrusthouding aan. Terwijl de kinderen zitten uit te rusten kan de leerkracht dan het volgende rijtje inleiden. En aan het eind daarvan zit iedereen weer op het puntje van de bank, startklaar voor het volgende rijtje.



figuur 21



figuur 22

Ondanks het feit dat er uitgebreid gerust werd op het bankje waren er bij de proefafname ook kinderen die zich door het papier van het rustbankje heen al aan het voorbereiden waren op de volgende bladzijden. Om deze mogelijkheid uit te sluiten is daarom in de definitieve versie gekleurd papier gebruikt.

*subvaardigheden*

In figuur 23 is aangegeven welke subvaardigheden met betrekking tot de automatisering zijn onderscheiden. In grote lijnen is hier weer een bundeling gemaakt van de verschillende soorten opgaven die in de toetsen zijn opgenomen, met dien verstande dat de startrijtjes en de opvullers zijn weggelaten. De subvaardigheden optellen en aftrekken tot twintig bevatten alleen sommen waarbij het tiental wordt overschreden.

MORE-automatiseringstoetsen				
subvaardigheden automatisering	aantal items		alpha's	
	toets 4.3	toets 5.3	toets 4.3	toets 5.3
optellen tot 10	10	10	.99	.88 (.83)
optellen tot 20	14	10	.82	.82 (.70)
aftrekken tot 10	10	10	.93	.86 (.77)
aftrekken tot 20	14	10	.85	.86 (.80)
vermenigvuldigtafels		20		.90 (.86)
deeltafels		20		.93 (.90)
totale toets zonder startrijen/opvullers	48	80	.96	.96 (.94)

figuur 23

*psychometrische gegevens*

Eveneens in figuur 23 is voor elke subvaardigheid de alpha-waarde vermeld. Zowel voor de toets in zijn geheel als voor de verschillende subvaardigheden is sprake van een hoge interne homogeniteit. De alpha-waarden van de totaalscores liggen op 0.96. En die van de subscores lopen van 0.82 tot 0.99. De tussen haakjes vermelde alpha-waarden bij de toets voor groep 5 zijn de alpha-waarden voor de afname zonder tijdslimiet. Deze liggen allemaal lager dan die waarbij wel sprake was van een tijdslimiet.

Verder is nagegaan hoe de scoreverdelingen eruit zien, wat de minimum- en maximumscores zijn, en wat de gemiddelde score en de spreiding zijn bij beide toetsen (zie bijlage 4). De totaalscores op de automatiseringstoets voor groep 4 zijn redelijk normaal verdeeld. Dit is niet het geval bij de automatiseringstoets voor groep 5. Hier is duidelijk sprake van een plafondeffect. In totaal hadden 25 kinderen alles goed, 9% van de NZR-leerlingen en 4% van de WIG-leerlingen.

## 4 mondelinge toetsen

### 4.1 inleiding

Naast de schriftelijke toetsen zijn ook individueel mondeling af te nemen toetsen ontwikkeld om zicht te krijgen op de door de leerlingen gehanteerde oplossingsstrategieën. De individuele interviews met kinderen moeten laten zien of een kind in staat is om een rekenopdracht op te lossen en moeten vooral informatie geven over de wijze waarop het antwoord tot stand komt. Daar deze toetsen zich richten op het vergelijken van strategiegebruik van leerlingen was standaardisering noodzakelijk. Deze standaardisering is opgenomen in een zogenaemde ‘interview-instructie’.

### 4.2 instrument

Het voor de interviews ontwikkelde instrument (Van den Heuvel-Panhuizen en Gravemeijer, 1990b) bestaat per interview steeds uit de volgende onderdelen:

- interviewinstructie;
- een set werkbladen per leerling;
- protocolformulier;
- toelichting op het protocolformulier.

De constructie van het interviewinstrument is uitgebreid besproken in Gravemeijer en Van den Heuvel-Panhuizen (red.) e.a. (1990). Hier volstaan we met een korte typering.

Het instrument bestaat in totaal uit acht individueel af te nemen mondelinge rekenwiskunde-toetsen (Interview 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, Interview 4.2, 4.4, Interview 5.2, 5.4). De interviews corresponderen met de bijbehorende klassikale algemene reken-wiskundetoetsen en bevatten grotendeels dezelfde opgaven als de toetsen. De afname van de interviews vindt plaats na de afname van de toetsen. Ze zijn bedoeld om de door de leerlingen toegepaste oplossingsstrategieën te achterhalen. Doordat bepaalde opgaven steeds terugkomen in verschillende interviews kan bovendien zicht worden verkregen op de ontwikkeling van oplossingsstrategieën.

Bij ieder item wordt begonnen met het stellen van een kernvraag. Vervolgens observeert de interviewer nauwkeurig het gedrag van het kind. Vaak is echter niet direct te observeren wat een kind doet, omdat het de opdracht uit het hoofd uitrekt. Als dit het geval is wordt de volgende vraag gesteld: ‘Wat ben je aan het doen? Doe het maar hardop, dan kan ik horen hoe je het doet’. Is een kind niet in staat hardop te denken of is niet duidelijk geworden op welke manier het tot een antwoord is gekomen, dan wordt achteraf de volgende vraag gesteld: ‘Hoe ben je daar achter gekomen?’ of ‘Doe het nog eens, maar dan hardop’. Afhankelijk van het feit of duidelijk is wat het kind heeft gedaan wordt doorggevraagd. De door de interviewer te stellen kernvragen en de bijbehorende wijze van doorvragen staan beschreven in de interview-instructie.



Het protocolformulier bevat de kernvragen uit het interview met de vooraf onderscheiden mogelijke oplossingsstrategieën. Op deze manier kan de interviewer tijdens het interview het gegeven antwoord en de toegepaste strategieën gemakkelijk noteren. De geobserveerde strategie hoeft alleen maar omcirkeld te worden. Daarnaast is er ruimte voor opmerkingen, voor het geval een kind een strategie toepast die niet in één van de onderscheiden categorieën is onder te brengen. In de toelichting op het protocolformulier staat per categorie aangegeven wat ermee bedoeld wordt.

Behalve de oplossingsstrategie is ook het oplossingsgedrag onderscheiden. Hierbij gaat het niet om de rekenkundige aanpak van een probleem, maar of het kind bij het oplossen ervan op zijn vingers rekent, gebruik maakt van (ander) materiaal, of dat het uit het hoofd rekent.

Bij de ontwikkeling van het instrument is gebruik gemaakt van het Kwantiwijzer instrumentarium (Van den Berg en Van Eerde, 1983 en 1985) en van andere publicaties over de toepassing van interviewtechnieken bij het meten van reken-wiskundevaardigheden en -strategieën (Lankford, 1974; Scheer, 1980; Rudnitsky, Drickamer en Handy, 1981; Labinowicz, 1985 en 1987). Bij het samenstellen van categorieën voor de oplossingsstrategieën is bovendien gebruik gemaakt van het onderzoek van Groenewegen en Gravemeijer (1988).

In de formule-opgaven uit het interview eind groep 5, is direct aan de kinderen gevraagd hardop te zeggen wat ze aan het doen waren, zodat de gedachtengang van een kind direct waarneembaar was. Bovendien mocht een kladblaadje gebruikt worden. Hiervoor is gekozen, omdat in de bijbehorende klassikale toets ook expliciet is gevraagd om op het kladblaadje op te schrijven hoe het sommetje is uitgerekend.

### 4.3 interviewsituatie

Gedurende drie jaar, vanaf groep 3 tot en met groep 5, zijn steeds dezelfde leerlingen gevolgd. In groep 3 is vier keer een interview afgenomen, in groep 4 en groep 5 twee keer. Leerlingen werden één voor één uit de klas gehaald en geïnterviewd.

Om zoveel mogelijk te kunnen zeggen over het echte rekenniveau van een kind, is het van groot belang dat een situatie gecreëerd wordt waarin het kind zich op zijn gemak voelt en niet bang is om fouten te maken. Vanaf het begin is steeds benadrukt dat het de interviewer gaat om de manier waarop het kind tot zijn oplossing komt en niet om de uitkomst. Het kind kreeg dus nooit feedback in de zin van goed-fout informatie. Aanvankelijk vroegen kinderen zelf nogal eens of een antwoord goed was. De interviewer gaf hierop steeds uitleg over de bedoeling van het interview. In de loop van het onderzoek vroegen kinderen nooit meer om feedback. Vaak was het zelfs zo dat kinderen al begonnen uit te leggen hoe ze een probleem hadden aangepakt, zonder dat hiernaar gevraagd was.

Als de interviewer constateerde dat een leerling erg veel moeite had met een bepaal-

de opgave, werd met de betreffende opdracht gestopt en overgegaan op een ander onderwerp. Hiervoor is gekozen om te voorkomen dat het kind gefrustreerd zou raken. Wel is elk kind steeds zoveel mogelijk gestimuleerd om aan een opgave te beginnen. Er ontstonden hierdoor situaties waarin kinderen in eerste instantie zeiden dat ze een opgave niet op konden lossen, terwijl ze met een kleine stimulans van de interviewer wel degelijk in staat bleken de betreffende opdracht op te lossen, zij het op laag niveau (bijvoorbeeld één voor één tellend).

Behalve de oplossingsstrategie is ook het oplossingsgedrag onderscheiden. Het maakt immers nogal wat uit of een kind op zijn vingers rekent, met materiaal, of uit het hoofd. In het eerste interview waren er veel kinderen die 'stiekem' op de vingers rekenden. Als de interviewer dit opmerkte en een vraag stelde in de trant van 'Zag ik je nu je vingers gebruiken? Ik ben wel benieuwd hoe je dat doet, zou je mij dat eens voor kunnen doen?', was het kind hier altijd toe bereid.

Al het voorgaande leidde tot een prettige sfeer waarin kinderen graag bereid waren om te laten zien wat ze konden.

#### **4.4 betrouwbaarheid en validiteit**

Er zijn geen kwantitatieve gegevens beschikbaar betreffende de betrouwbaarheid van de ontwikkelde interviews. Wel is een aantal maatregelen getroffen om de betrouwbaarheid enigszins te waarborgen. Om de afnamen van de interviews zo gestandaardiseerd mogelijk te laten verlopen is bij elk interview een interview-instructie en een protocolformulier gemaakt. Verder zijn om de interpretatie van strategieën zo eenduidig mogelijk te maken, in de toelichting bij het protocolformulier de strategieën nader omschreven en zijn deze toegelicht met voorbeelden. De mogelijke strategieën zijn vooraf steeds doorgesproken. Onverwachte of moeilijk te plaatsen strategieën zijn uitgebreid geprotocolleerd en achteraf doorgesproken en gescoord.

Ook over de validiteit zijn geen kwantitatieve gegevens beschikbaar. De toegepaste interviewtechniek (eerst observeren en pas doorvragen als het observeren geen duidelijkheid oplevert over de strategie) biedt echter wel een zekere garantie dat de verkregen informatie inderdaad betrekking heeft op de manier waarop het kind doorgaans te werk gaat bij het oplossen van de betreffende opgaven.

## **5 overige onderzoeksinstrumenten**

### **5.1 observatie-instrument (taakgerichtheid)**

Met dit observatie-instrument kan worden nagegaan hoe taakgericht er in de lessen wordt gewerkt. De lijst van verbale interactie categorieën die de kern vormt van dit instrument bevat een groot aantal verschillende soorten van verbaal gedrag dat in de klas kan plaatsvinden. Geobserveerd wordt of er iemand aan het woord is en als dat

zo is wie er aan het woord is, van wie het initiatief hiertoe is uitgegaan en wat de aard is van de verbale actie. Dit laatste kan onder andere zijn het houden van een monoloog, het stellen van een vraag, het geven van een antwoord of het belonen of kritiek geven. Zowel voor de momenten van stilte als voor de momenten waarop gesproken wordt geldt, dat er een onderscheid wordt gemaakt in taakgerichte en niet-taakgerichte momenten. We spreken van taakgerichte momenten wanneer de activiteit gericht is op het leren rekenen. Deze activiteiten worden onderscheiden van niet-taakgerichte activiteiten zoals activiteiten die betrekking hebben op onderwijsvoorbereiding, organisatie en orde. Doordat de observatie van het gedrag betrekking heeft op een kleine tijdseenheid, kunnen actie-reactie ketens zichtbaar worden gemaakt, waarmee iets gezegd kan worden over de mate en het patroon van interactie.

Bij de observaties wordt gebruik gemaakt van een draagbare computer. Iedere tien seconden toetst de observator door middel van een cijfercode in welke situatie zich op dat moment voordoet.

Bij de ontwikkeling van het observatie-instrument zijn twee andere instrumenten als voorbeeld genomen: het observatie-schema volgens Cooper en Good (in Veenman en Zelissen, 1975) en het systeem voor interactie-analyse van Amidon en Flanders (1963).

Om de betrouwbaarheid van het instrument vast te stellen hebben twee tweetallen observatoren een op videoband opgenomen rekenles met het ontwikkelde instrument geobserveerd. De interbeoordelaarsbetrouwbaarheid (gemeten met Kappa) bedroeg voor de twee observatorparen respectievelijk .84 en .79.

## 5.2 Raven standard progressive matrices

De Raven is een non-verbale meting van de algemene intelligentie (Raven, Court en Raven, 1977 en 1978). Deze test bestaat uit plaatjes van abstracte figuren, waaruit een stukje is weggelaten. De leerlingen moeten uit een serie gegeven alternatieven het ontbrekende stukje kiezen.

De Raven bestaat uit vijf onderdelen, A tot en met E. Elk onderdeel begint met een item dat zoveel mogelijk voor zichzelf spreekt, waarna de andere problemen volgen met een oplopende moeilijkheidsgraad. De test is te typeren als relatief cultuurvrij. De Raven is klassikaal afneembaar en de relatie met name met de performale aspecten van andere intelligentietesten is vrij hoog (varieert van .54 tot .86).

De correlaties van de Raven met schoolprestaties zijn over het algemeen niet erg hoog. Algemeen wordt echter verondersteld dat de Raven een valide middel is om iemands vermogen tot helder denken en accuraat intellectueel werken vast te stellen. Als referentietest bij onderzoek kan hij goed dienst doen.

De Raven heeft een hoge betrouwbaarheid. Als het gaat om jonge kinderen is deze iets lager. Om de totale intelligentie vast te stellen moet de test, zeker met betrekking tot jonge kinderen, met enig voorbehoud worden geïnterpreteerd. De test kan wel

goed dienen als indicatie van de plaats van een kind in een groep met betrekking tot bepaalde intellectuele capaciteiten.

Uit de proefafnamen (op twee proefscholen die niet aan het eigenlijke onderzoek deelnamen) bleek dat de klassikale afname geen grote problemen opleverde. Wel hadden de leerlingen enige moeite met de juiste notatie van het antwoord. De leerlingen vulden niet altijd het cijfer in het goede vakje in, hetgeen aanleiding gaf tot verwarring of verkeerde interpretatie van de antwoorden bij de analyse. Om verwarring te voorkomen is in groep 3 het plaatje van het item verkleind weergegeven op het antwoordformulier. Bovendien werd duidelijk uitgelegd hoe de toets is opgebouwd. Tijdens het werken werd nagegaan of de leerlingen het goede antwoord in het corresponderende antwoordhokje invulden. De proefleider liep hiervoor rond en gaf zonodig aanwijzingen. Dit laatste is ook in groep 5 gedaan.

Beide keren is niet de volledige test afgenomen. In groep 3 zijn alleen de delen A en B afgenomen en in groep 5 de delen A tot met D.

Tabel 7 bevat informatie over de bij de twee afnamen gevonden betrouwbaarheid. De berekende alpha-waarden laten zien dat de interne homogeniteit van de test bij de afname in groep 5 zeer hoog is. In groep 3 is de alpha-waarde lager, maar hier heeft de berekening niet op item-niveau plaatsgevonden. De interne homogeniteit heeft hier betrekking op de twee delen van de test.

tabel 7

RAVEN							alpha
		n max score	n min score	gem score	stand dev	n totaal	
jan groep 3	A en B (24)	2	0	15	4	426	.64 (A en B)
mrt/apr groep 5	A t/m D (48)	0	0	33	8	415	.91 (A1 t/m D12)

---

## Hoofdstuk 3

# METHODE, OPVATTINGEN EN AARD VAN HET ONDERWIJS

## 1 Inleiding

De beschrijving van de onderzoeksresultaten verdelen we in een beschrijving van de samenhang tussen methode, opvattingen en de aard van het onderwijs, en een beschrijving van de samenhang tussen methode-inhoud, aard van het onderwijs en leerresultaten. In dit hoofdstuk nemen we het eerste deelgebied in ogenschouw.

### *methoden*

De in het onderzoek betrokken methoden spelen verschillende rollen in de twee deelonderzoeken. In het eerste deel worden WIG en NZR primair opgevat als representanten van de twee onderwijstheorieën. In het tweede deel staat de inhoud, de leerstofstructuur, van de methode centraal. Daarom presenteren we de uitkomsten van de inhoudsanalyse die heeft plaatsgevonden pas in het volgende hoofdstuk. Hier volstaan we met een globale typering.

Het dissertatie-onderzoek van De Jong (1986) heeft uitgewezen dat NZR en WIG, te classificeren zijn als een mechanistische en een realistische methode.

Kenmerkend voor een mechanistische methode is, dat er wordt uitgegaan van traditioneel bepaalde leerstof en dat het formele kale rekenen wordt benadrukt. Het inslijpen van basisvaardigheden, procedures en regels staat hierbij centraal en aan de toepasbaarheid van het geleerde wordt nauwelijks aandacht besteed. De methoden sturen aan op een onderwijs waarbinnen de kinderen veelal individueel bezig zijn met het maken van sommen.

Het kenmerkende van de realistische methoden daarentegen is, dat zowel voor de begripsvorming als bij het toepassen gebruik wordt gemaakt van zinvolle contexten. Door het gebruik van modellen wordt geprobeerd de kinderen tot een hoger niveau van begrip te brengen. Het onderwijs sluit zoveel mogelijk aan bij de informele kennis van leerlingen en eigen constructies en eigen producties worden uitgelokt. Er is veel ruimte voor samenwerking en overleg. Vergeleken met de mechanistische methoden is het leerstofaanbod ruimer. Het bevat behalve rekenen ook meer wiskundige onderdelen. Bovendien wordt de samenhang tussen de verschillende leerstofonderdelen erg belangrijk gevonden.

Vooraf zijn ten aanzien van de twee methoden echter ook een tweetal overeenkomsten te melden, die de methoden in zekere zin op één lijn plaatsen.

De eerste overeenkomst heeft betrekking op de omvang van de handleiding. Bij beide methoden is sprake van een summier algemene inleiding en per taak een korte toelichting over de te behandelen leerstof. Bij de methode WIG wordt dit weliswaar aangevuld door per blok nog enige achtergrondinformatie te verschaffen door het verstrekken van 'Gebruikersbulletins' en (vanaf 1989) van 'Tip-boekjes', maar alles bij elkaar ontlopen de twee methoden elkaar in dit opzicht niet veel. De omvang van de handleidingen verschilt in ieder geval sterk van die van de recente realistische reken-wiskundemethoden 'Rekenen & Wiskunde' en 'Rekenwerk'.

Een ander punt van overeenkomst tussen de beide methoden is, dat zowel WIG als de vernieuwde versie van NZR rond dezelfde tijd zijn uitgekomen. WIG dateert van 1981 en de vernieuwde versie van NZR van 1978.

### *onderzoekresultaten*

In de volgende paragrafen beschrijven we eerst de samenhang tussen de methode en de aard van het onderwijs, en de samenhang tussen de methoden en de opvattingen van de onderwijsgeevenden. Pas daarna beschouwen we de meer gecompliceerde samenhang tussen methode, opvattingen en aard van het onderwijs. In het laatste deel van dit hoofdstuk gaan we tenslotte in op de ontwikkeling in opvattingen en methodegebruik.

## **2 de aard van het onderwijs**

### **2.1 kwantitatieve analyse**

De vraag naar het voorkomen van realistische en mechanistische kenmerken in het onderwijs is op twee manieren onderzocht. Door middel van een kwantitatieve analyse van de lesprotocollen is vastgesteld in welke mate de in het analyse-instrument onderscheiden kenmerken in de lessen van NZR- en WIG-gebruikers aangetroffen worden. Daarnaast zijn de lesprotocollen kwalitatief geanalyseerd. Hieruit zullen we met name de lessen naar voren halen van twee WIG-gebruikers die sterk verschillen in de score op de protocolbeoordelingen.

Om de aard van het onderwijs vast te stellen zijn van elke leerkracht drie lesprotocollen door drie à vier vakdidactisch deskundigen beoordeeld. De kern van het analyse-instrument voor de beoordeling van de lesprotocollen wordt gevormd door een schaal met mechanistische en een schaal met realistische kenmerken.

De mechanistische schaal bevat de volgende kenmerken:

- stap-voor-stap-opbouw;
- eerst kale sommen/toepassingen achteraf;
- instrumentele sturing;
- vaste onderwijsaanpak;
- extrinsieke motivatie;

en een algemeen oordeel over:

- het mechanistische gehalte van de les.

De realistische schaal bevat de volgende kenmerken:

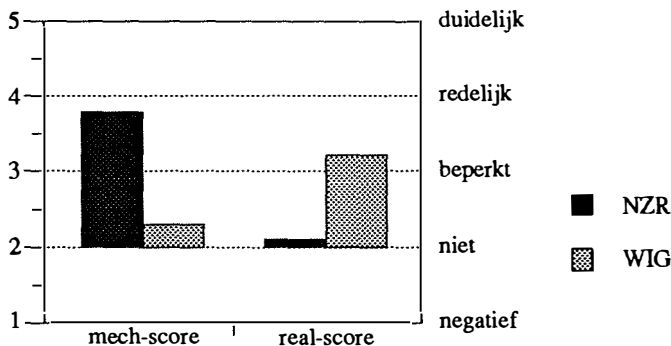
- realistisch contextgebruik;
- modellen;
- eigen constructies/producties;
- interactief onderwijs;
- samenhang;

en een algemeen oordeel over:

- het realistische gehalte van de les.

De vraag naar de mate van realisatie van de twee onderwijstheorieën per methode kan direct in algemene zin beantwoord worden door uit te gaan van de samengestelde scores. Voor beide schalen is een samengestelde score bepaald door het gemiddelde over de zes categorieën te nemen. Deze samengestelde scores zullen we in het vervolg de mech- en de real-score noemen. Wanneer we het gemiddelde op deze scores over de drie leerjaren nemen, blijkt het volgende.

De mech- en de real-score zijn duidelijk methodespecifiek, de mate waarin met de methode strijdige kenmerken aangetroffen worden is te verwaarlozen (zie fig. 24). In die zin is er dus een overeenstemming tussen de methode en de aard van het onderwijs. De mech- en real-scores blijken significant ( $p < .01$ ) met de methode samen te hangen, de correlaties zijn respectievelijk  $-.91$  en  $.88$  (NZR: methode = 1 en WIG: methode = 2).



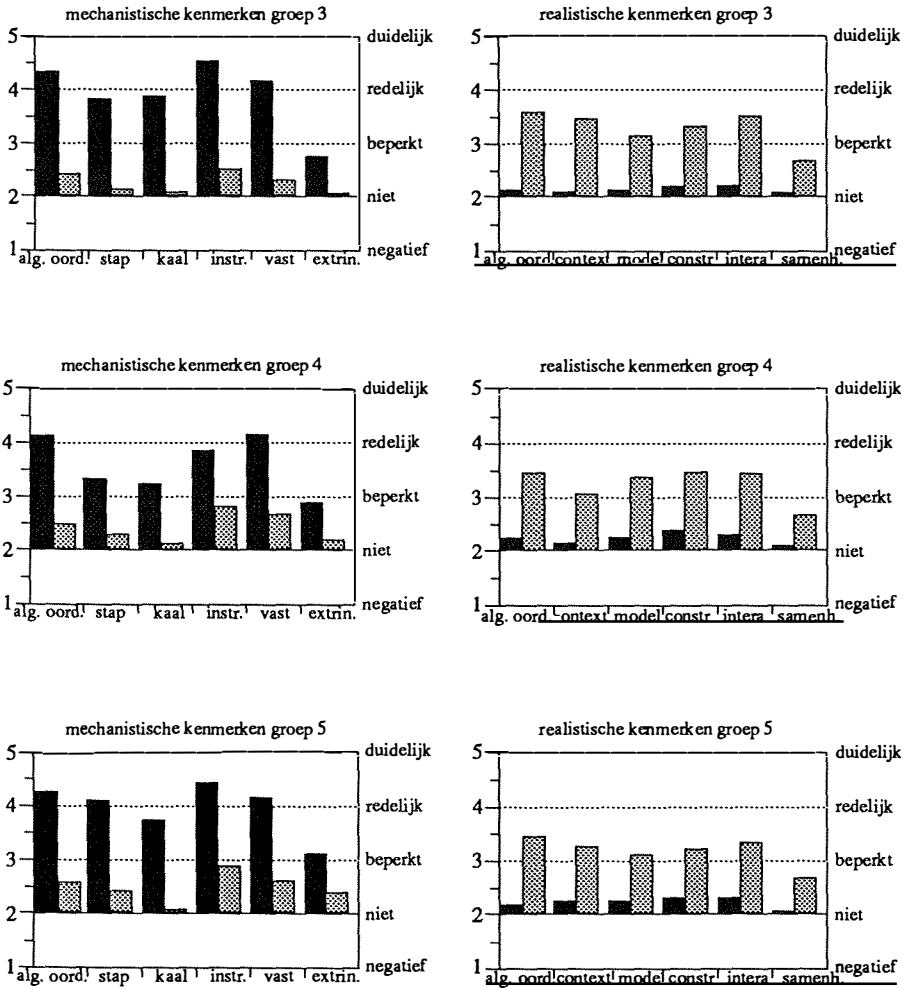
figuur 24: aangetroffen realistische en mechanistische kenmerken

Als we echter kijken naar de mate waarin de beoogde kenmerken gerealiseerd worden, is het beeld minder florissant. De mechanistische kenmerken worden nog wel redelijk aangetroffen (mech-NZR = 3.83 [std.dev. = 0.46]), maar de realistische zijn slechts beperkt aanwezig (real-WIG = 3.16 [std.dev. = 0.34]).

Vooraf voor de 'Wereld in getallen' is dit een teleurstellend resultaat. Voor deze

groep leerkrachten biedt de methode op zich blijkbaar te weinig aangrijpingspunten voor een 'idee-consistente' implementatie. Uiteraard kunnen we deze conclusie hier slechts trekken ten aanzien van de 'Wereld in getallen'. Of dit ook voor andere realistische methoden geldt is hiermee niet gezegd.

Een totaalindruk van de mate van realisatie van de mechanistische en realistische kenmerken wordt verkregen met figuur 25 waar de scores naar kenmerk, leerjaar en methode zijn uitgesplitst. We zien dan dat de kenmerken extrinsieke motivatie en samenhang relatief laag scoren (zie ook bijlage 13).



figuur 25: specifieke realistische en mechanistische kenmerken

- NZR
- ▨ WIG



Bij de mechanistische kenmerken domineren 'instrumentele sturing' en 'vaste werkwijze'. Dit is niet alleen het geval bij NZR, ook bij de WIG-gebruikers zijn het deze kenmerken die gescoord worden zodra er van mechanistische kenmerken sprake is. Bij de mechanistische kenmerken blijkt de stap-voor-stap opbouw zich vooral in groep 5 te manifesteren. Op zich is dat niet zo verwonderlijk omdat dan de algoritme-leergangen in het vizier komen.

Bij de realistische kenmerken zijn er niet zulke duidelijke uitschieters, hoewel eigen constructies en interactie vrij constant scoren. De contexten krijgen merkwaardig weinig aandacht in groep 4. Mogelijk is het wat zwakkere WIG-deeltje hier debet aan (zie paragraaf 4.1 inhoudsanalyse).

## 2.2 kwalitatieve analyse

In een kwalitatieve analyse van de lesprotocollen komen de verschillen tussen realistische en mechanistische lessen duidelijk naar voren (Streefland en Te Woerd, 1992). Het mechanistische karakter kan geïllustreerd worden met een les over vermenigvuldigen met en delen door tien (groep 5).

Lk: Ernst, wat heb ik op het bord geschreven?

Ll: 1 keer 4.

Lk: Goed, 1 keer 4, Ernst, hoeveel is 1 keer 4?

Ll: 4.

Lk: Ernst, wat heb ik nu op het bord geschreven?

Ll: 10 keer 4.

Lk: 10 keer 4. Ik haal nu die nul even weg. Ernst, wat staat er nu?

Ll: 1 keer 4.

Lk: 4.

Lk: 4. 1 nul dus ook 1 nul. Ernst, wat komt er dan?

Ll: 10 keer, 10 keer 4 is 40.

Lk: 40. Als je met 10 gaat vermenigvuldigen dan betekent dat dat er altijd 1 nul achter het antwoord komt. Hier staat een nul, daar komt een nul. Bert lees jij deze som eens op?

Ll: 10 keer 76 is.

Lk: Goed, 10 keer 76. We doen die nul even weg. Wat staat er nu Bert? enzovoort.

Het delen door nul gaat op dezelfde manier:

'70 gedeeld door 10. Nou, 70 heeft een nul en 10 heeft er een. Als je door 10 gaat delen gaat de nul van dit getal af. Hoeveel is dan 70 gedeeld door 10?'

In dezelfde les wordt meteen ook het delen met rest behandeld:

Lk: En we hebben nu een som waar een rest bij is. 65 gedeeld door, dat kan niet want dan moet er een nul weg. Als je gaat delen door 10, 10 heeft een nul, moet daar een nul weg. Maar hier staat helemaal geen nul! Dus hoe doen we dat? Paul, wat gaan we delen door 10?

Ll: 60 gedeeld door 10.

Lk: Precies, ik zet het er even heel klein onder, 60 gedeeld door 10. Paul, hoeveel is 60 gedeeld door 10?

Ll: 6.

Lk: 6. En Paul, wat houd je nou over aan rest?

Ll: 5.

Het is niet moeilijk hier mechanistische kenmerken als ‘stap-voor-stap-opbouw’, ‘kale sommen’ en ‘instrumentele sturing’ te herkennen.

Bij de realistische protocollen hebben we onder meer een leerkracht die in de kwantitatieve analyse relatief hoog scoorde op realistische kenmerken (real = 3.83) vergeleken met een leerkracht die laag scoort, maar niet veel van het gemiddelde afwijkt (real = 2.90).

De analyse laat zien dat er vier aspecten zijn waarop het realistische gehalte van het methodegebruik vergeleken kan worden.

Dit betreft:

- het omgaan met (vermeende) fouten van leerlingen;
- de organisatie van het interactieproces;
- de inbreng van de leerlingen;
- het omgaan met oude onderwerpen in een nieuw jasje.

De bovengenoemde leerkrachten zijn WIG-gebruikers uit groep 5 die wij hierna aanduiden als leerkracht 9 (beperkt realistisch, real = 2.90) en leerkracht 14 (redelijk realistisch, real = 3.83).

#### *leerkracht 9*

– De wijze waarop leerkracht 9 met de *fouten* van de leerlingen omgaat geeft geen vast beeld te zien. Bij een open opgave gaan de fouten op in de inventarisatie van oplossingen en overwegingen. Vaak reageert de leerkracht op een fout van een leerling door een andere leerling de beurt te geven. Wanneer deze het goede antwoord geeft is het probleem opgelost. Wanneer dezelfde leerling de beurt blijft houden structureert de leerkracht de weg naar het antwoord sterk voor.

– Van *interactie* tussen leerkracht en leerlingen, zoals binnen de realistische onderwijstheorie bedoeld, is geen sprake. De leerkracht volgt zijn eigen gedachtengang en de leerlingen worden geacht mee te denken.

Lk: (...) Maak vraag A; op welke dag gingen er veel mensen met de bus, wie? Goed kijken, dan zie je dat het best wel meevalt, je kan het zo aflezen. Wat denk jij Paul?

Ll: Donderdag.

Lk: Hoe weet jij nou dat dat donderdag is?

Ll: Nou omdat die rij bovenaan staat.

Lk: Juist zie je het, donderdag die rij is het hoogst, het langst, het verst naar boven, maar eh weet je het alleen daardoor, hoe nog meer Frits?

Ll: Donderdags zijn alle moeders naar de markt.

Lk: Nee hoor, Carla?

Ll: Daar hier, die staat met 'n 6.

Lk: Juist als die cijfers er niet waren, was het veel moeilijker te zien maar nu zie je boven daar staat 600, wat zou dat betekenen, goeie van jou Carla, ga maar verder.

Wel komt deze leerkracht later nog terug op het antwoord van Frits:

‘Frits heeft natuurlijk wel een beetje gelijk, eigenlijk waren we nog niet zover, (...)’

In de geanalyseerde lessen leidt deze dominantie van het gedachtespoor van de leerkracht regelmatig tot misverstanden tussen de leerkracht en de leerlingen.

Er is in de lessen van leerkracht 9 enige ruimte voor een *eigen inbreng* en soms wordt ook de spontane inbreng van de leerlingen gehonoreerd. Bijvoorbeeld wanneer een leerling naar de abacus verwijst om de kommanotatie bij geld te verduidelijken. Maar bij de introductie van de opdrachten zijn de uitgangspunten en de bedoelingen van de leerkracht steeds dominant.

Een voorbeeld van een ‘oud’ *onderwerp in een nieuw jasje* is bijvoorbeeld het cijferen volgens het principe van het progressief schematiseren. In de geprotocolleerde lessen komt dit progressief schematiseren niet aan bod, de leerkracht wordt nog geleid door zijn oude opvattingen over het cijferen. Dit komt tot uitdrukking in:

- het direct nastreven van de meest verkorte vorm;
- het niet onderkennen van de mogelijkheid op uiteenlopend niveau te schematiseren en te verkorten;
- het negeren van de suggesties in de handleiding;
- het laten zitten van veelvuldig voorkomende inwisselfouten.

Hetzelfde probleem manifesteert zich bij het meten, ook hier overheerst het oude denkpatroon. Overigens wordt de leerkracht hier ook door de handleiding op het verkeerde been gezet.

#### *leerkracht 14*

In haar manier van omgaan met *fouten* lijkt leerkracht 14 op het eerste gezicht niet zoveel van leerkracht 9 te verschillen, maar deze leerkracht geeft ook herkansingen. En heel saillant is het voorval in een van de lessen waar niet de leerkracht maar de leerling een fout constateert. De leerkracht gaat hierop in en gaat met de klas op onderzoek. Kenmerkend is hier:

- a dat de leerling het blijkbaar vanzelfsprekend vindt om de leerkracht op een fout te wijzen en
- b dat de leerkracht hierin meegaat.

Wat het *interactieproces* aangaat valt op hoe leerkracht 14 het interactieproces stroomlijnt. De hierboven besproken opgave met het histogram van de busbezetting komt ook in een protocol van deze leerkracht voor. De moeilijkheid is hier dat de koppeling tussen uitspraken en ‘dagen van de week’ niet eenduidig is. Bij leerkracht 9 leidde dit tot veel misverstanden. Leerkracht 14 weet dit probleem op te vangen.

‘(...), nou ik denk dat deze niet duidelijk is op welke dag. Dat kunnen er meer zijn. Zullen we die maar even bewaren? Dan gaan we eerst kijken of er ergens anders een plaatje is, waar je zeker van kunt zeggen: ‘Dat is vast en zeker die dag’, (...)’

Bovendien stimuleert deze leerkracht de leerlingen naar elkaars oplossingen te luisteren:

‘Wie heeft het anders opgelost? Victor, kom eens hier. Je moet even opletten, want ik denk dat dat best heel belangrijk is dat je even naar elkaar luistert, hoe heb jij dat gedaan?’

Vaak gebeurt het ook dat deze leerkracht de *inbreng* van de leerlingen uitlokt, om op het vervolg te anticiperen.

In het voorbeeld van de markt wordt de *inbreng* van de leerlingen tevens benut om de levensechtheid van de situatie te vergroten. Vooral bij de introductie van de opdrachten blijkt hoezeer deze leerkracht open staat voor de *inbreng* van de leerlingen. Telkens opnieuw laat zij de leerlingen verwoorden wat de bedoeling is van een bepaalde activiteit, hoe een probleem aangepakt zou kunnen worden, wat de betekenis is van een illustratie of uitspraak, enzovoort. Haar lessen verlopen op die manier natuurlijk, moeiteloos, als vanzelf, omdat het initiatief bij de leerlingen ligt, omdat zij steeds het onderwijsleerproces mogen opstarten enzovoort.

Bovendien blijkt de ruimte voor de *inbreng* van de leerlingen uit de acceptatie van verschillende oplossingsniveaus bij het cijferen; een duidelijke indicatie dat deze leerkracht het cijferen wel op de manier van het progressief schematiseren aanpakt (*oud in een nieuw jasje*). Deze leerkracht maakt de leerlingen ook bewust van de verschillende niveaus. Tevens observeert zij het zelfstandig werken om daar later in de les op terug te komen.

Samenvattend: leerkracht 14 geeft duidelijk realistischer les dan leerkracht 9. Wel moet daarbij in aanmerking genomen worden dat leerkracht 9 pas recent met WIG is gestart terwijl leerkracht 14 er al een paar jaar mee werkt. Bovendien moest leerkracht 9 omschakelen van NZR, terwijl leerkracht 14 hiervoor Nieuw Rekenen gebruikte, dat veel dichter bij de realistische methoden staat.

### 2.3 conclusie

Vergeleken met de WIG-leerkrachten slagen de NZR-leerkrachten er beter in de bedoelingen van hun methode te realiseren. En de verwachting dat NZR-leerkrachten in de aard van hun onderwijs zouden laten blijken, beïnvloed te worden door de in gang zijnde vernieuwingen in het reken-wiskundeonderwijs, wordt niet bevestigd. Het vernieuwende karakter van de ‘Wereld in getallen’ komt in de aard van het onderwijs duidelijker tot uitdrukking in het vrijwel geheel ontbreken van mechanistische kenmerken, dan in het realiseren van de realistische bedoelingen. Blijkbaar is het voor de onderwijsgeevenden niet eenvoudig het bedoelde onderwijs te realiseren. Enerzijds zal daarin meespelen dat de methode daar niet voldoende informatie voor biedt – als een methode(handleiding) die informatie al kan bieden (zie 2.1). Anderzijds stelt de realistische onderwijstheorie zeer specifieke eisen aan de didactische vaardigheden van leerkrachten.

De kwalitatieve analyse laat zien welke specifieke vaardigheden zoal een rol spelen. Bovendien maakt deze analyse duidelijk dat echt realistisch onderwijs veel lastiger vorm te geven is dan mechanistisch onderwijs. Bij het mechanistische onderwijs kan volgens een vast stramien gewerkt worden. Bovendien wordt er een vaste werkwijze gevolgd van 'voordoen-nadoen-oefenen' die volledig vooraf gepland kan worden. Van de realistische leerkracht wordt verwacht dat het onderwijs wordt aangepast op de inbreng van de leerlingen. Tegelijkertijd moeten echter eventuele problemen voorzien worden, en moet het onderwijsleerproces zo gestroomlijnd worden dat de essentie van de leerstofinhoud die in de (context)opgaven verborgen zit opgepikt wordt. Dit vraagt niet alleen pedagogische vaardigheden maar ook zeer specifieke vakdidactische kennis.

De verschillen in de aard van het onderwijs bij NZR en WIG zouden wel eens consequenties kunnen hebben voor de leerresultaten. Het WIG-gebruik bevindt zich namelijk halverwege tussen het verlaten van een mechanistische aanpak en het realiseren van een realistische aanpak. We kunnen ons afvragen in hoeverre zo'n tussenform effectief onderwijs oplevert.

Een vergelijking tussen het mechanistische voorbeeld (p. 69-70) en de lessen van leerkracht 14 laat echter zien dat een keuze tussen realistisch en mechanistisch onderwijs niet alleen gemaakt kan worden op basis van de mogelijk te behalen leerresultaten. Realistisch en mechanistisch reken-wiskundeonderwijs verschillen fundamenteel in de mate waarin de leerlingen zich zelf verantwoordelijk kunnen voelen. Hier zijn dus ook normen en waarden in het geding.

Duidelijk is in ieder geval dat er iets zal moeten gebeuren wanneer de implementatie van realistisch reken-wiskundeonderwijs serieus genomen wordt. Misschien zijn er mogelijkheden om het methodegebruik via aanpassingen in de methode te beïnvloeden. Vooral nog lijkt het er echter op dat vooral nascholing en begeleiding ingezet zullen moeten worden om een betere implementatie van de realistische onderwijs-theorie te bewerkstelligen.

### ***didactische aanwijzingen***

Naast de verschillen tussen de WIG- en NZR-lessen en tussen de lessen van verschillende leerkrachten zijn er ook overeenkomsten. De protocolbeoordelingen werden zoals vermeld uitgevoerd in tweedaagse werkconferenties. Tijdens deze bijeenkomsten kwamen ook de algemene kenmerken van de beoordeelde lessen ter sprake.

Zo vond men dat de inhoud van de lessen vooral in groep 3 vaak beperkt was: het betrof vaak eenvoudige sommen en weinig opgaven per les.

Ook signaleerde men dat het nogal eens voorkwam dat de instructie van de leerkracht niet aansloot op het denken van de leerlingen. We kunnen dit illustreren aan de hand van een fragment van een les in groep 3, waar het telraam gebruikt wordt om het overschrijden van het tiental uit te leggen (zie ook Gravemeijer, 1990b). De

opgave is  $6 + 6$  wat een opgave blijkt te zijn waarvan de leerlingen het antwoord zo al weten. Het aanvullen tot tien wordt daardoor gezien als een leeg voorschrift en niet als een manier om het antwoord te vinden. Dit wordt duidelijk als de eerste tien zijn opgezet en de leerkracht vraagt waarom er nu nog twee bij moeten komen:

Lk: Waarom moeten er twee bijgezet? Ik snap nog steeds niet waarom het dan nou niet één kan zijn. Bennie, vertel jij me dat eens.

Ll: Omdat het twaalf moet worden.

De leerkracht krijgt op deze vraag herhaalde malen hetzelfde antwoord, voor er een leerling met een passende redenering komt. Het gevolg van deze communicatiestoring is onder andere dat er veel lestijd verloren gaat aan één sommetje. En nog wel een sommetje dat vrijwel alle leerlingen al kennen. Natuurlijk moeten we daarbij wel bedenken dat leerkrachten zich vaak richten op de zwakste leerlingen.

Het probleem vindt zijn oorzaak in de verschillende manieren waarop leerkracht en leerlingen de activiteit interpreteren. De leerlingen denken dat het om het juiste antwoord en de juiste splitsing gaat. De leerkracht heeft een formele redenering op het oog: 'je hebt vier gebruikt om de tien vol te maken, daar moet je er nog twee bijdoen, omdat er nog twee van de zes over is en omdat je twee bij de tien doet is de uitkomst twaalf.'

Deze analyse laat zien dat er voor effectief reken-wiskundeonderwijs meer komt kijken dan de 'effectieve school'-beweging suggereert (zie bijvoorbeeld Vernooy, 1989).

Het bovenstaande voorbeeld komt uit een klas waar NZR gebruikt wordt, maar ook bij WIG doen zich vergelijkbare situaties voor. Voor een deel doordat leerkrachten vasthouden aan een mechanistische didactiek, en voor een deel doordat de leerkrachten moeite hebben met de realistische didactiek (zie hierboven, zie ook Van den Heuvel en Streefland, 1989/1990). Onbekendheid met de realistische didactiek kan ertoe leiden dat de doeleffectiviteit van de les verloren gaat omdat er te uitgebreid op de context ingegaan wordt. Het verhaal en de eigen inbreng van de leerlingen daarbinnen kunnen zo gaan domineren dat het eigenlijke rekenwerk ondergesneeuwd raakt.

Op het eerste gezicht lijken zulke tekorten gemakkelijk te verhelpen, maar de werkelijkheid is minder eenvoudig. Onderzoek van Desforges e.a. (1987) laat zien dat er in de onderwijspraktijk mechanismen werkzaam zijn die uitdagender onderwijs tegenwerken. Zij constateren bijvoorbeeld dat de meeste leerlingen niet van onzekerheid houden, zij hebben liever dat hen verteld wordt wat ze moeten doen. Concreet betekent dit dat de leerlingen een constant beroep op de leerkracht doen om te vertellen wat ze moeten doen. Ook blijkt een klas veel moeilijker hanteerbaar wanneer je probleemgeoriënteerd onderwijs geeft dan wanneer de leerlingen meer routinematig kunnen werken. Kortom: er is een patroon wat niet zo gemakkelijk valt te doorbreken.

Omgekeerd maakt het hierboven geciteerde lesprotocol duidelijk welke gevaren er dreigen wanneer de te gebruiken routines door de leerkracht gedictieerd worden. Dat heeft ook consequenties voor leerkrachten die mechanistisch onderwijs prefereren. Ook mechanistisch onderwijs kan niet voorgekookt worden, ook hier zal steeds een afstemming op de voorkennis van de leerlingen nodig zijn. We verwachtten echter dat het onderwijs niet alleen door de routines van leerkrachten beïnvloed wordt, maar dat ook de opvattingen van de leerkrachten een belangrijke rol spelen.

## 3 opvattingen en methode

### 3.1 Inleiding

Om de opvattingen van de leerkrachten te weten te komen zijn hen vragenlijsten voorgelegd en werd een interview afgenomen. Het interview was bedoeld voor het verkrijgen van aanvullende informatie. Centraal bij het bepalen van de opvattingen staan de vragenlijsten. De antwoorden op de vragenlijsten zijn telbaar gemaakt door de antwoorden te categoriseren op een dimensie realistisch-mechanistisch. Daarbij wordt ervanuit gegaan dat realisme en mechanisme elkaar weliswaar niet volledig uitsluiten maar dat in de antwoorden wel één van de twee kan domineren. Voorzover de antwoorden niet eenduidig als realistisch of mechanistisch te duiden waren is de categorie ‘niet onderscheidend’ gebruikt. Zo kon de verdeling van de opvattingen van de NZR- en WIG-leerkrachten gekwantificeerd worden (Vermeulen, 1990b). De resultaten presenteren we hieronder als kwantitatieve analyse.

Naast deze kwantitatieve analyse heeft ook een meer kwalitatieve analyse van de vragenlijsten en interviewresultaten plaatsgevonden, die meer gericht was op de precieze argumenten en overwegingen van de WIG-leerkrachten voor zover deze van belang zouden kunnen zijn voor de realisatie van werkelijk realistisch reken-wiskundeonderwijs.

### 3.2 kwantitatieve analyse

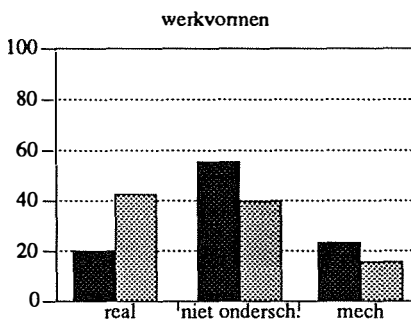
De antwoorden die de leerkrachten op de ‘Vragenlijst Opvattingen Reken-Wiskundeonderwijs’ hebben gegeven, zijn zoals gezegd ingedeeld in de categorieën realistisch, mechanistisch en ‘niet onderscheidend’. De resultaten van deze toedeling worden hierna beschreven (zie ook bijlage 14). Per methode wordt aangegeven welk percentage van de onderwijsgegenden in een bepaalde opvattingen-categorie is ingedeeld. Allereerst bespreken we antwoorden op de individuele vragen, deze worden gegroepeerd naar de hiervoor onderscheiden niveaus. De verdeling over de niveaus zelf komt daarna aanbod.

**niveau van het schoolvak:** opvattingen die het vakgebied inbedden in het geheel van schoolvakken. Deze dimensie wordt bestreken door de vragen 1, 7 en 8 van de vragenlijst.

*Vraag 1: opvattingen over werkvormen*

Bij deze vraag geven de respondenten aan welke vakken volgens hen het best bij een aantal gegeven werkvormen passen. Het gaat hier om de werkvormen: in groepjes aan een project werken, zelfstandig oefenen aan de hand van een gegeven voorbeeld, luisteren naar de uitleg van de onderwijsgevende, zelf uitzoeken hoe iets zit, met elkaar over een onderwerp of probleem praten, en gezamenlijk iets inoefenen.

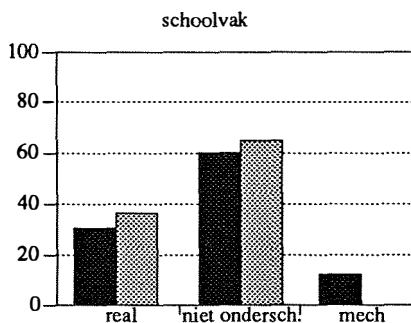
Over de rol van de werkvormen zijn de opvattingen naar het zich laat aanzien tamelijk verdeeld. Bij de WIG-leerkrachten overtreft het aantal realistische leerkrachten de mechanistische, bij NZR houden ze elkaar in evenwicht.



*Vraag 7: opvattingen over rekenen als vakgebied en als schoolvak*

Bij deze vraag wordt een aantal kenmerken van het vakgebied genoemd. De respondent geeft aan in welke mate het kenmerk gebruikt moet worden bij het onderwijzen en leren van rekenen-wiskunde.

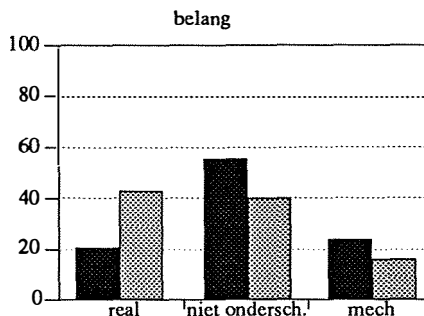
Een redelijk deel van de leerkrachten gebruikt hier realistische argumenten. Geen van de WIG-leerkrachten maakt een mechanistische keuze, bij NZR is dat een enkeling.



*Vraag 8: argumenten waarom rekenen-wiskunde een belangrijk of minder belangrijk schoolvak is*

Bij deze open vraag wordt gekeken naar de aard van de argumenten die de respondenten hanteren.

Het overgrote deel van de onderwijsgevenden doet bij vraag 8 niet onderscheidende uitspraken, een kleine groep betoont zich realistisch en een enkele WIG-leerkracht mechanistisch.

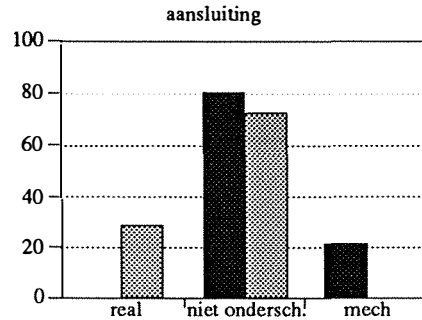




**algemeen vakdidactisch niveau:** opvattingen over de vakdidactiek in het algemeen. Deze dimensie wordt gerepresenteerd door vraag 2, 4, 6, 12, 22 en 23.

**Vraag 2: de mate waarin de huidige rekenmethode aansluit bij de eigen opvattingen**

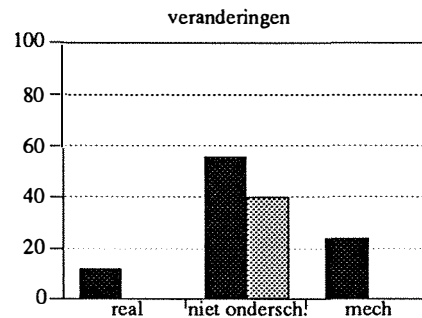
Bij deze vraag zien we een duidelijk verschil tussen de WIG- en de NZR-gebruikers. Er zijn uitsluitend WIG-leerkrachten in de realistische categorie en alleen NZR-leerkrachten in de mechanistische.



**Vraag 4: aangebrachte veranderingen in de methode en argumenten**

Bij de beoordeling van de antwoorden op deze open vraag wordt gekeken naar de aard van verandering(en) en het karakter van de genoemde reden(en).

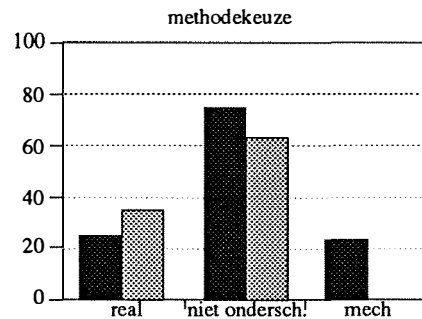
Deze vraag werpt niet veel licht op de opvattingen van de onderwijsgeevenden. Bij WIG valt zelfs iedereen in de categorie 'niet onderscheidend'.



**Vraag 6: keuze rekenmethode**

Men kiest al dan niet voor de gehanteerde methode op grond van realistische/mechanistische overwegingen en/of bij niet-keuze wordt een (andere) realistische/mechanistische methode genoemd.

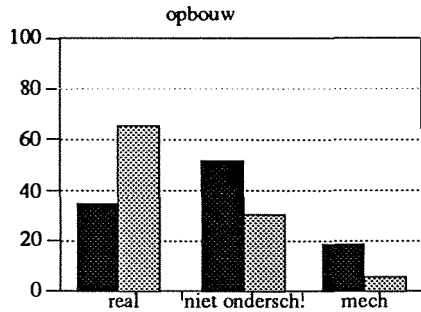
Hier overheerst weer de realistische tendens, zij het dat deze sterker tot uitdrukking komt bij de WIG-groep.



*Vraag 12: drie-keuzevraag met betrekking tot de beste opbouw van reken-wiskunde activiteiten*

Bij deze vraag kan worden gekozen uit (a) een zuiver mechanistische opbouw, (b) een realistische of (c) een handelingspsychologische opbouw.

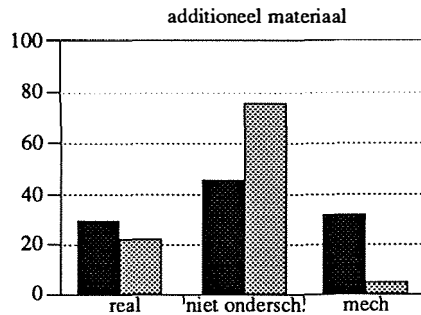
Als het om principe uitspraken over de opbouw van leergangen gaat blijkt een aanzienlijk deel van de respondenten er realistische opvattingen op na te houden, met name de WIG-gebruikers.



*Vraag 22: gebruik van additioneel materiaal*

Bij deze vraag wordt gelet op de aard van het materiaal dat genoemd wordt. Wanneer geen additioneel materiaal wordt gebruikt, wordt naar de realistische/mechanistische argumenten gekeken.

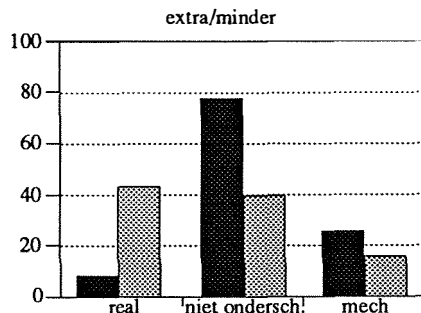
Het gebruik van additioneel materiaal brengt geen overduidelijke voorkeur aan het licht bij de NZR-groep. Bij de WIG-leerkrachten zijn er wat meer die een realistische keuze maken, maar de categorie niet onderscheidend overheerst.



*Vraag 23: zaken die men overslaat of extra doet (alleen opgenomen in het tweede en derde onderzoeksjaar)*

Hierbij gaat het eveneens om de aangegeven reden: men slaat over en/of doet extra met realistische/mechanistische argumenten.

Deze vraag heeft echter nauwelijks enig onderscheidend vermogen.

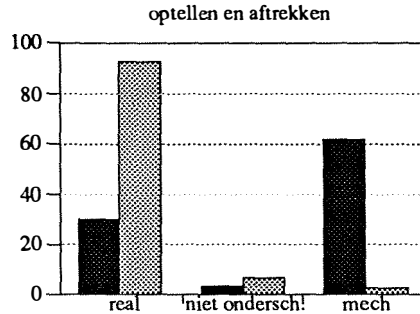


**leergangniveau:** opvattingen over de opbouw en aanpak van leergangen. Deze dimensie wordt gerepresenteerd door vraag 9, 10, 11 en 13.

*Vraag 9: oordeel over de hoofdpunten van een leergang optellen en aftrekken volgens twee verschillende beschrijvingen*

De respondent spreekt de voorkeur uit voor de realistische/mechanistische beschrijving van de opbouw van de leergang; noemt goede elementen uit de realistische/mechanistische beschrijving; noemt bij de activiteit die men niet zou willen doen een activiteit uit de concurrerende leergang.

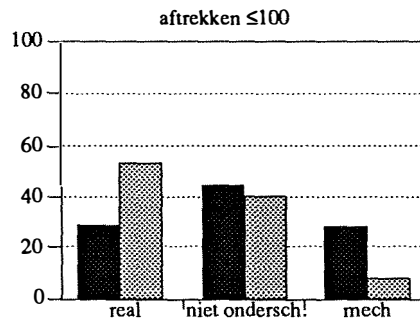
De vraag over de leergang optellen en aftrekken verdeelt de onderwijsgeevenden keurig conform de grondslag van de methoden. De herkenbaarheid van de leergangen speelt waarschijnlijk een grote rol.



*Vraag 10: opvattingen over het op verschillende manieren aanpakken van een aftrekopgave onder de honderd*

Als realistisch geldt hier dat er meerdere oplossingsmanieren mogelijk moeten zijn en dat handige hoofdrekenmanieren de voorkeur genieten.

De uitspraken over het aftrekken onder de honderd laten een grote spreiding zien. Vooral de NZR-leerkrachten blijken nogal verdeeld. Bij WIG overheersen de realisten.

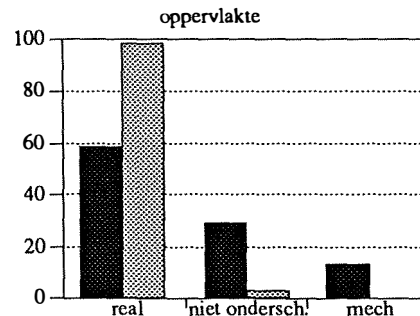


*Vraag 11: oppervlakteleergang*

Twee verschillende aanpakken om 'oppervlakte' in te leiden worden beschreven.

Hier wordt bij de keuze ook gelet op de argumentatie.

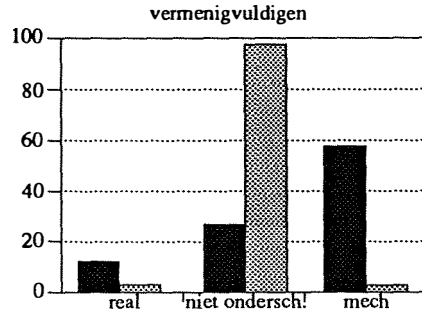
Opvallend is het hoge aantal dat een realistische keuze maakt. Voor de WIG-gebruikers geldt zelfs dat men vrijwel zonder uitzondering voor de realistische variant kiest, maar ook van de NZR-groep kiest bijna niemand voor de mechanistische variant.



*Vraag 13: opvattingen over de aanpak van een tafelsom vermenigvuldigen*

Hierbij gaat het om de keuze van wenselijke aanpakken en de ordening daarvan.

Hier doet bijna geen van de WIG-leerkrachten onderscheidende uitspraken. De vraag discrimineert wel bij de NZR-leerkrachten, daar overheerst de mechanistische keuze.

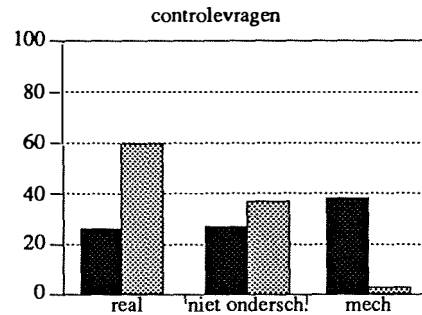


*opgaveniveau:* opvattingen over de didactische keuze van specifieke opgaven. Deze dimensie wordt bestreken door de vragen 14 en 15.

*Vraag 14: voorkeuren bij de keuze van controlevragen en de argumentatie*

Bij deze vraag zijn vier voorbeelden van steeds twee parallelle controlevragen gegeven. De respondent moet bij elk van de vier voorbeelden één van de twee versies kiezen en beargumenteren waarom deze wordt gekozen.

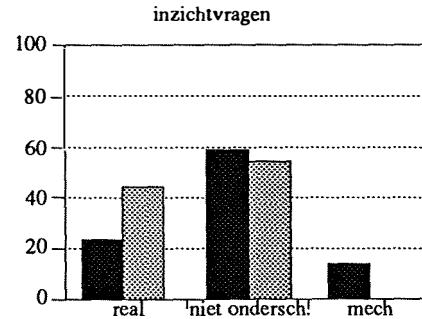
Hier blijken de NZR-docenten weer verdeeld, terwijl de meeste WIG-leerkrachten een realistische keuze maken.



*Vraag 15: argumentatie rond de geschiktheid van vragen om inzicht te krijgen in hoe goed kinderen met getallen en begrippen kunnen redeneren*

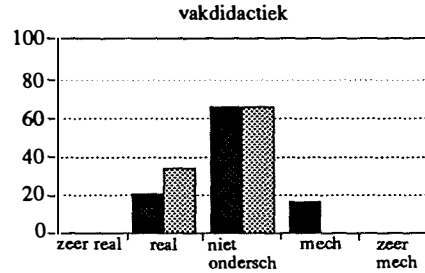
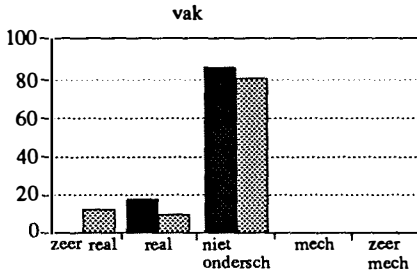
Bij deze vraag worden vijf voorbeelden van redeneervragen gegeven, waarbij wordt gevraagd om aan te geven waarom een bepaalde vraag al dan niet geschikt is om inzicht te krijgen in hoe kinderen met getallen en begrippen kunnen redeneren.

Ook hier betoont de WIG-groep zich realistischer dan de NZR-groep. Toch zijn er ook weer NZR-leerkrachten die realistische keuzes maken.



### verdeling van de opvattingen over de verschillende niveaus

Op basis van de antwoorden op bovengenoemde vragen is vervolgens geaggregeerd naar de eerder onderscheiden niveaus van specificiteit. Door het grotere aantal vragen kan per niveau een wat genuanceerder beeld gegeven worden dan per vraag. De categorieën zijn daarom uitgebreid met de categorieën zeer realistisch en zeer mechanistisch.

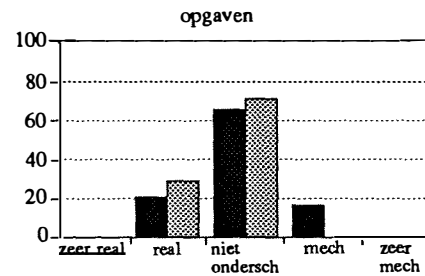
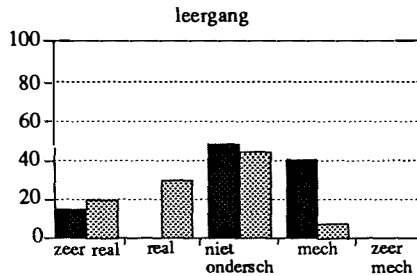


#### vak

Meer dan 80% van de respondenten doet hier geen onderscheidende uitspraken. Voorzover er wel een uitgesproken mening in de antwoorden tot uitdrukking komt is deze realistisch (NZR & WIG) tot zeer realistisch (WIG).

#### vakdidactiek

Ook de opvattingen op het niveau van de vakdidactiek blijken niet erg onderscheidend: meer dan 60% van de leerkrachten wordt ingedeeld bij de midden-categorie. Wel is er sprake van een realistische tendens die vooral op het conto van de WIG-leerkrachten komt.



#### leergang

Duidelijk is dat de uitspraken over concrete leergangen goed naar de opvattingen differentiëren. Ook hier blijken vooral de WIG-leerkrachten realistische opvattingen te huldigen. Opvallend is echter dat ook een aantal NZR-leerkrachten in de categorie zeer realistisch geplaatst wordt.

*opgaven*

Deze categorie is weer minder duidelijk. Dit wordt mogelijk veroorzaakt doordat de antwoorden meer specifiek voor de individuele opgaven zijn, dan specifiek voor dit niveau. Dat kan er de oorzaak van zijn dat meer dan 60% van de leerkrachten bij de categorie niet onderscheidend wordt ingedeeld. Toch blijkt de WIG-groep ook hier realistischer dan de NZR-groep.

Uit het voorgaande blijkt dat er verschillen zijn tussen de opvattingen van de WIG- en de NZR-gebruikers. Enerzijds blijken de WIG-leerkrachten in het algemeen realistischer in hun opvattingen en de NZR-leerkrachten mechanistischer. Anderzijds vinden we bij NZR toch zoveel realistische tendenzen dat geconcludeerd kan worden dat de opvattingen van de NZR-leerkrachten minder met de uitgangspunten van de eigen methode overeenstemmen dan die van de WIG-leerkrachten. Bovendien blijken de WIG-gebruikers in doorsnee ook veel tevredener over hun methode. Ze geven vaker sterke punten uit de methode aan, terwijl de gebruikers van NZR juist vaker zwakke punten noemen.

De NZR-leerkrachten zeggen ook veel vaker veranderingen aan te brengen en bovendien gebruiken ze veel vaker additioneel materiaal.

Tot zover kloppen de constatering met het beeld dat we verwachtten. Er is een landelijke vernieuwing gaande en ook de leerkrachten die nog geen nieuwe methode gebruiken zijn door de vernieuwing beïnvloed – althans delen tot op zekere hoogte de uitgangspunten van de vernieuwing.

Tegelijkertijd blijken er nogal wat vragen in de categorie ‘niet-onderscheidend’ gescoord te worden. Hier treffen we naast uitingen die niet direct mechanistisch of realistisch genoemd kunnen worden, combinaties van mechanistische en realistische uitspraken aan. Kortom, antwoorden die vanuit ons perspectief als niet consistent aangemerkt kunnen worden.

Voor zover het de NZR-gebruikers betreft kan deze inconsistentie verklaard worden uit een combinatie van in realistische richting tenderende opvattingen en het gebruik van een mechanistische methode. Voor de WIG-gebruikers betekent het echter dat ze zich de idee achter de methode (nog?) niet volledig eigen gemaakt hebben.

Dit gebrek aan consistentie komt ook naar voren in de geringe samenhang tussen de opvattingen op de door ons onderscheiden niveaus. De correlatie tussen de verschillende niveaus ligt in de verschillende onderzoeksjaren tussen de 0.14 en 0.58.

De hoogste samenhang is die tussen het vakdidactisch niveau en het leergangniveau (0.46). De gemiddelde overeenstemming tussen het opgavenniveau en de andere niveaus ligt rond de 0.33.

Met name dit laatste roept de vraag op of de leerkrachten voldoende mogelijkheden hebben om hun algemene en vakdidactische opvattingen te vertalen naar de concrete lessituatie.

### 3.3 kwalitatieve analyse

Om meer zicht te krijgen op de interne samenhang van de opvattingen van de WIG-gebruikers zijn de antwoorden op de opvattingenvragenlijst en de daarbij behorende leerkrachteninterviews kwalitatief geanalyseerd (Vermeulen, 1990c). In deze analyse is vooral gekeken naar de betekenis van de antwoorden voor de realisatie van de realistische bedoelingen van de methode.

Uit analyse van de lesprotocollen blijkt dat de achterliggende onderwijstheorie vaak niet in de gegeven lessen doorklinkt.

Voor deze constatering zijn verschillende mogelijke verklaringen te geven, zoals de niet geringe didactische vaardigheidseisen die realistisch reken-wiskundeonderwijs stelt, het probleem van het doorbreken van bestaande routines, en de moeilijkheid van het omzetten van informatie uit documenten zoals handleidingen of achtergrondmateriaal bij de methode in daadwerkelijk onderwijs in overeenstemming met de bedoelingen van de methode.

Eén verklaring voor de conclusie dat de bedoelde didactische vernieuwing van realistisch reken-wiskundeonderwijs niet voldoende doorklinkt in de uitvoering van de methode WIG, kan worden gezocht in de kloof die kan bestaan tussen opvattingen van de onderwijsgeevenden en de uitvoeringsbedoelingen van de methode.

De analyse van opvattingen van de onderwijsgeevenden rechtvaardigt de conclusie dat de theoretische coherentie van het realistisch reken-wiskundeonderwijs, die in allerlei vakdidactische publikaties op allerlei niveaus naar voren komt, niet aanwezig is in de opvattingen van de leerkrachten. De vertaling van algemeen didactische uitgangspunten, die door de meeste WIG-leerkrachten worden onderschreven, naar ideeën op het niveau van uitvoering van activiteiten, blijkt niet eenvoudig te zijn.

Dit wordt duidelijk bij nadere inhoudelijke analyse van de opvattingenvragenlijst, en interviews met de leerkrachten, die zijn gebruikt als instrument om de opvattingen van onderwijsgeevenden te meten.

#### *opvattingen op verschillende niveaus*

Op leergangniveau is er de grootste overeenstemming met de uitgangspunten van het realistisch reken-wiskundeonderwijs. Op dit niveau zijn ook duidelijk aangrijpingspunten in de handleiding van de methode WIG te vinden. De omzetting van de beschrijving op dit niveau naar de betekenis van concrete activiteiten, die eveneens in de methode worden beschreven, kan echter op problemen stuiten.

Dit komt ook naar voren bij analyse van de mate van consistentie in opvattingen. De overeenstemming tussen de verschillende dimensies in de verschillende onderzoeks-jaren loopt uiteen van 0.14 tot 0.58.

De hoogste gemiddelde overeenstemming bestaat tussen algemeen vakdidactisch niveau en leergangniveau (0.46) en tussen niveau van het vak als schoolvak en leergangniveau (0.42). De gemiddelde overeenstemming tussen lesniveau en de andere niveaus ligt rond de 0.33.

Deze getallen wijzen erop, dat de overeenstemming tussen de verschillende niveaus van opvattingen matig tot gering is. De consistentie die in de realistische theorie wordt verondersteld, wordt niet in hoge mate door de onderwijsgeevenden gedeeld. Een analyse van de open antwoorden en de commentaren die door de onderwijsgeevenden worden gegeven suggereert dat veel onderwijsgeevenden een ander referentiekader hanteren.

Er wordt daarbij door de onderwijsgeevenden onderscheid gemaakt in fasen. Als eerste fase wordt gezien: het aanleren van nieuwe leerstof, met accent op inzicht en begripsvorming, en als tweede fase: het inoefenen en automatiseren, waarbij beheersen en memoriseren belangrijk worden geacht.

Wellicht vormt juist het aspect van de overbrugging van deze fasen, en de wederkerige beïnvloeding van beide werkwijzen een van de kernproblemen bij het plannen en structureren van de didactische aanpak.

Verder komt in de analyse van de open antwoorden naar voren, dat onderwijsgeevenden vooral algemene beschrijvingsmiddelen hanteren, bij het verbaliseren van hun opvattingen. Het gaat dan om terminologieën als: begrip en inzicht, probleemgericht leren, bevorderen van het denken, realiteit, variëteit, en dergelijke. Achter deze algemene begrippen kan een wereld van verschil in interpretatie schuilgaan, zoals bijvoorbeeld Skemp (1976) heeft aangetoond met betrekking tot de term begrijpen.

De operationele betekenis die aan algemene uitgangspunten wordt gegeven komt in het onderwijs zelf het duidelijkst tot uitdrukking.

Dat het hier niet om eenvoudige transfer van theorie naar praktijk gaat, wordt geïllustreerd door de verschillende denkbeelden op de onderscheiden niveaus van opvattingen.

### ***illustratie van opvattingen***

Hoewel het More-project een vergelijkend onderzoek is, zijn we als het gaat om realistische opvattingen voornamelijk geïnteresseerd in de mate waarin deze door WIG-leerkrachten worden gedeeld. De percentages en voorbeelden die in de rest van deze paragraaf genoemd worden hebben dan ook alleen betrekking op de WIG-leerkrachten.

Op de verschillende onderscheiden niveaus kunnen de opvattingen van de onderwijsgeevenden toegelicht worden door te verwijzen naar vragen waarop ze betrekking hebben.

#### *niveau van het vak als schoolvak*

In het traditionele rekenonderwijs is het doceren, gezamenlijk inoefenen en zelfstandig oefenen kenmerkend. In de methode WIG krijgen werkvormen als in groepjes aan een project werken, zelf uitzoeken hoe iets zit en met elkaar over een onderwerp of probleem praten, veel meer aandacht. Toch wordt door een groot deel van de WIG-leerkrachten het rekenonderwijs geassocieerd met veel oefenen en luisteren naar uitleg van de onderwijsgevende, meer dan bij andere vakken – met uitzondering van het taal/leesonderwijs.



Het reken-wiskundeonderwijs is daarnaast voor de WIG-leerkrachten duidelijk met het praten over een probleem verbonden. Daarin zit een duidelijk verschil met het taalonderwijs en met mechanistisch rekenonderwijs.

Het zelf iets uitzoeken aan de hand van een probleem wordt in wat mindere mate aan het reken-wiskundeonderwijs gekoppeld, en het in groepjes aan een project werken nauwelijks, terwijl dat wel hoort tot de mogelijkheden die de methode WIG biedt.

Kenmerkend voor het referentieniveau is ook de betekenis die men toekent aan rekenen-wiskunde als vak. Hier vinden de WIG-leerkrachten vooral de logische vakstructuur, de toepasbaarheid en het proces van zoeken naar een oplossing belangrijk. Een aspect als herontdekken van het ontstaan van bepaalde procedures wordt van veel minder belang gevonden, terwijl dit toch een kernaspect is van de didactische vernieuwing van het reken-wiskundeonderwijs.

#### *algemeen vakdidactisch niveau*

Bij de analyse op dit niveau is onder meer gekeken naar het soort argumenten dat wordt gebruikt. De belangrijkste kernbegrippen die de leerkrachten gebruiken zijn:

- nadruk op inzicht (36%);
- afwisseling in activiteiten (45%);
- goede opbouw van de leerstof (23%);
- aansluiting bij kinderen, of belevingswereld van het kind (23%).

Een andere vraag betreft welke opbouw van reken-wiskunde activiteiten men opteert.

Bij deze meerkeuze-vraag kiest het grootste deel van de respondenten voor de realistische invalshoek (72%). Geen enkele WIG-leerkracht kiest voor de zuiver mechanistische aanpak.

Hoewel de instemming met realistische uitgangspunten hier duidelijk lijkt, moet opgemerkt worden dat zo'n algemene instemming nog geen consequenties voor de uitvoering hoeft te hebben. De gehanteerde begrippen kunnen per leerkracht verschillende betekenissen hebben, terwijl het er bovendien om gaat hoe deze gedachten in de concrete onderwijspraktijk uitgewerkt worden.

#### *leergangniveau*

Kenmerkend is de vraag naar de keuze tussen twee leergangen optellen en aftrekken. Bij deze vraag is de overeenkomst met de aanpak van de eigen methode duidelijk herkenbaar voor de respondenten. Hier kiest het overgrote deel van de WIG-leerkrachten voor de realistische aanpak (95%). Meer dan de helft van de WIG-leerkrachten ziet bovendien geen enkel goed element in de mechanistische opbouw.

Bij een andere vraag, die ook de basisvaardigheden betreft, is de directe relatie met de opbouw in de methode minder evident. Hier wordt gevraagd naar de mening over verschillende manieren waarop een opgave als '45 - 28 =' kan worden opgelost. Er worden zes mogelijke oplossingsmanieren genoemd. Hoewel 82% van de WIG-leer-

krachten vindt, dat bij een dergelijke opgave meer dan één oplossingsmanier moet kunnen worden gebruikt en dit ook motiveert, spreekt 64% van de respondenten zijn voorkeur uit voor één of meer bekende standaardaanpakken (het splitsen bij aftrekken, het eerst aftrekken met dichtstbijzijnde tienvoud en daarna compenseren, of het onder elkaar uitrekenen).

Illustratief is ook dat maar 30% van de respondenten iets ziet in een meer informele aanpak, zoals het aanvullend oplossen van de aftreksom (namelijk op de manier zoals men het aan de kassa doet bij het teruggeven van geld).

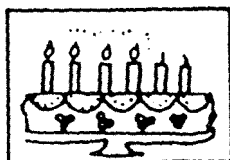
Het feit dat de opvattingen van de onderwijsgeevenden meer de realistische kant opgaan wanneer over direct uit de methode herkenbare zaken wordt gevraagd, tekent in zekere zin de afhankelijkheid van de methode en duidt ook op de invloed die handleidingen kunnen hebben. Het andere voorbeeld laat zien dat dit niet betekent dat de bedoelingen achter de activiteit ook doorzien worden.

#### *opgaveniveau*

Op het opgaveniveau is een voorbeeld illustratief, waarbij leerkrachten hun oordeel moeten geven over de geschiktheid van vragen om inzicht te krijgen in het redeneren van kinderen.

Er zijn daarbij vragen die weer herkenbaar zijn uit de methode, zoals:

Bedenk een som bij het volgende plaatje



Dit soort plaatjes is herkenbaar uit de methode WIG en lokt uit tot sommen als:

$6 - 2 = 4$  (er brandden 6 kaarsen op een taart, er zijn er al 2 uitgeblazen);

$6 = 4 + 2$  (6 kaarsen, waarvan er 4 branden en 2 uit zijn);

$4 + 2 = 6$  (er branden al 4 kaarsen, er moeten er nog 2 worden aangestoken).

Bijna alle WIG-leerkrachten vinden dat deze opgave geschikt is om zicht te krijgen op het redeneren van kinderen, ruim één derde benadrukt de verschillende oplossingen.

Een opgave die niet direct herkenbaar is en ook niet onmiddellijk uit de methode af te leiden, roept heel andere reacties op. Als voorbeeld geldt de opgave:

Jan woont 3 kilometer van school. Lida woont 5 kilometer van school.

Hoe ver wonen Jan en Lida van elkaar?

Een eerste reactie kan zijn: 'het is een simpele aftreksom,  $5 - 3 = 2$ . De opgave is daarom niet geschikt.' De bedoeling van de opgave wordt niet doorzien, en de opgave wordt foutief geïnterpreteerd. Deze reactie wordt door twee WIG-leerkrachten gegeven.

Als tweede reactie is mogelijk: ‘je kunt het niet zeggen, er is niet één goede uitkomst, de opgave is niet geschikt.’ De helft van de WIG-leerkrachten reageert in deze zin. Een derde reactie is: ‘Je kunt het niet precies zeggen, maar je kunt er wel iets van zeggen. Bijvoorbeeld dat Jan en Lida nooit meer dan 8 kilometer van elkaar kunnen wonen, of nooit minder dan 2 kilometer. Je kunt dat in een tekeningetje laten zien.’ Zo opgevat, is er juist sprake van een rijke opgave, met veel mogelijke oplossingsniveaus, die bij uitstek iets kan weergeven over het redeneren van de kinderen. In deze zin wordt door slechts 17% van de WIG-leerkrachten op de vraag gereageerd.

De gegeven voorbeelden illustreren dat direct uit de methode herkenbare aspecten tot meer realistische response leiden, dan zaken die verderaf staan, maar die wel de bedoelingen van realistisch reken-wiskundeonderwijs reflecteren.

### 3.4 conclusie

Terwijl het onderwijs van de NZR-leerkrachten meer met de achtergronden van hun methode overeenstemt dan dat van de WIG-leerkrachten, blijken de WIG-leerkrachten vaker de ideeën achter hun methode te onderschrijven. Een verklaring voor deze paradox zou kunnen zijn dat een mechanistische aanpak meer voor de hand ligt of eenvoudiger is. We wezen daar al eerder op.

Bovendien toont de kwalitatieve analyse dat de coherentie van de opvattingen beperkt is wanneer deze wordt afgemeten aan de onderwijstheorie. Meer specifiek laat de kwalitatieve analyse zien hoeveel ruimte er zit tussen een globale overeenstemming met de realistische onderwijstheorie en gelijkkluidende opvattingen over de concrete uitvoering.

Een constatering die consequenties heeft voor de opzet van begeleiding en nascholing bij het gebruik of de ingebruikname, van een realistische methode. Klaarblijkelijk is het niet voldoende de leerkrachten op globaal niveau over de bedoelingen van het realistische onderwijs te informeren, ook de micro-didactische uitwerking moet uitgebreid aan de orde komen. Ons inziens zal nascholing alleen niet altijd voldoende zijn. Het voorbeeld van leerkracht 14 en leerkracht 9 (p. 81, 82) laat zien welke specifieke didactische vaardigheden er vereist worden. Deze zijn waarschijnlijk alleen in de praktijk van het onderwijs te leren.

## 4 samenhang

In bovenstaande analyse veronderstelden we een samenhang tussen de opvattingen en de aard van het onderwijs. In deze paragraaf bespreken we het onderzoek naar deze samenhang. In de volgende gaan we in op de aanwezigheid van ontwikkeling in opvattingen en methodegebruik.

Het bepalen van een statistische samenhang tussen opvattingen en uitvoering stelt ons voor een aantal problemen. In de eerste plaats is het aantal cases beperkt: slechts

weinig leerkrachten die niet bij het leerlingcohort betrokken waren hebben de vragenlijsten ingevuld en het aantal bandopnames dat we van deze groep ontvingen was nog beperkter. Bovendien was er een grens aan de mogelijkheden voor het maken van transcripties en aan de belasting van de beoordelaars. Om pragmatische redenen concentreerden we ons bij het onderzoek naar de samenhang tussen opvattingen en uitvoering daarom op de leerkrachten, die ook betrokken waren bij het onderzoek naar de samenhang tussen methode en leerresultaat.

Naast het probleem van het geringe aantal cases worden we geconfronteerd met een zwakke realisatie van de bedoelingen<sup>1</sup>, die bovendien nog tamelijk uniform is en sterk correleert met de gebruikte methode. Dit maakt dat het weinig zinvol is om geavanceerde analysetechnieken in te zetten of om verfijnde analyses naar heel specifieke relaties uit te voeren.

De meest directe manier om samenhang tussen opvatting en uitvoering op te sporen is natuurlijk een berekening van de correlaties tussen beiden. Hiervoor zijn de opvattingenscores numeriek gecodeerd, van 'zeer real' = 1 tot 'zeer mech' = 5.

De variabele 'methode' is gecodeerd als NZR = 1, WIG = 2.

Samenhang opvattingen en uitvoering (correlaties) (n = 62)		
	mech	real
vak	.14	-.09
vakdidactiek	.30*	-.28*
leergang	.30*	-.18
opgaven	.25	-.18
opv. specifiek	.57**	-.49**

\* significant op .05 niveau

\*\* significant op .01 niveau

figuur 26: opvattingen en uitvoering

Zoals figuur 26 toont vinden we dan een aantal significante samenhangen. Wel moeten we ons daarbij bedenken dat deze samenhangen gecontamineerd zijn voor de factor methode. Deze samenhangen zijn echter wel relevant als we ons realiseren dat hier tot op zekere hoogte sprake is van een 'kip-of-het-ei' kwestie. Leerkrachten met een realistische opvatting zullen namelijk sneller voor een realistische methode kiezen en leerkrachten met een mechanistische opvatting voor een mechanistische. Deze redenering geldt zoals gezegd 'tot op zekere hoogte', daar niet alle onderwijsgevenden invloed gehad zullen hebben op de door de school gemaakte methodekeuze.

Een andere manier om opvattingen en gebruik met elkaar te vergelijken is, om te kij-

1. Daar een groot deel van de scores rond 'niet aanwezig' schommelen en het aantal cases beperkt is kunnen meetfouten gemakkelijk een rol gaan spelen.

ken of en in welke richting de leerkrachten van de lessuggesties in de methode afwijken. Bij de beoordeling van de lesprotocollen is de beoordelaars daarom gevraagd aan te geven, of de geprotocolleerde lessen in mechanistische, dan wel realistische zin van de lesbeschrijvingen in de methode afwijken.

Omdat de gescoorde afwijkingen in het algemeen slechts klein zijn hebben we de scores op deze twee vragen gedichitomiseerd:

- a er wordt mechanistischer lesgegeven [1], respectievelijk er wordt minder mechanistisch lesgegeven [0];
- b er wordt realistischer lesgegeven [1], respectievelijk er wordt minder realistisch lesgegeven [0].

Vervolgens is nagegaan of de zo geconstrueerde groepen ook verschillen in hun opvattingen, gebruikmakend van de eerder geschetste kwantitatieve codering van de opvattingen. De resultaten van deze analyse zijn opgenomen in de figuren 27 en 28.

relatie tussen opvattingen en mechanistischer gebruik methode										
uitvoering ten opzichte van methode	Opvatting (hoe hoger de score hoe mechanistischer)									
	vak		vak didactiek		leergang		opgave		opv.specifiek	
	gem	st.dev	gem	st.dev	gem	st.dev	gem	st.dev	gem	st.dev
minder mechanist	2.73	(.59)	2.76	(.57)	2.58	(1.01)	2.82	(.55)	1.65	(.48)
mechanistischer	2.83	(.40)	2.83	(.41)	3.50	(.54)	2.67	(.52)	2.00	(.54)
sign. niveau	.67		.77		.03		.52		.10	

relatie tussen opvattingen en realistische gebruik methode										
uitvoering ten opzichte van methode	Opvatting (hoe lager de score hoe realistische)									
	vak		vak didactiek		leergang		opgave		opv.specifiek	
	gem	st.dev	gem	st.dev	gem	st.dev	gem	st.dev	gem	st.dev
minder realistisch	2.85	(.38)	3.00	(.71)	3.23	(.60)	2.92	(.49)	1.95	(.40)
realistischer	2.71	(.26)	2.71	(.50)	2.52	(1.05)	2.77	(.55)	1.61	(.48)
sign. niveau	.61		.10		.02		.37		.01	

figuur 27 en figuur 28: opvattingen en gebruik

Voor de interpretatie van de tabellen is het van belang te weten dat de opvattingenscores lopen van 1 tot 5, waarbij een hoge score samenhangt met een mechanistische opvatting en een lage score met een realistische opvatting. Een uitzondering vormt de categorie 'opvattingen specifiek'. Daar variëren de scores van 1 tot 3, met als 1, 2 en 3 respectievelijk realistisch, niet onderscheidend en mechanistisch. We zien dan dat een mechanistischer uitvoering in vrijwel alle gevallen samengaat met een mechanistischer opvatting. Een uitzondering vormen de opvattingen op het niveau van de opgaven, maar de opgavespecifieke reacties binnen deze categorie hebben we al eerder aan de orde gesteld.

Realistischer gebruik gaat in alle gevallen samen met realistische opvattingen. Voor

de categorieën 'leergang' en 'opvattingen specifiek' blijkt er zelfs sprake van een significante ( $<.05$ ) samenhang. Ook bij de mechanistischer uitvoering vinden we een significante samenhang op het niveau van de leergang. Blijkbaar zijn de opvattingen over de concrete leergangen van betekenis voor een realistischer dan wel mechanistischer uitvoering. Ook hier vinden we dus weer een bevestiging van de gedachte dat vooral de micro-didactische opvattingen ertoe doen.

## 5 ontwikkeling in opvattingen en gebruik

### 5.1 verandering in opvattingen

Voor het onderzoek naar de groei in opvatting beperken we ons in eerste instantie tot de leerkrachten die ook in het effectonderzoek betrokken waren. Tenslotte deed de door ons beoogde onderzoekssituatie, waarbij dezelfde leerkracht enkele jaren in hetzelfde leerjaar lesgeeft, zich vrijwel niet voor. In de praktijk betekent dit dat alleen de groei over twee jaar berekend kan worden en niet zoals oorspronkelijk beoogd over drie jaar.

Bij de kwalitatieve analyse kunnen echter wel enkele leerkrachten worden betrokken waarvan we gegevens over drie opeenvolgende jaren hebben.

In de vragenlijst naar de opvattingen wordt gekeken naar de groei in gebruik en opvattingen, door dezelfde vragenlijst een aantal jaren achtereenvolgens aan de leerkrachten voor te leggen.

Zoals eerder uiteengezet, is gekozen voor een procedure waarbij de onderwijsgevende het eerste jaar de vragenlijst invult en de daarop volgende jaren aan de hand van de ingevulde vragenlijst aangeeft waar zijn of haar opvattingen zijn gewijzigd. Aangenomen mag worden dat dit tot minder verschuivingen leidt dan wanneer steeds opnieuw een blanco vragenlijst geheel opnieuw was ingevuld. Dit laatste zou echter op teveel weerstand zijn gestuit, en is daarom achterwege gelaten.

Wanneer we de opvattingen van de leerkrachten vervolgens conform de eerder geschetste procedure kwantificeren blijkt dat zich geen significante veranderingen in de opvattingen van deze groep WIG-leerkrachten hebben voorgedaan (zie fig. 29).

Aanwezigheid groei in de opvattingen van de WIG-leerkrachten (n = 10)		
niveau opvattingen	1e invuljaar	2e invuljaar
vak	2.60 (.84)	2.50 (.85)
vakdidactiek	2.70 (.48)	2.80 (.42)
leergang	2.30 (.95)	2.10 (.99)
opgaven	2.70 (.48)	2.60 (.52)
opv. specifiek	1.45 (.25)	1.40 (.21)

figuur 29: de gemiddelde verandering in opvattingen

Ook meer en detail bekeken blijven de verschuivingen beperkt. Twee leerkrachten tonen op bepaalde punten verschuiving in de richting van meer mechanisme (meer oefenen, meer stapsgewijze zaken willen aanpakken, en dergelijke).

Zes leerkrachten gaan wat verder op de realistische weg (meer openheid, meer oplossingsmogelijkheden).

Bij beide groepen leerkrachten lijkt de dagelijkse ervaring met de methode een aanleiding te zijn om een bepaalde weg in te slaan. We zien echter dat de ervaringen niet automatisch leiden tot een aanpassing in realistischere richting.

## 5.2 verandering in gebruik

Bij het beantwoorden van de vraag naar de veranderingen in de wijze van gebruik is een vergelijkbare procedure gevolgd. Hier is bij dezelfde leerkrachten nagegaan of de scores op de protocolanalyse veranderden. Ook hier werden geen significante verschillen gevonden (zie fig. 30).

ontwikkeling in de wijze van gebruik			
	WIG (n = 7)		
	mech	st. dev.	real st. dev.
1e keer	2.19	(.23)	3.28 (.33)
2e keer	2.38	(.26)	3.23 (.44)
sign. niveau	.16		.80

(gebaseerd op de somscores real & mech)

figuur 30: veranderingen in de aard van het onderwijs

### *vragenlijst*

Tot slot is ook nagegaan in hoeverre de onderwijsgeevenden zelf zeggen veranderingen aan te brengen in hun onderwijs (Verneulen, 1990c). Uit de analyse blijkt dat 45% van de WIG-leerkrachten in het eerste jaar van het onderzoek zegt op één of andere manier in de uitvoering van de methode te veranderen. Dit loopt op tot 66% in het derde jaar van het onderzoek. Hoewel de onderzoeksgroep in de loop der jaren van leerkrachtsamenstelling verandert, blijven de scholen dezelfde en hebben de leerkrachten dus ook meer ervaring opgedaan. Als gekeken wordt naar dezelfde onderwijsgeevenden, dan blijkt dat 45% in het eerste jaar van onderzoek zegt de uitvoering te veranderen. In het tweede of derde jaar van onderzoek loopt dat bij dezelfde groep op tot 55%. Er worden in de loop der jaren meer aanpassingen aangebracht.

Ook uit de vraag naar additioneel materiaal blijkt dat leerkrachten in de loop der jaren meer extra materiaal gebruiken. Bij de methode WIG is daarbij het remediërend programma 'Remelka' het meest in het oog springend. In het eerste jaar van onderzoek wordt dat door vier leerkrachten gebruikt. Dit loopt daarna op tot acht leer-

krachten. Van de onderzochte onderwijsgeevenden gaat 36% in de loop der jaren meer additioneel materiaal gebruiken, terwijl 14% juist minder additioneel materiaal gaat hanteren.

### *interviews*

Bij de leerkrachten van de methode WIG zijn aan het eind van het jaar interviews afgenomen. Eén van de interviewvragen betreft de manier van aanpak bij voorbereiding en de vraag of de werkwijze in de loop der jaren is veranderd.

Er zijn drie categorieën onderscheiden waarin antwoorden kunnen worden ondergebracht:

- a onderwijsgeevenden die de handleiding op de voet volgen;
- b onderwijsgeevenden die flexibeler omgaan met de handleiding, bijvoorbeeld de organisatie veranderen, maar die wel de grote lijn aanhouden en de materialen hanteren;
- c onderwijsgeevenden die duidelijke veranderingen in inhoud, aanpak of materialen aanbrengen.

Daarbij is nagegaan wat de relatie is met het aantal jaren ervaring dat leerkrachten hebben.

Deze analyse levert op dat bijna de helft van de onderwijsgeevenden de methode WIG op de voet zegt te volgen (46%), terwijl de rest zegt flexibeler met de handleiding om te gaan (54%). Het hoogste niveau van gebruik is volgens zeggen van de onderwijsgeevenden niet vertegenwoordigd. Bedacht moet worden dat geen der onderwijsgeevenden de methode langer dan vier jaar gebruikt.

Er is sprake van enige relatie tussen het aantal jaren ervaring met de methode en de manier waarop men zegt met de methode om te gaan; naarmate men meer ervaring heeft, wordt de methode vaker flexibeler gebruikt (als er onderscheid wordt gemaakt in meer of minder dan twee jaar gebruik van de methode, bedraagt de  $\phi$  0.46). Dit resultaat bevestigt in elk geval de veronderstelling dat groei in gebruik van de methode mogelijk is.

### **begeleiding**

In de interviews is tenslotte het gebruik en de vraag naar externe begeleiding nagegaan. De behoefte aan begeleiding kan duiden op een vraag naar ondersteuning bij een meer flexibel gebruik van de methode. Dit levert een wat teleurstellend beeld: van de WIG-leerkrachten kreeg 24% in enig jaar van uitvoering externe begeleiding (systeembegeleiding of leerlingbegeleiding); slechts 12% van de leerkrachten sprak de behoefte uit aan externe begeleiding. Dit duidt erop dat men het gebruik het liefst zelf ter hand neemt, terwijl de mogelijkheden voor groei misschien niet gezien worden.



---

## Hoofdstuk 4

# METHODE EN LEERRESULTATEN

Het tweede deelonderzoek richt zich op de samenhang tussen het onderwijs en de leerresultaten. Centraal staat hier de invloed van de inhoud van de methode op de leerresultaten. Daarnaast wordt ook gekeken naar de invloed van de aard van het onderwijs op de leerresultaten. In beide gevallen worden alleen de leerprestaties in het onderzoek betrokken. De oplossingsstrategieën, die de andere component van de leerresultaten vormen, worden apart geanalyseerd. Dan worden de door de leerlingen in de leerlinginterviews gehanteerde oplossingsstrategieën vergeleken met de in de methode aangeboden strategieën.

Om de invloed van de methode, in casu van de leerstofinhoud van de methode vast te kunnen stellen is een nauwkeurige methode-analyse geboden. We beginnen dit hoofdstuk daarom met een beschrijving van deze methode-analyse (zie ook Van den Heuvel-Panhuizen, 1991a).

### 1 de inhoud van het onderwijs

Zoals werd uiteengezet, is de verwachting dat de domeinspecifieke onderwijstheorieën hun uitwerking krijgen in de aard en inhoud van het onderwijs. Onder de inhoud wordt de aangeboden leerstof en de daarbij gehanteerde leerstofopbouw verstaan. De aard van het onderwijs verwijst naar de overeenstemming van het feitelijk onderwijsleerproces en de achterliggende onderwijstheorie. Dit onderscheid is met name relevant als we ervan uitgaan dat de leerkracht de methode in grote lijnen volgt. Dat is het geval wanneer afwijkingen zich voornamelijk beperken tot het lesniveau met andere accenten, andere voorbeelden, meer of juist minder oefenstof.

Wanneer de leerkracht grofweg de methode volgt kan voor de inhoud van het onderwijs volstaan worden met een analyse van de gebruikte methode. De meer verfijnde analyse van het feitelijke lesgeefgedrag kan dan beperkt blijven tot de aard van het onderwijs.

Op grond van bovenstaande overwegingen is besloten het onderzoek wat de inhoud van het onderwijs betreft te beperken tot het analyseren van de directe relaties tussen de inhoud van de methode en de leerprestaties. Bovendien is nagegaan in hoeverre de leerkrachten uit de onderzoeksgroep van hun methode afwijken.

## 1.1 **methode-analyse**

De analyse van de inhoud van de methoden betreft zoals gezegd de leerstofstructuur. Deze wordt opgespoord door middel van een kwalitatieve analyse. Kwantificering heeft hier weinig zin; uit hoeveel opgaven elk onderdeel bestaat was in dit geval minder relevant, en bovendien verwachten en accepteren we juist daarin afwijkingen van wat de methode aanbiedt. Het doel van de analyse is een beschrijving van de leerstofstructuur zoals die door de methodeschrijvers in handleiding en leerlingmateriaal is vastgelegd.

De methode-analyse is ook van belang voor de ontwikkeling van de onderzoeksinstrumenten. Zo is het voor de ontwikkeling van de opvattingenvragenlijst belangrijk te weten wat de methoden voorschrijven. Dit geldt ook voor de ontwikkeling van de toetsen en de leerlinginterviews. Een overzicht van wat er in beide methoden aan de orde komt en in welke volgorde het aan de orde komt, geeft een zekere richtlijn voor de opklimming in moeilijkheidsgraad van de in de toetsen op te nemen items.

### ***werkwijze methode-analyse***

De genoemde functies van de methode-analyse vragen om een gedetailleerde analyse. Deze moet niet alleen een aantal algemene didactische kenmerken opleveren, maar ook een vrij nauwkeurig overzicht geven van de leerstof en de leeractiviteiten. De analyses van De Jong (1986) en de analyses die opgenomen zijn in de almanakken (De Jong e.a., 1983; Feijs e.a., 1987) zijn voor dit doel niet geschikt. Ze hebben meer betrekking op de methoden in zijn geheel en zijn daarom te algemeen.

Bij de methode-analyse is als volgt te werk gegaan. Begonnen is met het maken van uitgebreide beschrijvingen van de beide methoden. Van elke methode is per blok beschreven wat er volgens de methode in de klas moet worden behandeld. Zowel WIG als NZR hebben een indeling in blokken. Bij WIG is sprake van een expliciete opbouw in blokken en bij NZR staat de indeling in blokken aangegeven in de inleiding van de methode. Bij het maken van de beschrijvingen is uitgegaan van de informatie die bij de taken vermeld staat, eventueel aangevuld met informatie die ter inleiding van een blok wordt gegeven. In de gemaakte beschrijvingen is opgenomen wat er aan leerstof wordt behandeld en welke leeractiviteiten daarbij worden uitgevoerd. Hierbij is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de formuleringen zoals die in de methoden zelf staan.

In de tweede beschrijvingsronde, is in de beide methoden een indeling aangebracht overeenkomstig het tijdschema van de toetsafname (vier toetsen per jaar waarvan één toets meteen aan het begin van het jaar). Per deel is een samenvatting gemaakt van het methode-aanbod, gecentreerd rond bepaalde leerstofonderdelen. Voor groep 3 en 4 zijn dit de onderdelen getalbegrip, rekensysteem, meten/meetkunde en overige onderwerpen. De uitbreiding van het programma maakt dat bij groep 5 het aantal onderdelen groter is. Hier worden de onderdelen getallen, hoofdrekenen, optellen/

afrekken, vermenigvuldigen/delen, overige bewerkingen, rekenen in toepassings-situaties, meten, meetkunde en overige onderwerpen onderscheiden. Om te komen tot een overzicht per leerjaar zijn de drie delen per leerjaar later weer samengevat tot een beschrijving per leerjaar, waarbij de indeling in leerstofonderdelen is gehandhaafd.

Na deze tweede beschrijvingsronde is pas het eigenlijke analysewerk gestart. Door de verschillende gangen door de methoden en beschrijvingen ervan, zijn twee verschillende invalshoeken voor analyse naar voren gekomen: een meer op de didactiek gerichte invalshoek en een meer op de leerstof toegespitste invalshoek.

Gekeken is naar de manier waarop het onderwijs in de beide methoden is aangepakt. Dit is gedaan door voor beide methoden eerst in trefwoorden aan te geven hoe het onderwijs in de betreffende methode is te kenmerken. Daarna heeft er een wederzijdse confrontatie plaatsgevonden:

- geldt datgene wat voor NZR geldt ook voor WIG?
- geldt datgene wat voor WIG geldt ook voor NZR?
- zo niet, hoe is dan het onderwijs te typeren?

Op dezelfde wijze is ook naar de leerstofonderdelen gekeken die in de twee methoden aan bod komen. Beide invalshoeken hebben een overzicht opgeleverd van de verschillen en overeenkomsten in de didactische aanpak en de te behandelen leerstof. Geprobeerd is de zeggingskracht van dit overzicht zo groot mogelijk te maken door niet alleen een kale opsomming te geven van de onderwijskenmerken en de leerinhouden, maar deze vergezeld te laten gaan van voorbeelden en korte citaten uit de handleidingen.

Met deze derde ronde was het analysewerk echter nog niet ten einde. Er ontbrak nog iets aan. Het aldus verkregen overzicht was te statisch. Het bood geen zicht op leerlijnen. Vandaar dat voor elk leerjaar nog een aparte analyse is gemaakt van hoe het onderwijs rond een bepaald leerstofonderdeel is opgebouwd. Zo is in groep 3 gekeken naar het leren maken van optel- en aftreksommen. Voor groep 4 is de analyse van deze leerlijn voortgezet en uitgebreid met het leren van vermenigvuldig- en deelsommen. Bovendien is gekeken naar het automatiseren van het optellen en aftrekken tot twintig. De aparte analyse die voor groep 5 heeft plaatsgevonden heeft betrekking op de leerlijn cijferen.

## 1.2 leerstofinhoud NZR en WIG

In het volgende worden de in de methode-analyse gevonden verschillen tussen NZR en WIG samengevat (Van den Heuvel-Panhuizen, 1991a). Allereerst worden de meer algemene verschillen – breedte leerstofaanbod en toepassingen – geschetst, daarna worden de specifieke verschillen in de leerlijnen voor het pure rekenen besproken.

### ***breedte leerstofaanbod***

WIG en NZR verschillen duidelijk in de breedte van het leerstofaanbod.

Bij NZR ligt het accent op het leren rekenen. Dit wordt aangevuld met sommen over geld en klok- en kalenderkennis. Onderdelen als meten en meetkunde beperken zich tot het leren van de standaardmaten, weten wat de lengte, breedte en omtrek is en weten wat een vierkant en wat een rechthoek is.

Bij WIG is juist sprake van een breed aanbod dat naast het rekenen, het meten en de meetkunde, ook onderdelen als verhoudingen, combinatoriek, kans en grafieken omvat. In WIG vinden we ook veel activiteiten waarin aspecten van verschillende leerstofonderdelen geïntegreerd aan de orde komen.

### ***toepassingen***

NZR is kaal van opzet. Het toepassingsgerichte rekenen blijft grotendeels beperkt tot eenvoudige redactie-opgaven. Alleen in de start van sommige blokken wordt het rekenen af en toe gekoppeld aan een toepassingssituatie.

Bij WIG is daarentegen veel aandacht voor toepassingen. Dit komt onder meer tot uiting in thema's of projecten en de beschrijving van contextsituaties met plaatjes. Een belangrijk verschil met NZR is dat de contextopgaven geplaatst worden in de belevingswereld van de kinderen, waardoor de getalsmatige bewerkingen in een zinvol verband plaatsvinden.

### ***de rekenlijnen in NZR en WIG***

Naast deze globale verschillen zijn er ook belangrijke verschillen binnen de leerstofstructuur voor het leren rekenen. Deze verschillen betreffen zowel de leerstofplanning, als de didactische opbouw en het type oplossingsstrategieën dat aan bod komt. De meest opvallende verschillen worden hierna successievelijk besproken.

#### *optel- en aftreksommen in groep 3*

Uit de methode-analyse is naar voren gekomen dat er in groep 3 met betrekking tot het leren maken van optel- en aftreksommen tussen de twee methoden grote verschillen bestaan.

Een verschilpunt dat meteen in het oog springt betreft de getalgrootte. Bij NZR worden sommen tot twintig gemaakt en bij WIG gaan de sommen tot honderd.

Ook is er een verschil in het soort optel- en aftreksommen dat wordt gemaakt. Bij WIG worden geen optel- en aftreksommen gemaakt met tientaloverschrijding, althans hieraan wordt niet expliciet aandacht besteed. Bij NZR wordt aan de tientaloverschrijding juist veel aandacht besteed. Er wordt hier één strategie gehanteerd: eerst de tien vol- of leegmaken. Bij WIG daarentegen wordt niet expliciet gekozen voor een bepaalde strategie.

Een ander verschil betreft de bewerkingen die aan de orde komen. Bij WIG komen naast het optellen en aftrekken ook de bewerkingen vermenigvuldigen en delen aan bod. Dit gebeurt echter zonder dat er formele sommennotaties bij worden gemaakt.

Een opvallend ander verschil heeft betrekking op de notatie van de sommen. Bij NZR is alleen sprake van de traditionele sommennotatie, terwijl bij WIG ook andere notatiewijzen worden gebruikt, zoals pijlsommen, bussommen, machientjessommen, optel- en aftrektabellen, rekenwieltes.

Het scherpst komen de verschillen tussen beide methoden naar voren als gekeken wordt naar hoe het leren maken van optel- en aftreksommen in groep 3 is opgebouwd (zie fig. 31). Bij NZR wordt direct begonnen met het leren van sommen in de traditionele sommennotatie, terwijl deze bij WIG pas wordt geïntroduceerd nadat eerst andere notatiewijzen zijn gebruikt, de busnotatie en de meer algemene pijlentaalnotatie.

	NZR	WIG
	Jongleren met getallen 1 en 2	
na ca. 1 mnd.	het leren van het getal '1' en '=' volgende taak: het leren van '2' en '+' daarna sommen deze volgen de geleerde getallen	het leren van de relatietekens '=' en '≠' en het maken van 'ware beweringen'
na ca. 2 mnd.	het leren van het getal 6 en '-'	via busmodel: '+' en '-' en pijlentaal  generalisatie pijlentaal
halverwege groep 3	de sommen t/m 10 zijn behandeld het leren maken van de sommen gaat vergezeld van splitsoefeningen	via pijlentaal en plaatje-som koppeling wordt de traditionele somnotatie geleerd tegelijk worden automatiseringsoefeningen gedaan, o.a. splitsen  introductie machinemodel
eind groep 3	optel- en aftreksommen t/m 20, incl. sommen met tientaloverschrijding en sommen met een samengestelde tweede term	optel- en aftreksommen t/m 100, excl. sommen met tientaloverschrijding en sommen met een samengestelde tweede term  n.b. het is niet de bedoeling van de methode dat alle kinderen al sommen t/m 100 kunnen maken

figuur 31: leerlijn optel- en aftreksommen in groep 3

#### *het leren maken van sommen in groep 4*

De verschillen tussen NZR en WIG in de leerlijn optel- en aftreksommen van groep 3 worden in groep 4 min of meer voortgezet. Evenals in groep 3 zijn er in groep 4

verschillen in het sommenbereik, de sommennotatie en de oplossingsstrategieën. De voorsprong die NZR in groep 3 ten aanzien van het systematisch behandelen van formulesommen heeft opgebouwd, wordt verder gecontinueerd (fig. 32).

Het optellen en aftrekken tot honderd is halverwege groep 4 afgerond, terwijl bij WIG pas aan het einde van groep 4 alle optel- en aftreksommen tot honderd met samengestelde termen en met tientaloverschrijding aan de orde zijn geweest. Hierbij zij opgemerkt dat niet alle kinderen ze hoeven te kunnen maken zonder materiaal. Ook worden bij NZR de vermenigvuldig- en deeltafels eerder geïntroduceerd. Aan het eind van groep 4 worden bij NZR al vermenigvuldigsommen met getallen groter dan tien, deelsommen met rest en deelsommen met een quotiënt groter dan tien gemaakt, terwijl in WIG deze sommen nog niet voorkomen.

	NZR Jongleren met getallen 3 Naar Zelfstandig Rekenen 4	WIG
begin groep 4	optel- en aftreksommen tot 100 met enkelvoudige tweede term incl. tiental-overschrijding vermenigvuldigtafels t/m 5 en 10 en indirecte tafelsommen, incl. met rest	optel- en aftreksommen tot 100 met enkelvoudige tweede term excl. tiental-overschrijding vermenigvuldigtafel 2, 10 en 5
midden groep 4	optel- en aftreksommen tot 100 met samengestelde tweede term incl. tiental-overschrijding vermenigvuldigtafels 6 t/m 9 en indirecte en omgekeerde tafelsommen	optel- en aftreksommen tot 100 met enkelvoudige tweede term incl. tiental-overschrijding vermenigvuldigtafel 3, 4 en 8
eind groep 4	vermenigvuldigsommen met getal >10 deeltafels t/m 10 deelsommen met rest en deelsommen met quotiënt >10	optel- en aftreksommen tot 100 met samengestelde tweede term incl. tiental-overschrijding (niet door iedereen zonder materiaal) vermenigvuldigtafel 6, 9 en 7

figuur 32: leerlijn sommen in groep 4

Ten aanzien van de sommennotatie valt bij NZR weer de gerichtheid op de traditionele notatie op en wat betreft de strategieën geldt voor beide methoden ook weer in grote lijnen hetzelfde als in groep 3. NZR kiest expliciet voor bepaalde strategieën, terwijl dit bij WIG niet wordt gedaan (zie fig. 33).

*verschillen binnen methoden*

Behalve overeenkomsten met de bevindingen van de methode-analyse van groep 3, heeft de methode-analyse van groep 4 ook punten opgeleverd die daarvan afwijken.

Voor beide methoden geldt dat het aanbod voor de twee leerjaren niet zomaar op één lijn kan worden gesteld. De analyse van de deeltjes voor groep 4 heeft namelijk duidelijk gemaakt dat er niet alleen verschillen zijn tussen methoden, maar dat er ook verschillen zijn binnen methoden.

Het meest in het oog springende bij de verschillen binnen de methoden, is de omschakeling bij NZR naar een andere organisatievorm. Bij het eerste deel voor groep 4 (Jongleren met Getallen 3) is evenals bij de twee deeltjes voor groep 3 voornamelijk sprake van een klassikale werkwijze. Het tweede deeltje (Naar Zelfstandig Rekenen 4) is meer gericht op een individuele werkwijze.

Niet zo direct zichtbaar maar zeker niet minder belangrijk is dat bij beide methoden in groep 4 wordt afgeweken van de in groep 3 gangbare didactische aanpak. Dit geldt met name voor het onderdeel vermenigvuldigen.

	NZR	WIG
optellen	<p>over het eerste tiental: 10 volmaken (ook bij <math>8 + 11</math>)            met samengestelde getallen:            bij <math>24 + 30</math>: in het begin eerste getal splitsen            bij <math>24 + 37</math>: eerste getal heel laten, tweede splitsen (<math>24 + 30 + 7 =</math>)            (extra hulp: op rekenaar beide getallen splitsen en werken van links naar rechts; op getallenlijn: eerste getal heel laten, tweede getal splitsen)</p>	<p>over het eerste tiental: 10 volmaken of via handig rekenen (<math>+ 9</math> en omkering, verdubbeling, bijna dubbel en omkering, bekende splitsing)            met samengestelde getallen: de strategieën worden niet expliciet aangegeven; veel aandacht voor de structuur van getallen (zoveel tientallen/lossen); sommen uitbeelden m.b.v. knopenkaarten (twee kolommen van 5), rekenstaven en abacus; instructie aan de hand van instructieketens (<math>5 + 6</math>, <math>15 + 6</math>, <math>25 + 6</math>, <math>35 + 6</math>, <math>35 + 16</math>)</p>
aftrekken	<p>over het eerste tiental: 10 leegmaken            over andere tientallen: 10 leegmaken of getal onder de 20 afsplitsen (<math>35 - 8 = 20 + (15 - 8)</math>)            met twee samengestelde getallen: eerste getal heel laten, tweede getal splitsen (ook bij <math>18 - 13</math>)            (extra hulp: op rekenaar beide getallen splitsen en werken van links naar rechts;            op getallenlijn: getal onder de 20 afsplitsen en werken van rechts naar links)</p>	<p>over het eerste tiental: 10 leegmaken of via handig rekenen (<math>11 -</math>, halvering, bekende splitsing)            met samengestelde getallen: de strategieën worden niet expliciet aangegeven (zie bij optellen)</p>

figuur 33: strategieën bij optellen en aftrekken in groep 4

*de automatisering van het optellen en aftrekken tot twintig*

Behalve naar het sommengamma in groep 4 is gekeken naar hoe de automatisering van het optellen en aftrekken tot twintig bij de twee methoden verloopt (fig. 34).

Ook wat dit betreft zijn er grote verschillen tussen de twee methoden. Deze verschillen hebben zowel betrekking op de didactische middelen die worden gebruikt om te komen tot kennis van de betreffende optellingen en aftrekkingen, als op de planning. Conform de realistische didactiek wordt bij WIG gekozen voor een brede basis en een meer geleidelijke opbouw. Zo hoeven de sommen over het eerste tiental bij WIG pas aan het eind van groep 4 te zijn geautomatiseerd, terwijl bij NZR deze sommen al in de tweede helft van groep 3 zijn behandeld. Uitspraken over de mate van automatisering worden hierbij echter niet gedaan.

Bij NZR bestaat de basis om te komen tot automatisering bijna alleen uit splitsingen en het maken van sommen. Bij WIG daarentegen is sprake van een groter arsenaal van soorten oefeningen en er wordt bovendien meer aandacht besteed aan eigenschappen en handigheidjes.

Een belangrijk ander verschilpunt is de plaats die het automatiseringsprogramma inneemt in het geheel.

	Memoriserings/automatisering + / - 20	
	NZR	WIG
Plaats in programma	maakt geïntegreerd deel uit van JLG 1 en 2; sterker nog: is het programma	staat enigszins los van het meer op inzicht gerichte deel van het programma
Opbouw	in JLG 1 komen achtereenvolgens de getallen t/m 10 aan de beurt met de bijbehorende sommen; in JLG 2 wordt dit voortgezet met de getallen 11 t/m 20 en de bijbehorende sommen	in deel 1a verkenning optellingen en aftrekkingen t/m 10; aan eind van deel 1a wordt de sommennotatie geleerd; systematische oefening van sommen begint pas in deel 1b en gaat verder in deel 2a; in deel 2b volgen de sommen t/m 20 met tientaloverschrijding



<p>Memoriserings/ automatiseringsbasis</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- splitsingen bedenken met concrete aantallen of getallen t/m 20 (en hoger) en noteren in: T-schema, cirkelschema, 20-veld (4 kolommen van 5)</li> <li>- splitsingen vertalen in verschillende sommen (<math>2 + 4 = 6</math>, <math>4 + 2 = 6</math>, <math>6 - 2 = 4</math>), zo komen impliciet commutatieve eigenschap en inverse relatie aan de orde</li> <li>- sommen maken en (vanaf 10) uitbeelden m.b.v.: rekenaar, positiestroken, geld, 20-veld</li> <li>- optel-/aftrektafels (<math>8 + 3</math>, <math>8 + 4</math>, <math>8 + 5</math>)</li> <li>- typerijen (met dezelfde uitkomst)</li> <li>- structuurrijen (eerst <math>7 + 3 + 6</math> dan <math>7 + 9</math>)</li> <li>- analogierijen (eerst <math>8 - 2</math> dan <math>18 - 2</math>)</li> <li>- indirecte sommen (puntsommen)</li> <li>- zelf bedenken van sommen met gegeven getallen of getallenparen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- splitsingen bedenken met concrete aantallen of getallen t/m 20 (en hoger)</li> <li>- splitsoefeningen aan de hand van: T-schema/paalsommen, vloertjes, dubbeldekkers, flitskaarten</li> <li>- steeds nagaan hoe optelling/afrekening snel kan worden uitgerekend</li> <li>- gekoppeld aan bij splitsingen attent maken op commutatieve eigenschap</li> <li>- relatie tussen optellen en aftrekken (inverse relatie): bij splitsingen, op getallentlijn en leggen van blokjes</li> <li>- onderscheid maken in verschillende soorten sommen: nulgevallen en (bijna)verdwijnggevallen, <math>+ 1 - 1</math> en omkeringen, dubbelen, bijna-dubbelen, <math>+ 2</math> of <math>- 2</math> en omkeringen</li> <li>- oefenrijtjes met sommen t/m 10</li> <li>- sommendictees</li> <li>- bus-, pijl-, machientjessommen (incl. indirecte opgaven), optel- en aftreketabellen</li> <li>- zelf bedenken van sommen</li> <li>- spelletjes: o.a. domino, memory</li> </ul>
<p>Planning</p>	<p>hierover geen expliciete uitspraken; wat aan de orde is geweest, wordt als gekend verondersteld</p>	<p>gememoriseerd/geautomatiseerd t/m 10: halverwege groep 4 over eerste tiental: eind groep 4 (‘familiesommen’: <math>7 + 5</math>, <math>17 + 5</math>, <math>27 + 5</math>, enz., halverwege eerste helft groep 5)</p>

figuur 34: automatisering/memorisering optellen en aftrekken tot 20

Bij NZR maakt het een geïntegreerd deel uit van het hele reken-wiskundeprogramma in feite is het hele reken-wiskundeprogramma één groot automatiseringspro-

gramma, terwijl bij WIG het automatiseringsprogramma enigszins los staat van het meer op inzicht gerichte deel van het programma.

### *automatisering van de tafels in groep 4 en 5*

Ook de vermenigvuldig- en deeltafels worden bij NZR vrij vlot behandeld. Begin groep 4 wordt begonnen met de eenvoudige vermenigvuldigtafels tot vijf, halverwege het jaar zijn de vermenigvuldigtafels tot tien behandeld en aan het eind van groep 4 de deeltafels tot tien. Bij WIG daarentegen komen in groep 4 alleen de vermenigvuldigtafels aan de orde. In het begin de tafel van twee, tien en vijf, halverwege groep 4 zijn de tafel van drie, vier en acht aan de beurt en aan het eind van het jaar volgen de tafel van zes, negen en zeven. De vermenigvuldigtafels moeten eind groep 5 geautomatiseerd te zijn. De deeltafels komen pas in groep 5 aan de orde en moeten eind groep 6 geautomatiseerd zijn.

### *cijferen in groep 5*

De methode-analyse van het onderdeel cijferen laat zien, dat er wat dit betreft eveneens aanzienlijke verschillen bestaan tussen NZR en WIG. Het meest in het oog springende verschil is, dat ondanks de gelijke start van beide methoden aan het begin van groep 5, NZR aan het eind van groep 5 veel verder komt met het cijferend rekenen dan WIG. Bij NZR wordt het cijferend vermenigvuldigen (met de korte notatie) en het staartdelen al in groep 5 behandeld, terwijl dit bij WIG pas in groep 6 aan de orde komt. In de tweede helft van groep 5 wordt bij WIG al wel het cijferend vermenigvuldigen met een uitgebreide notatievorm (met tussenuitkomsten en de bijbehorende sommen) geïntroduceerd.

Gezien dit verschil in leerstofplanning bevat de laatste toets van groep 5 alleen optellen en aftrekcijferopgaven. Ook met deze beperking zijn er nog aanmerkelijke verschillen in het aanbod. Op de eerste plaats brengt de eenzijdige gerichtheid van NZR op het onderdeel rekenen met zich mee dat er veel tijd wordt besteed aan het maken van sommen en dus ook aan cijferopgaven. Maar ook de manier waarop het cijferend rekenen wordt geleerd verschilt nogal in beide methoden.

Bij NZR is sprake van een heel directe instructie. De kinderen hebben de betreffende optel- en aftreksommen al leren maken in groep 4 en leren nu een andere manier van opschrijven. In plaats van naast elkaar worden de sommen nu onder elkaar opgeschreven. In het boek staat hoe je dat moet doen. Om de uit te voeren handelingen te sturen wordt expliciet aangegeven wat je erbij moet zeggen. De abacus wordt erbij genomen om te laten zien hoe het in elkaar zit.

Bij WIG wordt op de abacus gestart en pas als het optellen en aftrekken op de abacus geen problemen meer oplevert, wordt de cijfernotatie geïntroduceerd. Een tussenvorm hierbij is de notatie met positiestrepen.

Dat bij NZR meteen wordt ingewisseld terwijl dit bij WIG wordt uitgesteld is kenmerkend voor het verschil in benadering. In de beginfase wordt bij WIG de optelling

eerst uitgevoerd en genoteerd zonder dat er ingewisseld is. Opvallend bij WIG is dat het optellen en aftrekken in de beginfase duidelijk gescheiden worden gehouden. Naast verschilpunten zijn er echter ook punten van overeenkomst. De gelijke start is al genoemd. Een ander punt van overeenkomst is de volgorde waarin de verschillende soorten optellingen, aftrekkingen en vermenigvuldigingen aan bod komen. De moeilijkheidsgraad van het cijferen wordt geleidelijk opgevoerd door bij het cijferend optellen en aftrekken het aantal inwisselingshandelingen te vergroten en door de sommen uit te breiden met moeilijke nulgevallen.

		NZR	WIG
		Jongleren met getallen 3 Naar Zelfstandig Rekenen 4	
begin groep 5	+ / -	<p>eerst abacus oefening: getallen uiteenleggen in eenheden en tientallen; dan sommen naast elkaar <math>43 + 24 = 4t + 2t</math> en <math>3 + 4</math>; daarna notatie onder elkaar en uitvoeren op abacus; eerst sommen zonder inwisselen, volgende taak met inwisselen: <math>37 + 25</math>; in het boek staat de verwoording: 'aan de rechterkant beginnen <math>5 + 7 = 12</math>; <math>12 = 10 + 2</math>; we schrijven de 2 op en 1 tien bewaren we; nu verder optellen: <math>2t + 3t = 5t</math>', enz.; hierna meteen ook aftrekepgaven met inwisselen; de moeilijkheidsgraad van het cijferen wordt geleidelijk opgevoerd: meer inwisselhandelingen, nulgevallen</p>	<p>herhaling abacus oefeningen (getallen opzetten, inwisselen, enz.); pas als dit geen problemen meer oplevert, wordt gestart met het cijferend optellen op de abacus: <math>483 + 344</math>; alleen het antwoord wordt genoteerd, eerst alles erbij doen dan inwisselen; na 2 weken introductie positie-strepen: eerst uitgebreide notatie, daarna meteen inwisselen; met een stip wordt boven de cijfers aangegeven of er ingewisseld moet worden; cijferend aftrekken pas als kinderen vertrouwd zijn met optellen; ook in oefenlessen wordt aangeraden optellen en aftrekken gescheiden te houden; de moeilijkheidsgraad wordt geleidelijk opgevoerd: meer inwisselhandelingen en nulgevallen</p>
	×	<p>halverwege de eerste helft groep 5 introductie cijferend vermenigvuldigen; eerst naast elkaar: <math>2 \times 16 = 2 \times 10</math> en <math>2 \times 6 = 20 + 12 = 32</math>, daarna onder elkaar; de verwoording staat in het boek, er wordt verwezen naar de abacus</p>	

midden groep 5	+ / -	cijferend optellen en aftrekken tot 1000 waarbij meerdere keren gewisseld moet worden (238 + 72 + 396+5 en 687 – 398)	aan eind van oefenboekje 3a cijferend optellen en aftrekken tot 10.000 (463 + 49 + 249, 5876 + 2134, 9480 – 8695)
	×	cijferend vermenigvuldigen tot 1000 met vermenigvuldiger <10 (136 × 7)	start met cijferend vermenigvuldigen; er wordt uitgegaan van concrete situaties (in een zak zitten 23 koekjes, de bakker heeft 8 zakken gevuld; de kinderen moeten zelf een handige manier zoeken; later 18 zakken, het ontdekken van de 'greep van 10')
eind groep 5	+ / -	het cijferend optellen en aftrekken wordt uitgebreid tot 10.000	herhaling van het cijferend optellen en aftrekken tot 10.000
	×	het cijferend vermenigvuldigen wordt uitgebreid met het vermenigvuldigen met tientallen: 256 × 20, 'eerst een 0 zetten, daarna gaan we gewoon vermenigvuldigen met 2'; later ook samengesteld getal als vermenigvuldiger	het cijferend vermenigvuldigen wordt uitgebreid met de notatie ervan (met tussenuitkomsten); eerst bij 32 × 18, dan volgen via het geval 30 × 40 (wordt apart geoefend in vermenigvuldigingstabellen), sommen als 32 × 48; de korte versie hiervan zonder tussenuitkomsten is een differentiatiemogelijkheid voor vlotte rekenaars
	:	halverwege tweede helft van groep 5 introductie staartdelen via herhaald cijferend aftrekken 8 – 2 – 2 – 2 – 2 = 0; 'deze som kan veel korter; hoeveel maal gaat 2 op de 8, dat gaat 4 ×, we schrijven het zo op en we zeggen 4 × 2 = 8, die 8 trekken we af van de 8 tussen de strepen', enz.; geleidelijke uitbreiding met grotere getallen en nulgevallen t/m deeltallen tot 10.000, delers >10 en delen met rest	

figuur 35: leerlijn cijferen in groep 5

**conclusie**

De uitgevoerde methode-analyse laat zien dat er tussen de methode Naar Zelfstandig Rekenen en de methode De Wereld in Getallen grote verschillen bestaan in het leerstofaanbod. Met name als het gaat over de breedte van het aanbod blijkt overduidelijk, dat NZR en WIG vertegenwoordigers zijn van respectievelijk de mechanistische en de realistische benadering. NZR is bijna alleen gericht op het rekenen, terwijl bij WIG naast het onderdeel rekenen ook andere wiskundige onderdelen deel uitmaken van het programma. Wat de invulling van deze wiskundige onderdelen betreft, is het echter niet zo dat er in alle gevallen sprake is van een uitgekristalliseerde realistische didactiek, hetgeen gezien het tijdstip van verschijnen ook geenszins verwonderlijk is. Een onderdeel waarbij dit zeker niet het geval is, is het vermenigvuldigen in groep 4. Een positief voorbeeld is het cijferend vermenigvuldigen in groep 5 volgens het principe van het progressief schematiseren.

Behalve de op grond van de algemene kenmerken van de twee soorten methoden te verwachten verschillen die bij deze analyse zijn bevestigd, heeft de nu uitgevoerde analyse ook nog andere verschillen opgeleverd.

Er blijken niet alleen verschillen te bestaan op het punt van de breedte en de toepassingen, maar ook met betrekking tot het gemeenschappelijke onderdeel rekenen. In het programma voor groep 3 zitten grote verschillen in wat de kinderen aan optellen en aftrekken leren en de manier waarop ze het leren. Twee andere voorbeelden zijn het programma voor de automatisering van de optellingen en aftrekkingen tot twintig zoals dat in groep 3 en 4, en het cijferprogramma zoals dat in groep 5 gestalte krijgt.

Een ander verrassend gegeven is tenslotte, dat de twee methoden in feite niet zo homogeen van samenstelling zijn. Er blijken niet alleen verschillen te bestaan tussen de methoden, maar ook binnen de methoden. Een voorbeeld daarvan is de ommezwaai die NZR halverwege groep 4 maakt bij de overgang van Jongleren met Getallen 3 naar Naar Zelfstandig Rekenen 4. Los van de wijziging van de organisatie die hierbij plaatsvindt, is het meest sprekende voorbeeld van discontinuïteit binnen een methode de naar realistische maatstaven gemeten didactische kwaliteit van JLG 3. Het toeval wil, dat daar juist een zwak deel van WIG tegenover staat.

**1.3 overeenstemming**

De veronderstelling dat de leerkrachten de grote lijnen van de methode getrouw volgen is onderzocht door middel van de vragenlijsten en aan de hand van de lesprotocollen.

In de opvattingenvragenlijst en in de interviews is gevraagd naar de wijze waarop de reken-wiskundemethode gebruikt werd. Zo is de algemene vraag gesteld of er in de uitvoering van de methode veranderingen worden aangebracht.

Het antwoord op deze vraag luidt:

- 75% van de NZR-leerkrachten geeft aan regelmatig veranderingen in de uitvoering van de methode aan te brengen;
- 40% van de WIG-leerkrachten zegt regelmatig veranderingen aan te brengen.

Vervolgens is in de vragenlijsten en interviews nagegaan wat de aard van deze veranderingen is, en is gevraagd naar het gebruik van de handleiding en van additioneel materiaal.

Uit de antwoorden op deze vragen kan worden afgeleid, in hoeverre er sprake is van veranderingen ten aanzien van de inhoud van de leerstof of van de omvang van de leerstof. Uit de analyse van deze verschillende informatiebronnen blijkt dat slechts weinig onderwijsgevendende inhoudelijke veranderingen aanbrengen. Veruit de meeste veranderingen betreffen de organisatie en de lesplanning: dit is het geval bij 58% van de NZR- en bij 75% van de WIG-leerkrachten die zeggen veranderingen aan te brengen.

De andere veranderingen die genoemd worden zijn een verandering in didactische aanpak, bijvoorbeeld meer uitleg geven, meer concreet materiaal gebruiken en dergelijke. Dit geldt voor 26% van de NZR- en 22% van de WIG-leerkrachten die veranderingen aanbrengen. Bij een enkeling is sprake van echt inhoudelijke veranderingen. Zo zijn er twee NZR-leerkrachten die een andere methode raadplegen, namelijk Nieuw Rekenen en Operator Rekenen, en een derde maakt gebruik van Mijn Tafelboek. Elk van deze veranderingen geeft de inhoud van het onderwijs een duidelijk realistischer karakter.

Veruit de meeste leerkrachten geven echter aan dat ze de globale lijn en het aanbod van de methode volgen, ook al kunnen ze zich niet achter de uitgangspunten van de methode scharen. Door sommige leerkrachten wordt als argument aangevoerd dat ze rekening moeten houden met de aansluiting met de voorafgaande en opvolgende leerjaren.

Samenvattend: uit de analyse van de vragenlijsten en de interviews kan worden afgeleid dat vrijwel alle onderwijsgevendende in het onderzoek de inhoud van de methode volgen.

In het instrument voor de analyse van de lesprotocollen is een item opgenomen waarin gevraagd wordt naar de overeenstemming tussen de les en de methode. De beoordelaars hebben daar als alternatieven:

- grote overeenstemming [5]
- redelijke overeenstemming [4]
- beperkte overeenstemming [3]
- geen verband [2]
- strijdige aanpak [1]

Over alle lessen genomen blijkt dit uit te komen op een gemiddelde score van 4,08, wat duidt op een redelijke overeenstemming. Er zijn wat dit betreft geen noemenswaardige verschillen tussen de beide methoden (zie fig. 36).

Tevens is er gevraagd naar de richting van de afwijkingen: is de les realistischer dan wel minder realistischer dan de methode, of is de les mechanistischer dan wel minder mechanistisch dan de methode? Op een vijfpuntsschaal oplopend van minder naar meer blijken de meeste scores ongeveer in het midden terecht te komen. Het lijkt er dus op dat de methode op dit punt getrouw gevolgd wordt. Voor de Wereld in Getallen geldt echter dat de methode op dit punt niet zo duidelijk is, terwijl bovendien in het algemeen ook geen sprake is van uitgesproken realistische lessen. In Naar Zelfstandig Rekenen is het mechanistische karakter duidelijker in het opgavenaanbod aanwezig en dat komt ook tot uitdrukking in de lessen.

	verschil tussen methode en uitvoering			
	totaal	NZR	WIG	
overeenstemming	4.08 (.37)	4.22 (.39)	3.98 (.32)	max. = 5
realistischer?	3.18 (.36)	3.18 (.36)	3.17 (.36)	neutraal = 3
mechanistischer?	2.68 (.34)	2.68 (.41)	2.60 (.27)	neutraal = 3

figuur 36: mate van overeenstemming

Samenvattend kan er gesteld worden dat de leerkrachten weliswaar niet precies doen wat er in de methode staat, maar dat het leerstofaanbod wel in grote lijnen gevolgd wordt.

## 2 controlevariabelen

### 2.1 Inleiding

Voordat antwoord op de effectvraag gegeven werd, is nagegaan of er tussen de twee groepen kinderen of de twee groepen klassen verschillen waren op de controlevariabelen. De resultaten worden hier gepresenteerd, daarna wordt besproken wat de verdere analyses hebben opgeleverd over de invloed van het onderwijs op de reken-wiskundeprestaties. Bij de analyses op leerlingniveau gaat het hierbij om de invloed van de methode en met name om de invloed van het leerstofaanbod. Bij de analyses op klasseniveau staat de invloed van de didactische aard van het onderwijs centraal.

Behalve de onderzoeksresultaten die voortvloeien uit de effectvraag heeft de meting van de reken-wiskundeprestaties ook nog een ander onderzoeksresultaat opgeleverd. Meteen al bij de start van het onderzoek kwam naar voren dat de kinderen aan het begin van groep 3 al over heel wat getalsmatige kennis en vaardigheden beschikken. Voorafgaande aan de onderzoeksresultaten met betrekking tot de effectvraag wordt eerst aan dit andere onderzoeksresultaat aandacht besteed.

**2.2 beginniveau groep 3**

De begintoets waarme is gemeten over welke getalsmatige kennis en vaardigheden de kinderen beschikken aan het begin van groep 3, heeft betrekking op een aantal elementaire rekeninhouden. De toets bevat opdrachten over relatiebegrippen als hoogste en dikste, opdrachten over getalsymbolen, de telrij, het kunnen zeggen hoeveel er van iets zijn, hoeveel het er samen zijn en hoe groot het verschil in aantal is.

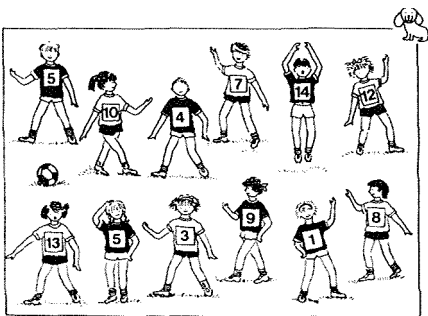
Vanwege het tijdstip van afname moest de toets zodanig zijn opgezet, dat deze ook zonder schoolse rekenkennis gemaakt kon worden. Vandaar dat zoveel mogelijk is gezocht naar aansluiting bij allerlei vanzelfsprekende, alledaagse situaties waarin getallen en aantallen voorkomen.

Bovendien moest er rekening mee worden gehouden dat de kinderen op het moment van afname nog niet konden lezen en schrijven. Om dit praktische probleem te omzeilen is gekozen voor een schriftelijke toets waarbij de instructie mondeling werd gegeven en waarbij de antwoorden via het aankruisen van getallen konden worden gegeven. In figuur 37 tot en met 40 zijn enkele voorbeelden van de gebruikte items opgenomen. De toetsbladen zijn verkleind weergegeven en boven elk toetsblad staat behalve de kernvraag die aan de kinderen is gesteld, ook de categorie vermeld waartoe het toetsitem behoort.

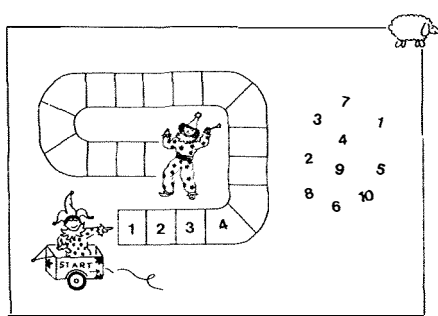
Aangezien de afname van deze toets drie weken na de zomervakantie plaatsvond, zijn de resultaten nogal opmerkelijk. De zwarte kolommen in figuur 41 laten zien dat de kinderen aan het begin van groep 3 al heel wat kunnen op het gebied van rekenen. De relatiebegrippen worden bijna door alle kinderen beheerst. Hetzelfde geldt voor de kennis van de getallen tot en met tien. Bij het onderdeel kennis van de telrij weet het overgrote deel van de kinderen het volgende getal te noemen. Voor het vorige getal ligt dit anders. Hierin slaagt aan het begin van groep 3 slechts de helft van de kinderen. Het resultaatief tellen van aantallen tot en met tien wordt door bijna alle kinderen beheerst.

symboolkennis: zet een kruisje door het getal 14

kennis telrij: welk getal is nu aan de beurt?



figuur 37

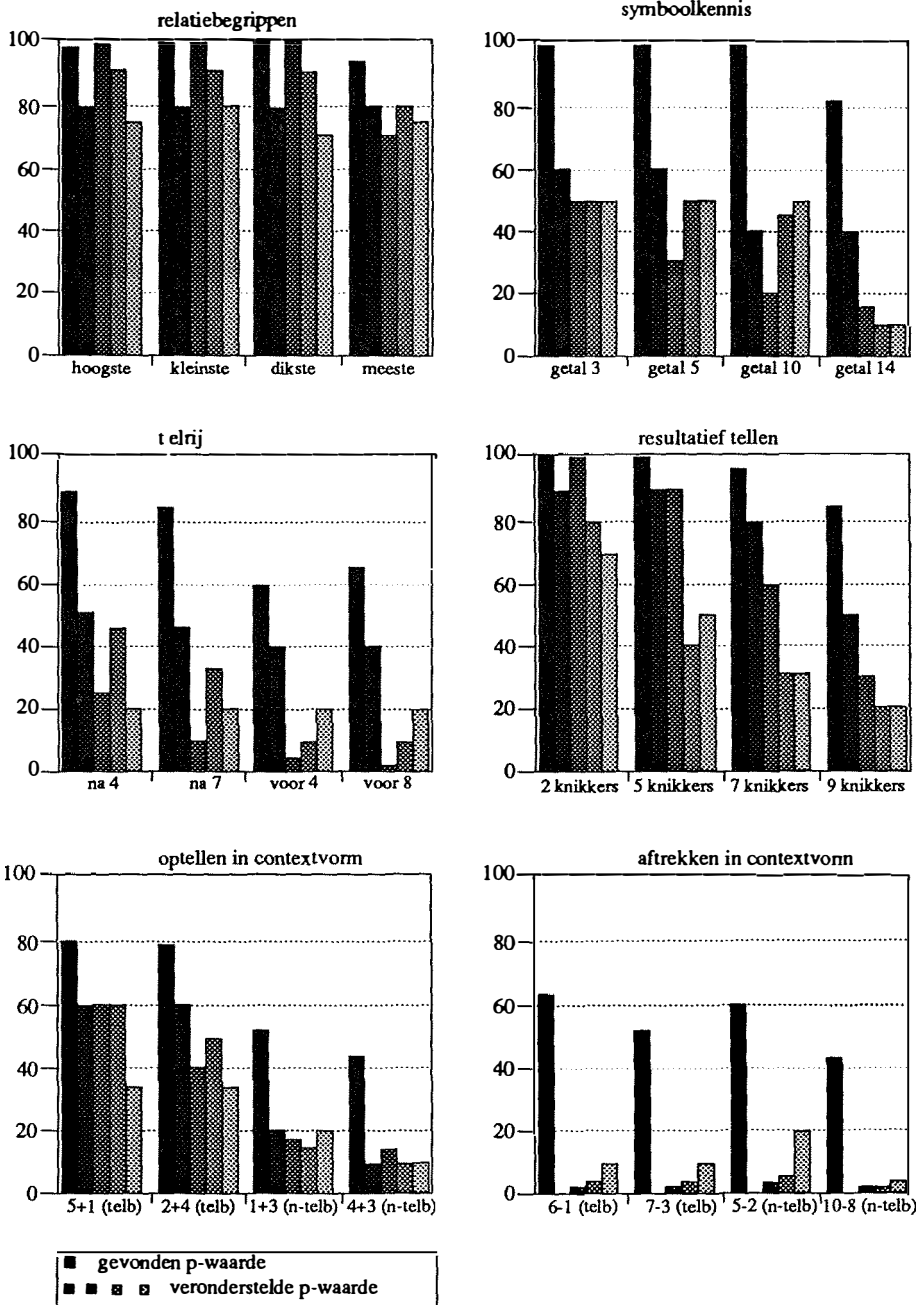


figuur 38





METHODE EN LEERRESULTATEN



figuur 41: gevonden en geschatte p-waarden items begintoefts (n=441)

Om iets meer te kunnen zeggen over de moeilijkheidsgraad van de toets en het gevonden beginniveau is de toets aan een aantal deskundigen voorgelegd. Gevraagd is per item een schatting te maken van het percentage leerlingen dat het item goed zou maken bij een klassikale afname aan het begin van groep 3.

De vier kolommen die in figuur 41 telkens naast de zwarte kolom staan afgebeeld, laten van de vier groepen deskundigen zien tot welke veronderstellingen ze zijn gekomen. Elke groep bestaat uit drie of vier personen, die werkzaam zijn in de onderwijspraktijk, de onderwijsbegeleiding, de opleiding of het onderwijsonderzoek. Met uitzondering van de relatiebegrippen bleek men er goed naast te zitten. De kinderen worden zwaar onderschat.

Hoewel het hoge, maar onderschatte beginniveau van de kinderen aan het begin van groep 3 een belangrijk gegeven heeft opgeleverd voor de onderwijspraktijk en voor onderwijsontwikkelaars, kan het wel enige consequenties hebben voor de beantwoording van de effectvraag. Het plafondefect verkleint namelijk de mogelijkheid om volledig voor het beginniveau te corrigeren. Bovendien is er wat dit betreft ook nog een klein verschil tussen de twee groepen leerlingen: van de NZR-leerlingen heeft 9% alles goed en van de WIG-leerlingen 6%. Aangezien bij de meting van de intelligentie geen sprake is van een plafond- of bodemeffect kan de schade echter beperkt blijven.

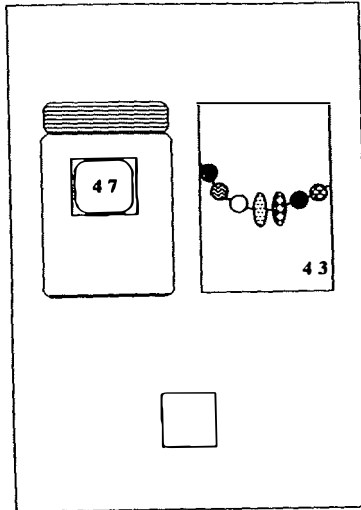
Een ander probleem is de hoogte van het beginniveau als zodanig. Dit hoge niveau zou er wel eens toe kunnen leiden dat er zeker in het begin sprake is van onderwijs in zaken die veel van de leerlingen al beheersen, zodat slechts een gering effect van het onderwijs te verwachten valt.

### ***intermezzo***

Ook de meeste van de bij het onderzoek betrokken leerkrachten deelden de verwachtingen van de deskundigen. Bovendien onderschatten zij niet alleen de prestaties op de begintoets, zij bleken ook vaak ten onrechte bezorgd over de moeilijkheidsgraad van de toetsen. Wanneer we de vraag stellen of de leerkrachten goed zicht hebben op de leerprestaties van de leerlingen moet geconcludeerd worden dat veel leerkrachten de neiging hebben hun leerlingen te onderschatten als het gaat om het type toetsen dat in het MORE-project gebruikt werd. Toetsen met eenvoudige uitmodigende contexten die qua leerstof deels vooruitlopen op wat in het onderwijs aan de orde geweest is.

Nu blijkt overigens dat de leerlingen op deze contextopgaven vaak ook beter scoren dan op kale formule-opgaven. Halverwege groep 4 kregen de leerlingen bijvoorbeeld de opgave van figuur 42 voorgelegd, waar de leerlingen gevraagd wordt hoeveel kralen je overhoudt van een pot met 47 kralen als je een snoer van 43 kralen rijgt. Circa 60% van de leerlingen weet uit te vinden dat je vier kralen overhoudt, terwijl de kale formulesom  $47 - 43$  door minder dan 40% van de leerlingen goed

wordt gemaakt. We vermoeden dat de leerlingen bij de contextopgave eerder informele strategieën gebruiken en bijvoorbeeld aanvullen om het verschil te bepalen.



figuur 42

### 2.3 overige leerlingkenmerken en de onderwijscondities

Om de vraag naar de invloed van het onderwijs op de leerprestaties zo zuiver mogelijk te beantwoorden is eerst gekeken of er tussen de kinderen geen andere verschillen zijn die mogelijk ook van invloed zouden kunnen zijn op de prestaties van de kinderen. Ofschoon de werving van scholen tot op zekere hoogte aselekt heeft plaatsgevonden, geeft dit – gezien de beperkte omvang van de onderzoeksgroep – geenszins de garantie dat de twee groepen kinderen en de twee groepen klassen in alle mogelijke opzichten qua relevante achtergrondgegevens vergelijkbare groepen zijn.

Om hierover meer duidelijkheid te krijgen is voor een aantal leerlingkenmerken en onderwijscondities nagegaan of er wat dit betreft tussen de kinderen verschillen bestaan. Voor de leerlingkenmerken is dit zowel op leerlingniveau gedaan als op klasseniveau. Voor de onderwijscondities alleen op klasseniveau. In beide gevallen zijn variantie-analyses toegepast. Uit deze analyses kwam naar voren dat er tussen de NZR-kinderen en de WIG-kinderen toch wel enige verschillen bestaan. Vergelijken we NZR-klassen en WIG-klassen dan zijn de verschillen kleiner.

#### *leerlingkenmerken*

Wat betreft de leerlingkenmerken zijn verschillen gevonden bij het beginniveau en het leerlinggewicht (zie bijlage 5). Het beginniveau is bij de WIG-kinderen en bij de WIG-klassen significant beter ( $p < .05$ ) dan dat van de NZR-kinderen en klassen.

Voor het leerlinggewicht is alleen sprake van een significant verschil tussen de twee groepen leerlingen ( $p < .001$ ). Een nadere beschouwing leert dat het gevonden hogere

gemiddelde bij de NZR-kinderen veroorzaakt wordt door de populatie van twee scholen (zie bijlage 1). Afgezien van deze twee extreme NZR-scholen ligt het leerlinggewicht bij NZR over het algemeen juist lager dan bij WIG. Een moeilijkheid bij deze conclusie is wel dat van twee WIG-scholen de gegevens over het leerlinggewicht ontbreken.

Ten aanzien van de intelligentie zijn geen verschillen gevonden. Beide groepen hebben eenzelfde gemiddelde score op de intelligentietest.

#### *onderwijscondities*

Bij de onderwijscondities zijn tussen de NZR-klassen en de WIG-klassen ook bijna geen verschillen gevonden (zie bijlage 6).

In alle leerjaren wordt in beide soorten klassen evenveel tijd aan reken-wiskundeonderwijs besteed. Voor beide groepen geldt dat de lestijd in groep 3 korter is dan in groep 5. In groep 3 wordt bijna vier uur per week reken-wiskundeonderwijs gegeven, in groep 4 komt er ongeveer een half uur bij en in groep 5 komt er nog eens een kwartier bij.

Ook op het punt van de taakgerichtheid zijn tussen de groepen geen verschillen gevonden. In alle leerjaren is zowel bij NZR als bij WIG sprake van een hoge mate van taakgericht gedrag. De vier reken-wiskundelessen per jaar die gedurende de drie leerjaren in elke klas zijn geobserveerd wijzen uit dat gedurende bijna 90% van de lestijd taakgericht wordt gewerkt en dat slechts 10% van de tijd wordt besteed aan organisatorische zaken en andere zaken die niets met de eigenlijke les te maken hebben.

De volgende onderwijsconditie betreft de klasseorganisatie, hier opgevat als: wel of geen combinatieklas. Duidelijk is dat de twee groepen klassen hierin verschillen. Het aantal combinatieklassen bij WIG is veel groter dan bij NZR (zie bijlage 2). Onduidelijk is echter in hoeverre deze klasseorganisatie nadelig is voor de leerprestaties. Vandaar dat onderzocht is of de kinderen die in een combinatieklas zitten beter of slechter presteren dan de kinderen die niet in een combinatieklas zitten. Omdat maar één van de NZR-klassen een combinatieklas is, is dit alleen gedaan voor de WIG-klassen. Eén keer zonder correctie voor intelligentie, leerlinggewicht en beginniveau en één keer met correctie. Deze analyses wijzen uit dat de gemiddelde scores op de toetsen van de combinatieklassen in bijna alle gevallen lager liggen dan in de niet-combinatieklassen. Hoewel de verschillen in de meeste gevallen niet significant zijn ( $p > .05$ ), bestaat toch wel de kans dat het grote aantal combinatieklassen van de WIG-scholen de vergelijking tussen WIG en NZR beïnvloedt.

In paragraaf 1 bespraken we al de mate van overeenstemming tussen de gegeven lessen en de methode. De conclusie luidde dat de globale leerstofstructuur bij beide methoden goed gevolgd werd.

Op grond van de bovenstaande bevindingen is besloten bij de verdere analyse alleen te controleren voor de leerlingkenmerken en niet voor de onderwijscondities. Gezien de beperkte omvang van de onderzoeksgroep is een groot aantal controlevariabelen niet werkbaar. Er moest dus een keuze worden gemaakt. Vanwege het gevonden verschil in beginniveau en leerlinggewicht is gekozen voor de leerlingkenmerken. Door ook voor intelligentie te controleren kan bovendien het plafondeffect gecompenseerd worden dat optrad bij de meting van het beginniveau.

## **3 methode en leerprestaties**

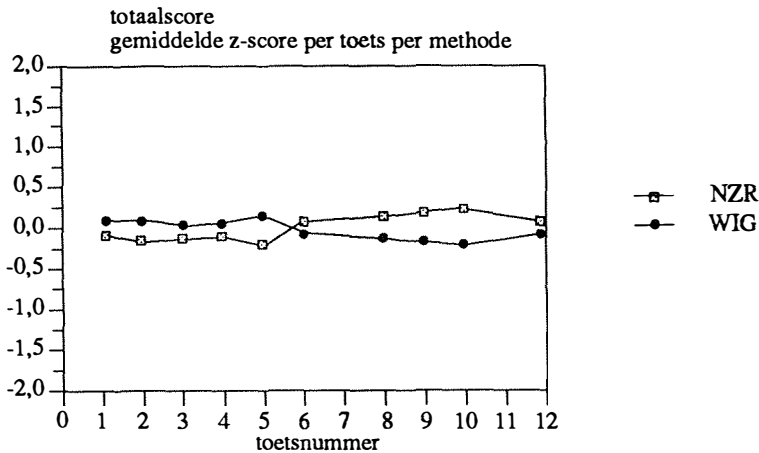
### **3.1 inleiding**

Aan de hand van de resultaten op de klassikale toetsen is onderzocht of het leerstofaanbod van de reken-wiskundemethoden doorklinkt in de reken-wiskundeprestaties van de kinderen. Om deze vraag te beantwoorden zijn de toetsresultaten van de kinderen die les hebben gehad met NZR vergeleken met die van de kinderen die les hebben gehad met WIG.

De vergelijking is op leerlingniveau uitgevoerd. Dit houdt in dat de groep NZR-kinderen is vergeleken met de groep WIG-kinderen. Als eerste is hierbij gekeken naar de totaalscores op de toetsen en de subscores voor de vijf onderscheiden subvaardigheden (zie tabel p. 66). Nagegaan is of er tussen de twee groepen verschillen zijn in het scoreverloop van groep 3 tot en met groep 5. Omdat de toetsen onderling nogal verschillen in moeilijkheidsgraad is hierbij gebruik gemaakt van gestandaardiseerde scores (z-scores). Verder is aan het eind van groep 5 onderzocht of er tussen de NZR-kinderen en de WIG-kinderen verschillen bestaan in het vaardigheidsprofiel. Vervolgens heeft er nog een meer gedetailleerde analyse plaatsgevonden waarbij voor elk leerjaar één specifiek onderdeel uit het aanbod onder de loep is genomen. En tenslotte is er nog een aanvullende analyse uitgevoerd met betrekking tot de ontwikkeling van de intelligentie.

### **3.2 verschillen in totaalscores**

Uit de analyse van de totaalscores is gebleken dat bij sommige toetsen de NZR-leerlingen een hoger percentage goede antwoorden halen en bij andere toetsen de WIG-leerlingen.



figuur 43

Grofweg gezegd doen de WIG-leerlingen het tot aan begin groep 4 iets beter en worden ze daarna ingehaald door de NZR-leerlingen (zie bijlage 7). Het scoreverloop en het omslagpunt halverwege groep 4 is ook duidelijk zichtbaar als de scores worden omgezet in z-scores (zie fig. 43).

Na correctie voor intelligentie, leerlinggewicht en beginniveau bleken er tussen de twee groepen significante verschillen te bestaan op de totaalscores van toets 4.4, 5.1 en 5.2 (zie bijlage 8). Op de toets aan het eind van groep 4 liggen de scores van de NZR-kinderen gemiddeld 5% hoger dan die van de WIG-leerlingen en op de eerste twee toetsen van groep 5 scoren de NZR-leerlingen gemiddeld 7% en 9% hoger dan de WIG-leerlingen. De mate waarin de totaalscores van WIG- en NZR-leerlingen verschillen zal mede bepaald worden door de verdeling van voor WIG- of NZR-leerlingen gemakkelijke items over de toetsen.

### 3.3 verschillen in subscores

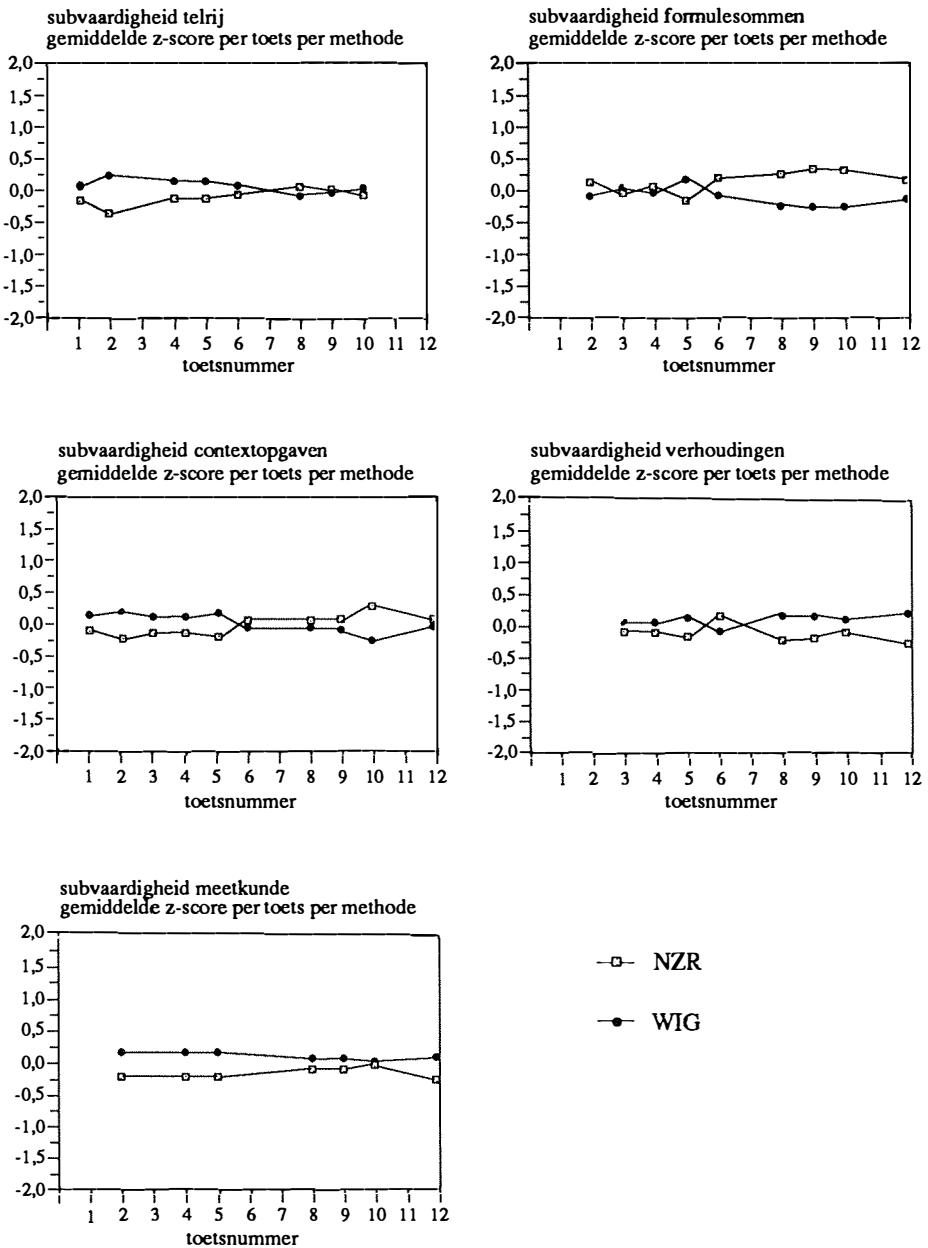
Behalve voor de totaalscores is daarom ook voor vijf subvaardigheden nagegaan hoe het scoreverloop eruit ziet. Achtereenvolgens is hierbij gekeken naar de subvaardigheden *telrij*, *formulesommen*, *contextopgaven*, *verhoudingen* en *meetkunde* (zie voor de scores en de gecorrigeerde scores op deze subvaardigheden bijlage 7 en 8; hoe bij de verschillende subvaardigheden het scoreverloop in z-scores eruit ziet, is afgebeeld in fig. 44).

- Wat de subvaardigheid *telrij* betreft doen de WIG-leerlingen het tot aan het begin van groep 4 beter dan de NZR-leerlingen. Bij de eerste toets van groep 4 is er na correctie voor intelligentie, leerlinggewicht en beginniveau nog sprake van een significant verschil van 5%. Daarna verdwijnen de verschillen nagenoeg.
- Bij de subvaardigheid *formulesommen* is dit patroon juist omgekeerd. In het begin zijn er zo goed als geen verschillen. Vanaf halverwege groep 4 groeien de

NZR-leerlingen en WIG-leerlingen echter duidelijk uit elkaar. Gecorrigeerd voor intelligentie, leerlinggewicht en beginniveau loopt het verschil aan het begin van groep 5 zelfs op tot 16% ten gunste van NZR. Daarna komen de scores van de twee groepen weer iets dichterbij elkaar.

- Het scoreverloop van de subvaardigheid *contextopgaven* vertoont een zekere gelijkensis met dat van de totaalscores. In het begin zijn de scores van WIG hoger en in groep 4 slaat dit om in een voordeel voor NZR met vooral een groot verschil bij de tweede toets van groep 5. Voor de gecorrigeerde scores is dit 11%. Aan het eind van groep 5 is dit verschil weer helemaal weg. Iets dat waarschijnlijk wordt veroorzaakt door een betere score van de WIG-leerlingen op de opgaven over verhoudingen die deel uitmaken van de subvaardigheid *contextopgaven*.
- Wordt de subvaardigheid *verhoudingen* apart beschouwd dan zijn met uitzondering van de tweede toets in groep 4 de scores van de WIG-leerlingen over de hele linie iets beter dan die van de NZR-leerlingen. Gecorrigeerd voor intelligentie, leerlinggewicht en beginniveau is er echter alleen een significant verschil bij de laatste toets van groep 5. Het verschil tussen de gecorrigeerde scores van de NZR-leerlingen en de WIG-leerlingen is 12% ten gunste van WIG.
- Ook voor de subvaardigheid *meetkunde* geldt dat de WIG-leerlingen in het algemeen iets hoger scoren dan de NZR-leerlingen.





figuur 44

Gecorrigeerd voor intelligentie, leerlinggewicht en beginniveau is er zowel aan het begin van groep 4 als aan het eind van groep 5 sprake van een significant verschil. Aan het begin van groep 4 is het verschil tussen de gecorrigeerde scores van de twee groepen leerlingen 5% en aan het eind van groep 5 is het verschil 10%.

De analyse van de subvaardigheden zegt niet alleen iets over hoe deze vaardigheden zich binnen de twee groepen leerlingen van groep 3 tot met groep 5 ontwikkelen, maar werpt tegelijkertijd een licht op hoe de gevonden verschillen bij de totaalscores tot stand zijn gekomen. Voorzover de WIG-leerlingen in het begin beter zijn dan de NZR-leerlingen (dit geldt alleen voor de niet gecorrigeerde scores) kan dit grotendeels worden toegeschreven aan de subvaardigheden telrij en meetkunde. Dat de NZR-leerlingen halverwege groep 4 hogere totaalscores gaan halen wordt voornamelijk teweeggebracht door de hogere scores van deze leerlingen op de subvaardigheid formulesommen. Het geringer worden van het verschil aan het eind van groep 5 heeft weer te maken met het kleiner wordende verschil bij formulesommen, het wegvallen van het verschil bij de contextopgaven en de hogere scores van de WIG-leerlingen op de subvaardigheid meetkunde.

aantal keren significant ( $p < .05$ ) hogere scores over alle MORE-algemene reken-wiskundetoetsen				
subvaardigheden	zonder correctie		met correctie voor: intelligentie leerlinggewicht beginniveau	
	NZR	WIG	NZR	WIG
telrij		xxxx		xx
formulesommen	xxxx	x	xxxxx	
contextopgaven	x	xx	x	
verhoudingen		xxx		x
meetkunde		xxxx		xx

figuur 45

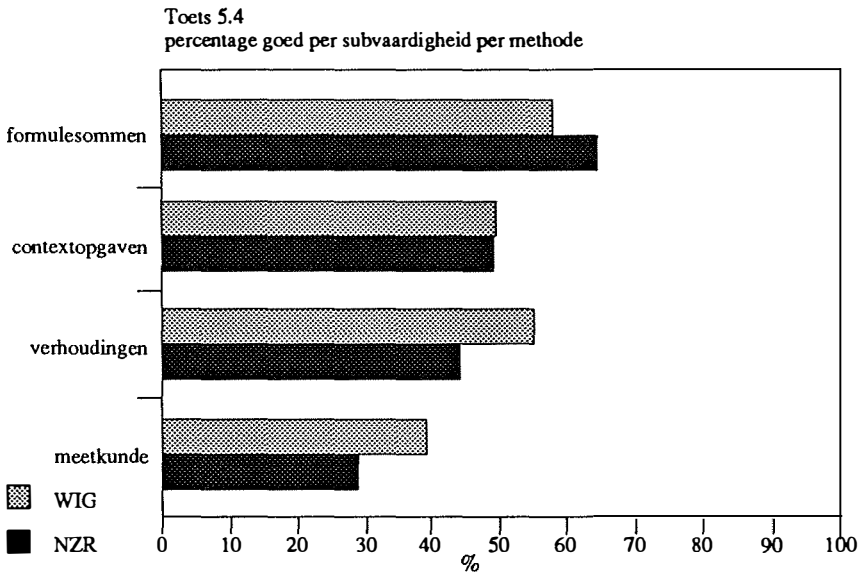
**vaardigheidsprofiel**

Het algemene beeld dat uit de analyse van de subvaardigheden naar voren komt is dat over de drie jaren bezien de NZR-leerlingen beter zijn als het gaat om formulesommen, de WIG-leerlingen beter zijn in de subvaardigheid meetkunde en dat bij de contextopgaven de ene keer de WIG-leerlingen beter zijn en de andere keer de NZR-leerlingen (zie fig. 45).

Ditzelfde beeld komt naar voren als een dwarsdoorsnede wordt gemaakt aan het eind van groep 5 (zie fig. 46). De NZR-leerlingen scoren significant hoger op de formulesommen ( $p < .001$ ), de WIG-leerlingen halen significant hogere scores bij de sub-

vaardigheid meetkunde ( $p < .01$ ) en bij de contextopgaven doen de beide groepen het even goed. De grootte van de verschillen ligt rond de 10%.

Voor beide analyses geldt dat bij de binnen de subvaardigheid contextopgave onderscheiden categorie verhoudingen de WIG-leerlingen significant ( $T_{5.4}$ :  $p < .01$ ) beter presteren dan de NZR-leerlingen. Hierbij moet wel aangetekend worden dat het aantal items waarmee de subvaardigheid verhoudingen is gemeten nogal klein is (zie fig. 18). Dit geldt ook voor de subvaardigheid meetkunde.



figuur 46

### 3.4 samenhang tussen leerstofstructuur en leerprestaties

Het scoreverloop van de subvaardigheden en de opbouw in het vaardigheidsprofiel komt in grote lijnen overeen met de uitkomsten van de methode-analyse. NZR is bijna alleen gericht op het onderdeel rekenen, terwijl bij WIG naast het rekenen ook andere, meer wiskundige onderdelen zoals meetkunde, deel uitmaken van het programma. Ook aan een onderdeel als verhoudingen wordt bij NZR, in tegenstelling tot bij WIG, zo goed als geen aandacht besteed.

Verder is nog frappant dat juist op het moment dat de NZR-leerlingen werken met deel drie van NZR (Jongleren met Getallen 3), dat didactisch van hoge kwaliteit is, en de WIG-leerlingen werken met deel 2a, dat niet bepaald een van de sterkste deeltjes is van WIG, de NZR-leerlingen beter gaan scoren dan de WIG-leerlingen.

Behalve de overeenkomst in hoofdlijnen, is ook in het scoreverloop van de subvaardigheden het leerstofaanbod in de drie onderwijsjaren duidelijk herkenbaar. Zo past het aanvankelijke overwicht van de WIG-leerlingen op de subvaardigheid telrij precies bij het veel uitgebreidere getallenbereik en de daaraan gekoppelde aandacht

voor de opbouw van het getallensysteem waar WIG, vergeleken met NZR, mee start in groep 3.

Ook bij de formulesommen laat het scoreverloop een duidelijke parallel zien met de inhoud van de methoden. NZR begint eerder met het leren van formulesommen en de NZR-leerlingen halen bij de eerste toets die formulesommen bevat op dit onderdeel ook een hogere score. De WIG-leerlingen leren de (traditionele) formulesommen pas tegen het eind van groep 3, wat weer samenvalt met een vermindering van het verschil. Dit duurt echter maar even. Aan het eind van groep 4 scoren de NZR-leerlingen weer duidelijk beter. En deze voorsprong houden ze in groep 5, hetgeen weer overeenstemt met de vele aandacht die bij NZR aan het maken van sommen wordt besteed. Alleen aan het eind van groep 5 lijkt er sprake te zijn van een zekere kentering.

Wat de scores bij de contextopgaven betreft is de invloed van de methode minder herkenbaar. Ofschoon bij WIG hier meer aandacht aan wordt geschonken, scoren de WIG-leerlingen niet beter dan de NZR-leerlingen. Kennelijk compenseert de betere rekenvaardigheid van de NZR-leerlingen zoals die naar voren komt in het maken van formulesommen de geringe ervaring met toepassingen. Bovendien kan de toegankelijkheid van de toetsopgaven de NZR-leerlingen hierbij geholpen hebben.

Voor de subvaardigheden verhoudingen en meetkunde is de invloed van de methode weer meer herkenbaar. Over het geheel genomen doen de WIG-leerlingen het hierbij beter en dat komt overeen met de aandacht die WIG aan deze onderdelen besteedt. Dit geldt met name voor het onderdeel meetkunde.

### 3.5 specifieke onderdelen

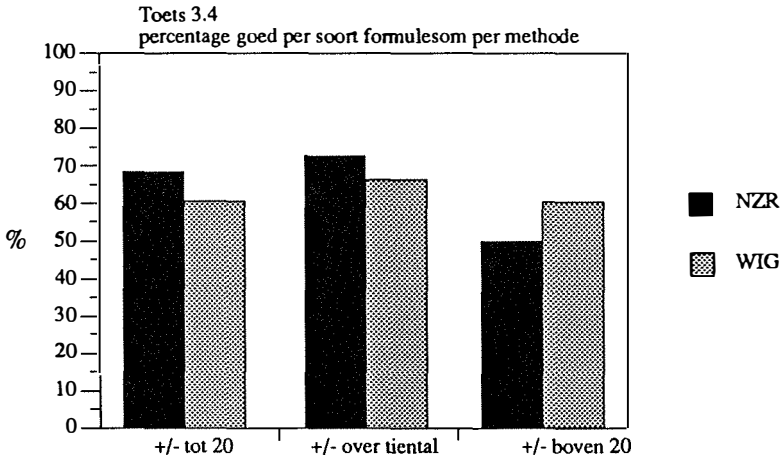
Om de reproductie van het leerstofaanbod in de reken-wiskundeprestaties nog wat nauwkeuriger te onderzoeken is voor elk leerjaar één specifiek onderdeel uitgekozen waarbij tussen de twee methoden expliciete verschillen bestaan in het leerstofaanbod. Om de vergelijking zo goed mogelijk te maken, is de keuze steeds gemaakt binnen het onderdeel rekenen. In groep 3 is gekozen voor het onderdeel optel- en aftrek-sommen. In groep 4 is de keuze gevallen op de automatisering van de basisvaardigheden. Omdat dit voor een deel ook nog in groep 5 aan bod komt, wordt de automatisering gevolgd tot groep 5. Verder wordt er in groep 5 nog gekeken naar het cijferend optellen en aftrekken.

#### ***optel- en aftreksommen in groep 3***

Zoals hiervoor al is aangegeven komt het scoreverloop van de subvaardigheid formulesommen overeen met de leerstofplanning in groep 3. In het begin halen de NZR-leerlingen hogere scores; later in het jaar raken ze hun voorsprong weer nageenog kwijt en liggen de scores van de beide groepen ongeveer op hetzelfde niveau.

Afgezien van dit patroon in het scoreverloop, zijn ook de soorten sommen uit het

aanbod duidelijk herkenbaar in de gevonden toetsresultaten (zie bijlage 9). Aan het eind van groep 3 doen de NZR-leerlingen het beter bij sommen tot twintig (NZR-stof) en scoren de WIG-leerlingen hoger bij de sommen boven de twintig (WIG-stof). En, ook helemaal in overeenstemming met het leerstofaanbod, scoren de NZR-leerlingen hoger bij de optel- en aftreksommen met overschrijding van het tiental. In tegenstelling tot bij NZR wordt bij WIG het maken van dit soort sommen uitgesteld tot groep 4 (zie fig. 47; de daar weergegeven scores zijn gecorrigeerd voor intelligentie, leerlinggewicht en beginniveau).



figuur 47

### **automatisering van basisvaardigheden in groep 4 en 5**

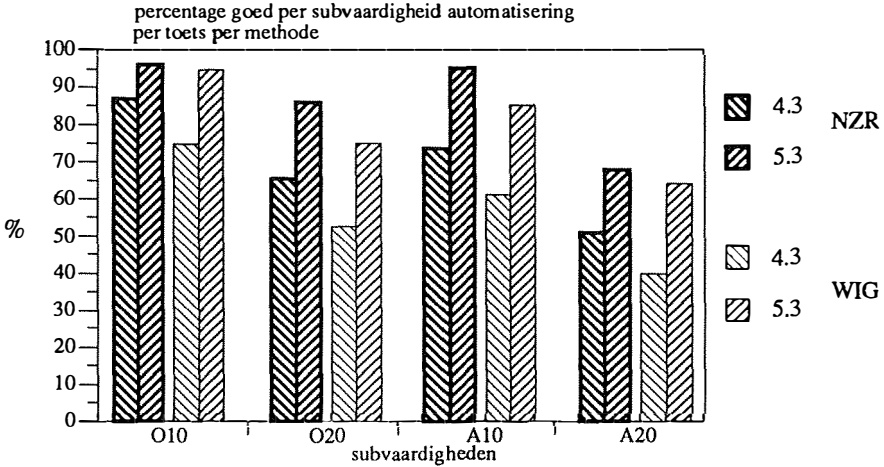
Conform de realistische didactiek wordt bij WIG gekozen voor een brede basis en een meer geleidelijke opbouw. Zo hoeven de optel- en aftreksommen over het eerste tiental bij WIG pas aan het eind van groep 4 te zijn geautomatiseerd. Bij NZR ligt het accent op training en vaste procedures. Ook het tempo ligt hoger; hier wordt het net genoemde somtype al in de tweede helft van groep 3 behandeld.

Ook nu weer vormen de toetsresultaten een logische afspiegeling van het leerstofaanbod in de twee methoden. Het verschil in planning is zo groot, dat eventuele voordelen van een zorgvuldiger opbouw door het verschil in tempo overvleugeld worden.

Bij de afname met tijdslimiet doen de NZR-leerlingen het op bijna alle onderdelen significant beter dan de WIG-leerlingen (zie bijlage 10). Voor groep 4 geldt dit voor alle onderdelen. Ook als er wordt gecorrigeerd voor intelligentie, leerlinggewicht en beginniveau liggen de verschillen nog rond de 10%, met een uitschieter van 14% bij het aftrekken tot tien.

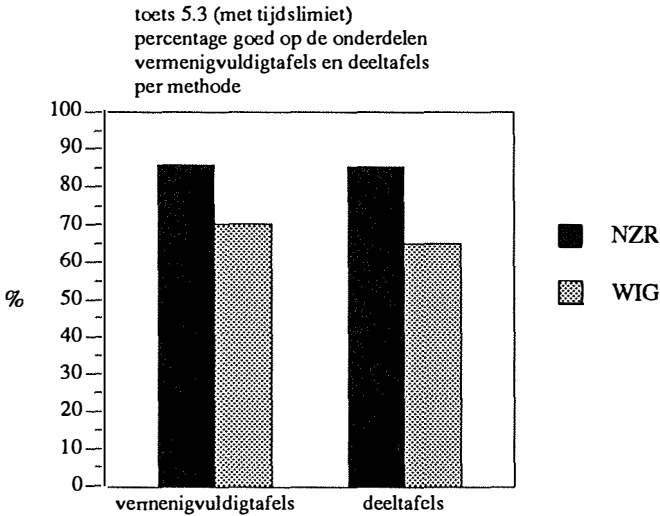
Voor groep 5 worden de verschillen bij het optellen en aftrekken in het geheel genomen kleiner. Bij de afname zonder tijdslimiet verschillen de NZR- en WIG-leerlin-

gen nagenoeg niet en bovendien maakt WIG daar zijn eigen doelstellingen waar: als we een 80%-criterium hanteren wordt zowel het optellen als het aftrekken tot tien door de WIG-leerlingen beheerst. (Zie fig. 48; gecorrigeerd voor intelligentie, leerlinggewicht en beginniveau).



figuur 48

Ook ten aanzien van de vermenigvuldig- en de deeltafels komt het verschil in programmering terug in de toetsresultaten. Gecorrigeerd voor intelligentie, leerlinggewicht en beginniveau halen de NZR-leerlingen een score die voor de vermenigvuldigtafels 13% en voor de deeltafels zelfs 19% hoger ligt dan die van de WIG-leerlingen (zie fig. 49).



figuur 49

Bij de vermenigvuldigtafels verschillen de WIG- en NZR-leerlingen nagenoeg niet bij de afname zonder tijdslimiet (zie bijlage 10). Bij de deeltafels is dit wel het geval. Ook zonder tijdslimiet halen de WIG-leerlingen op dit onderdeel een score die 10% lager ligt dan die van de NZR-leerlingen.

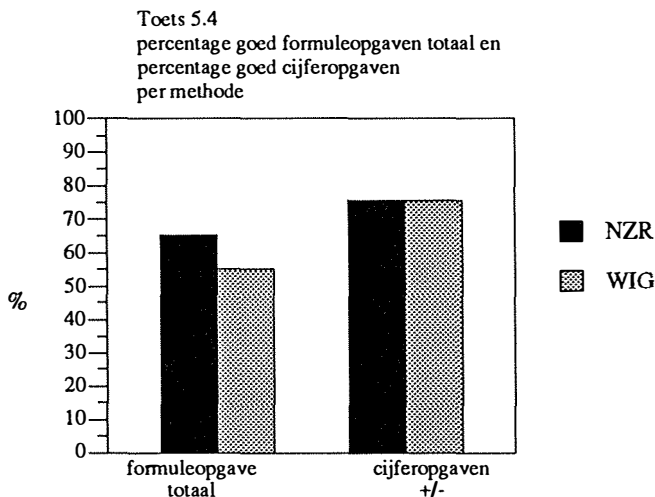
### **cijferend optellen en aftrekken in groep 5**

De methode-analyse van het onderdeel cijferen laat zien, dat er wat dit betreft vergelijkbare verschillen in leerstofplanning bestaan tussen NZR en WIG. Bij NZR wordt het cijferend vermenigvuldigen (met de korte notatie) en het staartdelen al in groep 5 behandeld. Bij WIG wordt van het cijferend vermenigvuldigen alleen een uitgebreide notatievorm behandeld, terwijl het cijferend delen pas in groep 6 aan de orde komt. Dit verschil in planning gaat weer samen met een meer inzichtelijke opbouw in WIG en een meer instrumenteel aanbod in NZR.

Gezien dit verschil in leerstofplanning bevat de laatste toets van groep 5 voor het cijferen alleen optel- en aftrekeopgaven. Ook met deze beperking zijn er nog aanmerkelijke verschillen in het aanbod. Op de eerste plaats brengt de eenzijdige gerichtheid van NZR op het onderdeel rekenen met zich mee dat er veel tijd wordt besteed aan het maken van sommen en dus ook aan cijferopgaven. Maar behalve dat verschilt ook de manier waarop het cijferend rekenen wordt geleerd zoals we in 4.1 zagen nogal in beide methoden.

Hoe zit het nu met de leerresultaten?

Zoals bij de analyse van de subscores al naar voren is gekomen, zijn de NZR-leerlingen over de hele linie beter op de subvaardigheid formulesommen. Selecteren we daaruit alleen de cijfersommen dan scoren de WIG-leerlingen even hoog als de NZR-leerlingen (zie fig. 50, met voor intelligentie, leerlinggewicht en beginniveau gecorrigeerde scores, bijlage 11).



figuur 50

De vele aandacht die NZR hieraan besteedt en de voorsprong die de NZR-leerlingen hebben als het gaat om de beheersing van basale rekenvaardigheden is niet voldoende om de NZR-leerlingen tot een hogere score te brengen.

### 3.6 balans

De resultaten overziend moeten we constateren dat de verschillen in leerstofplanning domineren. De verschillen in tempo en breedte (meetkunde, verhoudingen) blijken zo groot dat de verschillen in didactische aanpak ondergesneeuwd raken. Echter bij het optellen en aftrekken tot tien eind groep 4 en het cijferend optellen en aftrekken eind groep 5 zijn de verschillen in planning niet zo dominant. Hier kan het verschil tussen de eensporige benaderingswijze van NZR en de meer gevarieerde werkwijze van WIG doorklinken in de resultaten.

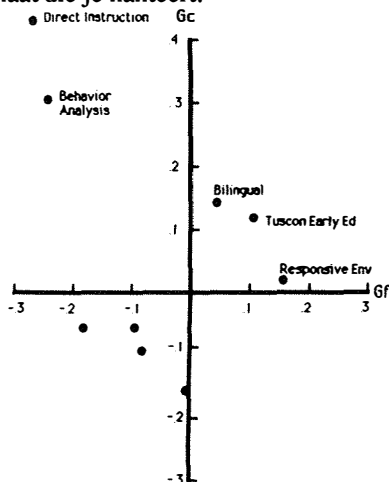
Bij het optellen en aftrekken onder de tien blijkt dan dat de WIG-leerlingen wel tot een redelijke beheersing komen maar dat ze ook eind groep 5 nog achterblijven bij de NZR-leerlingen. Hier lijkt het erop dat de WIG-aanpak iets minder goed uitpakt dan die van NZR.

Het cijferend optellen en aftrekken doen de WIG- en NZR-leerlingen even goed. Zoals we boven al aanduiden interpreteren we dat als een positief effect van de cijferleergang van WIG. Tenslotte hebben de WIG-leerlingen hier nog een achterstand in voorwaardelijke rekenvaardigheden.

Mogelijk dat de WIG-leerlingen uiteindelijk toch meer inzicht ontwikkelen dan hun NZR-collegaatsjes. Ook de resultaten op de contextopgaven wijzen in die richting tenminste wanneer we de basale rekenvaardigheden hierin verdisconteren.

### 3.7 aanvullende analyse

Welke verschillen je vindt bij het vergelijken van onderwijsprogramma's zal mede afhangen van de effectmaat die je hanteert.



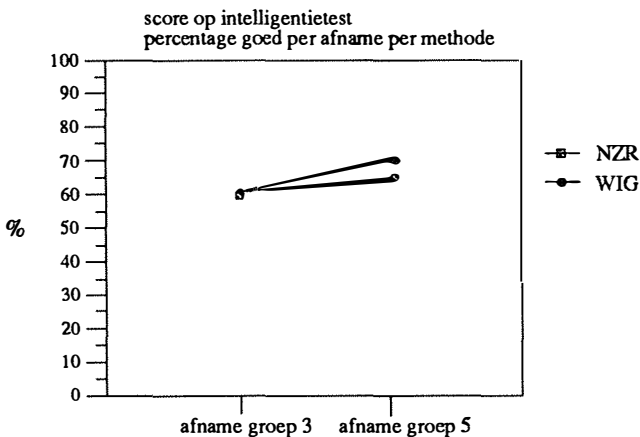
figuur 51: effect size on fluid (Gf) and crystalized (Gc) ability outcomes for nine follow through models (overgenomen uit Lohman, 1989).



Lohman (1989) gebruikt hier als onderscheidende dimensie de mate van transfer. Een dimensie die aan de ene kant wordt afgegrensd door de directe reproductie van kennis en aan de andere kant intelligentietests als limiet heeft.

Een vergelijking van effectstudies bij verschillende onderwijsprogramma's laat zien dat meer op inzicht gerichte programma's beter uit de verf komen wanneer een hogere transfer gevraagd wordt, terwijl meer vaardigheidsgerichte programma's beter scoren bij lage transfer (zie fig. 51). Het leek daarom de moeite waard eens na te gaan of er een samenhang bestaat tussen de scores op een intelligentietest en de gebruikte methode.

Hiervoor heeft in groep 5 een tweede afname van de Raven plaatsgevonden. De resultaten in groep 5 wijken nogal af van die van groep 3. Was daar geen sprake van een significant verschil tussen de NZR-leerlingen en de WIG-leerlingen (zie bijlage 5), in groep 5 is dit duidelijk anders. Uit de analyse blijkt dat zelfs als er wordt gecorrigeerd voor leerlinggewicht en beginniveau het gemiddelde van de WIG-groep 6% hoger ligt dan dat van de NZR-groep (zie fig. 52 en bijlage 12).



figuur 52

Hoewel natuurlijk niet zonder meer kan worden aangenomen dat deze verschillen aan het verschil in onderwijsaanbod te danken zijn, vinden we hier dus wel verschillen in de door Lohman verwachte richting.

### 3.8 samenhang met de aard van het onderwijs

In de vorige paragraaf zagen we dat er een samenhang gevonden werd tussen de inhoud van de methode en de leerprestaties van de leerlingen. Het verschil in leerstofplanning bleek daarbij dominant, hoewel de op inzicht en toepassingen gerichte opzet van WIG mogelijk wel een verklaring kan zijn voor het feit dat er geen systematische verschillen gevonden werden bij de contextopgaven en bij het cijferend

optellen en aftrekken, ondanks de voorsprong van NZR in voorwaardelijke kennis. Naast de invloed van de methode-inhoud verwachten we ook een invloed van de aard van het onderwijs. Hiertoe zijn de uitkomsten van de protocolanalyse gerelateerd aan de hiervoor gerapporteerde totaal- en subscores.

### ***complicaties***

Een complicatie vormt echter de geringe implementatie van de realistische onderwijstheorie. Juist bij deze benadering wordt veel betekenis toegekend aan de aard van het onderwijs. Als nu de mate van realisme beperkt blijft kan de invloed op de leerprestaties nooit groot zijn. Bovendien bleek de variantie in mate van realisme, respectievelijk mechanisme per methode gering (gemiddelde real-score WIG = 3.16, standaard deviatie = .34, gemiddelde mech-score NZR = 3.83, standaard deviatie = .46).

Ook de verdeling van de realistische en mechanistische kenmerken over de twee methoden maakt kwantitatieve analyse van de samenhang tussen de aard van het onderwijs en de leerprestaties lastiger dan verwacht. Doordat de aard van het onderwijs haast gedichotomiseerd is over de twee methoden, is het vrijwel onmogelijk aard en methode statistisch van elkaar te scheiden. Het alternatief – de invloed van de aard van het onderwijs op de leerprestaties per methode beoordelen – heeft tot gevolg dat het toch al geringe aantal cases nog kleiner wordt. En het aantal cases is toch al kleiner dan bedoeld omdat er in een aantal klassen duobanen voorkwamen. In deze gevallen was het niet mogelijk de aard van het onderwijs eenduidig vast te stellen. Bovendien waren niet alle klassen bereid informatie over het leerlinggewicht te verstrekken.

Het geringe aantal cases is vooral van betekenis omdat de onderzoeksgroep niet zo homogeen is als oorspronkelijk beoogd. De klassen die nog overblijven verschillen onderling significant in beginniveau, gemiddelde intelligentie en leerlinggewicht. Wanneer hiervoor ook nog gecorrigeerd wordt wreekt zich het geringe aantal cases. De verhouding tussen het aantal cases en het aantal controlevariabelen maakt dat er altijd wel een combinatie van variabelen gevonden wordt die de afhankelijke variabele bijna volledig verklaart, dat wil zeggen statistisch verklaart. Of de zo gevonden samenhangen ook een reële betekenis hebben mag worden betwijfeld.

### ***analyseresultaten***

Toch hebben we onderzocht wat een regressie-analyse oplevert en bovendien hebben we naar enkelvoudige correlaties gekeken. De regressies zijn per methode uitgevoerd op de gegevens van de groepen 3, 4 en 5 afzonderlijk, met Raven, beginniveau (resp. toets 3.1, 4.1 en 5.1) en leerlinggewicht als controlevariabelen. Als effectmaat zijn zowel de totaalscores op de eindtoets als de scores op de subvaardigheden gebruikt. Alle analyses zijn tweemaal uitgevoerd, eenmaal met de

mate van mechanisme (mech) als onafhankelijke variabele en eenmaal met de mate van realisme (real) als onafhankelijke variabele. De resultaten zijn opgenomen in bijlage 16.

Zoals te verwachten was is de door mech of real verklaarde variantie slechts in een klein aantal gevallen significant. In één geval gaat het om een bijdrage die significant is op een .01 niveau; de bijdrage zelf is echter te verwaarlozen (1%). Daarnaast is er nog een bijdrage van 21% op een .05 niveau, een samenhang tussen realistisch gebruik van WIG in groep 4 en de subvaardigheid formulesommen. Dan zijn er nog drie verbanden op een .10 niveau en dat zegt weinig bij dit grote aantal analyses.

De meest directe manier om enig zicht op de samenhangen te krijgen is het berekenen van enkelvoudige correlaties (zie fig. 53).

correlaties uitvoering en leerprestatie					
		NZR		WIG	
	groep	mech	real	mech	real
totaal	3	.08	.18	-.30	-.06
	4	-.14	.34	-.04	.66*
	5	-.04	.23	-.67*	-.15
context	3	.18	.03	-.28	-.08
	4	.14	.38	.04	.63*
	5	.15	.18	-.67*	-.35
formule	3	.18	.11	-.29	-.04
	4	-.32	.25	-.10	.58
	5	-.05	.27	-.58	.07
meetkunde	3	-.42	.02	-.09	-.03
	4	-.72	.49	-.04	.51
	5	.21	-.04	-.44	-.17
telrij	3	-.15	.54	-.23	-.07
	4	-.35	.31	-.14	.80**
	5	--	--	--	--
verhoudingen	3	.28	.08	-.23	-.16
	4	.18	.34	-.04	.56
	5	.06	.35	-.64*	-.46

\* significant op .05 niveau

\*\* significant op .01 niveau

figuur 53: aard van het onderwijs en leerprestaties

Ook hier is het aantal significante verbanden niet groot. Als we ons echter beperken tot de mate van realisme bij het gebruik van WIG dan blijken drie van de zeventien

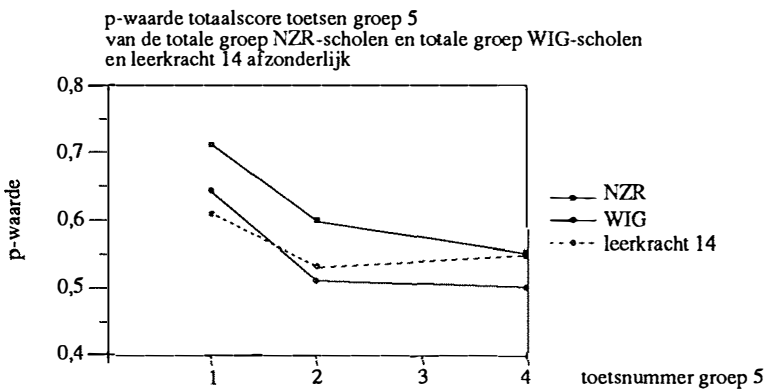
verbanden significant. Bovendien geldt dat de richting van de verbanden in vrijwel alle gevallen goed overeenstemt met de verwachtingen. Blijft natuurlijk het feit dat hier tal van andere invloeden buiten beschouwing zijn gelaten.

**discussie**

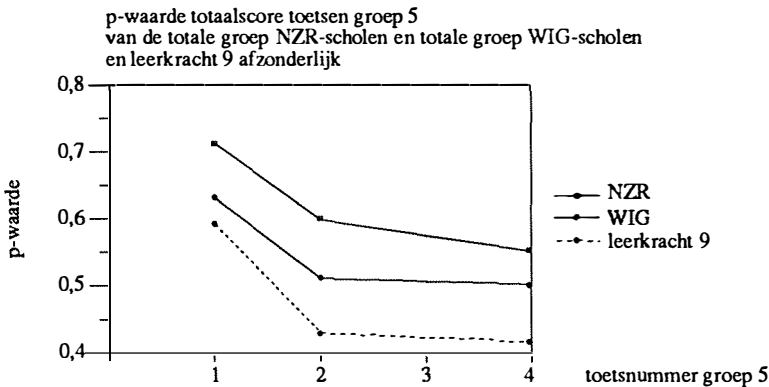
Gebleken is dat de mate waarin met name WIG-leerkrachten onderwijs geven conform de bij de methode passende onderwijstheorie achterblijft bij de verwachtingen. De realistische kenmerken zijn gemiddeld gesproken slechts beperkt aanwezig. Bovendien is de spreiding in de mate van realisme klein. Onder die omstandigheden viel nauwelijks te verwachten dat er enige invloed van de aard van het onderwijs op de leerprestaties aangetoond zou kunnen worden. Toch wijzen de enkelvoudige correlaties tussen aard van het onderwijs en leerprestaties wel in die richting.

De protocolscore van leerkracht 14 liet echter duidelijk zien dat er met WIG wel degelijk realistisch les gegeven kan worden. De kwalitatieve vergelijking tussen leerkracht 9 en leerkracht 14 liet bovendien zien dat het daarbij niet om nuanceverschillen voor didactische fijnproevers gaat. De analyse toonde wezenlijke verschillen in de aard van het onderwijs. Interessant is natuurlijk de vraag of dit ook voor de leerprestaties wat uitmaakt. Indicaties hiervoor konden gevonden worden in de klassemiddelen van deze leerkrachten op de MORE-toetsen.

In figuur 54 en 55 zijn de scores van de klas van leerkracht 14 op toets 5.1, 5.2 en 5.4 afgezet tegen de WIG- en NZR-gemiddelden van alle klassen. Daaronder staan dezelfde gegevens van leerkracht 9.



figuur 54: toetsresultaten bij leerkracht 14



figuur 55: toetsresultaten bij leerkracht 9

We zien dat beide klassen onder het gemiddelde starten, maar waar leerkracht 14 de achterstand goed maakt, slaagt leerkracht 9 er zelfs niet in de achterstand te consolideren. Natuurlijk moet hierbij aangetekend worden dat nog tal van andere factoren in het spel zijn die het leerresultaat kunnen hebben beïnvloed.

Al met al kan de veronderstelling dat een realistischer uitvoering van WIG ook leidt tot betere leerprestaties, slechts met tentatieve gegevens onderbouwd worden. Toch is dit al een opmerkelijk resultaat. Er werd tenslotte nauwelijks realistisch lesgegeven. Vervolgonderzoek, waarin wordt nagegaan wat de resultaten zijn als er echt realistisch lesgegeven wordt is dan ook zeker geïnduceerd. Om de daarvoor vereiste condities te creëren lijkt nascholing en begeleiding zeker noodzakelijk. Hoe deze ondersteuning ingericht zou kunnen worden kan onder meer uit de resultaten van het onderhavige onderzoek afgeleid worden.

## 4 oplossingsstrategieën

De verschillen tussen de twee methoden zullen naar we verwachtten ook doorwerken in de oplossingsstrategieën van de leerlingen. Anders dan de leerprestaties, zijn de oplossingsstrategieën slechts nagegaan bij een kleine groep leerlingen. (Uit elke klas zijn vier leerlingen gekozen, waarvan de scores op de begintoets grofweg overeenkwamen met het twintigste, veertigste, zestigste en tachtigste percentiel.) Daarbij is tevens gekozen voor een meer kwalitatieve analyse. Dat wil zeggen dat significantieberekeningen en dergelijke achterwege gelaten worden.

Ook de invloed van de aard van het onderwijs en van leerlinggewicht enzovoort is niet in de analyse betrokken. Centraal stond de samenhang tussen de oplossingsmethoden die de methoden aanbieden en de strategieën die de leerlingen in de interviewsituatie hanteerden.

Voor de analyse zijn die onderwerpen geselecteerd waarvan verwacht werd dat ze verschillen tussen de beide methoden aan het licht zouden brengen.

De twee methoden verschillen sterk in de manier waarop de basisautomatismen geleerd worden, ten aanzien van het hoofdrekenen en in de cijferleergangen. De daarbij horende leerlinginterviews zijn vervolgens geanalyseerd. Het cijferen is hierbij geanalyseerd in de vorm van contextopgaven.

#### 4.1 basisautomatismen

Over verschillen in beheersing van de basisautomatismen werd hiervoor al gerapporteerd. Duidelijk werd daar dat WIG en NZR een andere leerstofopbouw volgen en ook een andere planning aanhouden met betrekking tot het tijdstip van beheersing. Om uit te vinden of de leerlingen andere oplossingsstrategieën gebruiken bij het optellen en aftrekken onder de twintig kregen de leerlingen in interview 3.4 (eind groep 3) de volgende sommen voorgelegd:

$$8 + 7 =$$

$$3 + 9 =$$

$$13 + 4 =$$

$$5 + 14 =$$

$$13 - 4 =$$

$$12 - 9 =$$

$$18 - 2 =$$

$$15 - 13 =$$

Van te voren werd verwacht dat de WIG-leerlingen vaak één of andere vorm van handig rekenen zouden gebruiken – daar legt de methode immers de nadruk op. De NZR-leerlingen zouden het vooral moeten hebben van gememoriseerde kennis, standaardprocedures en tellen. In tegenstelling tot de verwachtingen bleek echter dat meer NZR-leerlingen gebruik maakten van handige strategieën, terwijl meer WIG-leerlingen hun toevlucht nemen tot tellen (Gravemeijer, Van den Heuvel-Panhuizen en Van der Ploeg, 1990).

De oorzaak voor dit verschil in strategiegebruik kan mogelijk gevonden worden in het verschil in beheersing van de meer elementaire automatismen. Daar er bij NZR systematisch aandacht besteed is aan het memoriseren van de getalsrelaties onder de tien, mag verwacht worden dat de leerlingen deze getalsrelaties ook paraat hebben. Blijkbaar is het voor hen geen probleem ze dan ook handig te benutten. De WIG-leerlingen daarentegen zijn wel vertrouwd met het idee van handig rekenen, maar de variatie in de getallen die in de opgaven aan bod komen leidt niet snel tot het onthouden van getalsrelaties. Veel WIG-leerlingen hebben daarom niet de beschikking over de basiskennis die ze voor het handig rekenen in zouden moeten zetten.

Voor de leerstofopbouw van WIG betekent dit dat het aan te raden is het opbouwen

van een netwerk van getalsrelaties systematischer in de methode in te bouwen. Los van dit onderzoek hebben de auteurs dit al ingezien en aanwijzingen voor een systematischer opbouw opgenomen in de zogeheten ‘Gebruikersbulletins’.

## 4.2 hoofdrekenen

Het strategiegebruik in groep 4 en 5 is ook maar in beperkte mate onderzocht. Voor zover dit onderzocht is heeft het wel enkele verschillen tussen de WIG-leerlingen en NZR-leerlingen zichtbaar gemaakt.

Uit een analyse van het strategiegebruik aan het eind van groep 4 bij vier optel- en aftrekopgaven tot honderd met getallen van twee cijfers (Van den Heuvel-Panhuizen en Gravemeijer, 1990d) kwam naar voren dat de WIG-leerlingen vaker beide termen splitsen in tientallen en eenheden en NZR-leerlingen vaker het eerste getal heel laten.

Daarnaast heeft er ook nog een meer specifiek op handig hoofdrekenen gerichte analyse plaatsgevonden aan het eind van groep 5. Bij dit interview kregen de leerlingen de volgende sommen voorgelegd:

$$49 + 47 =$$

$$38 + 39 + 40 + 41 + 42 =$$

$$63 + 98 + 13 - 96 =$$

Uit de analyses blijkt dat de meeste leerlingen (90%) de eerste opgave goed oplossen (Ruesink en Van Donselaar, 1993). In beide groepen leerlingen passen de meeste leerlingen de zogeheten 10/10-strategie (Beishuizen, 1983) toe, ze splitsen beide getallen in tientallen en eenheden en tellen deze afzonderlijk op. Van de NZR-leerlingen maakt 30% gebruik van de G/10-strategie (Beishuizen, 1983), waarbij het eerste getal intact wordt gelaten en het tweede in stappen wordt toegevoegd. Bij de NZR-leerlingen zou verwacht mogen worden dat de G/10-strategie de voorkeur zou hebben boven de 10/10-strategie. De 10/10-procedure komt bij NZR in het begin van groep 4 aan de orde, deze wordt later vervangen door de G/10-procedure en aan het eind van groep 5 zouden alle NZR-leerlingen deze strategie moeten gebruiken.

Opvallend is bovendien dat geen van de WIG-leerlingen de G/10-strategie toepast, terwijl de methode daar wel de ruimte voor laat. Wel getuigen een paar WIG-leerlingen van een zekere flexibiliteit door te compenseren. Dit wordt op drie verschillende manieren gedaan:

- door uit te gaan van  $50 + 50$

$$50 + 50 = 100$$

$$100 - 1 = 99, 99 - 3 = 96$$

- door 49 eerst naar boven af te ronden

$$50 + 47 = 97, 97 - 1 = 96$$

- door de ophoging van 49 direct te verrekenen

$$49 + 47 = 50 + 46 = 96.$$

Geen van de NZR-leerlingen gebruikt deze strategie. Ook zijn er verhoudingsgewijs minder NZR-leerlingen die cijferen. Dit is eveneens in overeenstemming met wat de methode aanbiedt; in de vorm van de opgave ligt in het algemeen besloten hoe deze opgelost moet worden. Staan de getallen onder elkaar dan is het cijferen, staan de getallen naast elkaar dan moet het uit het hoofd. Overigens zou dit niet uit hoeven sluiten dat de leerlingen uit het hoofd cijferen, maar daarvoor liggen de 10/10- en G/10-procedures eind groep 5 mogelijk nog te vers in het geheugen. Ook in de uitwerking herkennen we soms de methode, zo noteert een van de WIG-leerlingen een tussenstap bij het cijferend optellen (fig. 56).

$$49 + 47 = 96$$

figuur 56: cijferend optellen via een tussenstap

Bij de opgave  $38 + 39 + 40 + 41 + 42 = \dots$  zien slechts enkele leerlingen (3 NZR- en 2 WIG-leerlingen) de mogelijkheid van het handig samennemen. Hierdoor wordt het een moeilijke opgave (slechts 65% geeft het juiste antwoord).

Dominante oplossingsmethoden zijn de 10/10/10-strategie, het cijferen en het werken in de gegeven volgorde. Bij de WIG-leerlingen zijn er meer die cijferen, bij NZR zijn het er meer die op volgorde werken. Dit laatste stemt overeen met de gebruikelijke aanpak van de methode.

Het op volgorde rekenen en de 10/10/10-strategie (waarbij de tientallen en de eenheden eerst onafhankelijk van elkaar opgeteld worden) doen beide een groot beroep op het geheugen. Het is dan ook niet verwonderlijk dat er veel fouten gemaakt worden. Slechts een enkeling maakt gebruik van een kladblaadje.



Bij het cijferen worden er wat minder fouten gemaakt. Interessant is tenslotte dat één van de WIG-leerlingen reflecteert op haar oplossing. Nadat ze de opgave cijferend uitgerekend heeft, ziet ze nog een handiger manier (fig. 57):

$$38 + 39 + 40 + 41 + 42 = 200$$

$$\begin{array}{r}
 38 \\
 39 \\
 \hline
 77 \\
 \hline
 \end{array}
 +
 \begin{array}{r}
 40 \\
 41 \\
 \hline
 81 \\
 \hline
 \end{array}
 = 200$$

$$\begin{array}{r}
 40 + 41 = 81 \\
 38 + 42 = 80 \\
 \hline
 161 \\
 \hline
 \end{array}
 + 39 = 200$$

figuur 57: reflectie op de oplossing

De laatste opgave blijkt voor meer dan de helft van de leerlingen te moeilijk. De mogelijkheid de som te vereenvoudigen door eerst 96 van 98 af te trekken wordt door maar enkele leerlingen gezien (WIG 8%, NZR 3%).

De leerlingen kiezen weer hetzelfde soort strategieën als bij de vorige opgaven: 10/10/10, op volgorde en cijferen. Ook nu worden hiermee weer veel fouten gemaakt. Dit keer ook bij het cijferen, omdat nogal eens vergeten wordt dat het laatste getal moet worden afgetrokken.

Opvallend is dat ook hier enkele WIG-leerlingen spontaan hun oplossingsstrategie vervangen door een handiger strategie.

Samenvattend kan geconstateerd worden dat het methode-aanbod ook weer in de oplossingen gereflecteerd wordt, zij het op een wat andere manier dan in eerste instantie verwacht. Er zijn wel iets meer WIG- dan NZR-leerlingen die handig rekenen, maar absoluut gezien is het toch maar een klein aantal.

Bij beide methoden treffen we vrij veel leerlingen aan die een 10/10/(10)-strategie hanteren. In beide gevallen is dit terug te voeren op het methode-aanbod: NZR besteedt hier enige tijd aandacht aan en WIG maakt veel werk van het splitsen van tientallen en eenheden, om het vermenigvuldigen voor te bereiden. In de opbouw van NZR is erin voorzien dat de leerlingen de 10/10-procedure eind groep 5 vervangen hebben door de G/10-procedure. Dit blijkt slechts voor een deel van de leerlingen het geval.

Hoopvol is tenslotte dat enkele WIG-leerlingen er blijk van geven op de eigen oplossingsprocedure te reflecteren.

De vele fouten die zowel WIG- als NZR-leerlingen maken bij de complexe formulesommen geven ons aanleiding het gebruik van kladblaadjes in het onderwijs aan te bevelen. Met een handig gebruik van kladnotities wordt het overzicht behouden en het geheugen ontlast.



Deze strategie wordt niet systematisch uitgebuit om via verdubbelen en halveren tot het antwoord te komen iets wat hier overigens wel goed zou kunnen ( $12 \times 24 = 6 \times 48 = 3 \times 96 = 192 + 96 = 288$ ). Een enkele leerling maakt gebruik van een verdubbeling om de berekening te verkorten.

$$\begin{array}{r}
 12 \\
 24 \\
 48 \\
 96 \\
 192 \\
 \hline
 384
 \end{array}
 \quad 288$$

figuur 60: verdubbelen

Het splitsen van tientallen – een weg die door de helft van de NZR-leerlingen en een derde van de WIG-leerlingen gevolgd wordt – leidt nogal eens tot fouten, omdat niet alle deelprodukten die zo ontstaan meegenomen worden. De oplossingen bleken te variëren van  $12 \times 24 = 10 \times 24 + 2 \times 24$  tot  $24 \times 12 = 10 \times 12 + 10 \times 12 + 4 \times 10 + 4 \times 2$  vaak ten onrechte verkort tot  $20 \times 10 + 4 \times 2$ (!).

Het overslaan van tussenprodukten lijkt vooral te wijten aan het ontbreken van een systematische manier van noteren, bijna alle leerlingen die deze strategie toepassen doen alles of vrijwel alles uit het hoofd. Voor de WIG-leerlingen is dit echter een strategie die dicht aanligt tegen wat er in de methode aangeboden wordt, voor de NZR-leerlingen is het een zelfbedachte, informele strategie. Het is ook niet verwonderlijk dat de NZR-leerlingen hier meer fouten mee maken.

Het cijferen levert in het algemeen wel een goed resultaat op. Van de WIG-leerlingen lost 36% de opgave cijferend op, bij de NZR-leerlingen is dit 16%. Een verschil met de eerder besproken formulesommen is echter dat het nu de WIG-leerlingen zijn die er beter in slagen dit cijferen tot een goed eind te brengen. Overigens moet hierbij aangetekend worden dat het cijferend vermenigvuldigen in NZR met getallen van twee cijfers pas aan het eind van deel 6 aan de orde komt, en dus in veel gevallen nog niet behandeld was op het moment van toetsafname. Ook al is er bij NZR al het nodige voorbereidende werk gedaan, toch kan het oplossen van de toetsopgave niet gelden als een toepassing van een eerder geleerd algoritme.

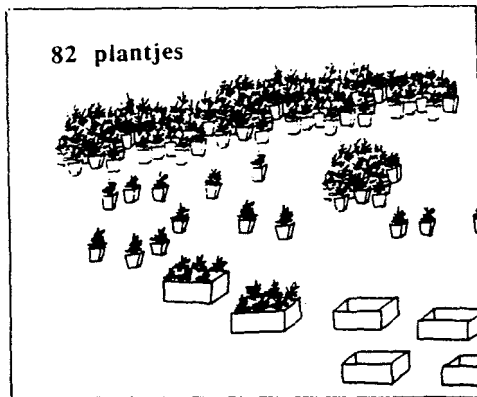
Bij WIG is de relatie met de methode duidelijker, zelfs het principe van het progressief schematiseren waarbij het algoritme verschillende tussenvormen doorloopt

keert terug in oplossingen van WIG-leerlingen (fig. 61).

figuur 61: tussenvormen uit het proces van progressief schematiseren

delen

De deelopgave wordt ingeleid met een tekening van een grote hoeveelheid plantjes (fig. 62).



figuur 62: deelopgave eind groep 5

De vraag luidt:

Help de juf maar eens even met inpakken.

Ze heeft 82 plantjes voor de schooltuin gekocht. In elk doosje kunnen 6 plantjes.

Hoeveel dozen heeft ze nodig om alle plantjes in te kunnen pakken?

Anders dan de vorige contextopgave kan dit item wel opgevat worden als een toets voor de toepasbaarheid van een geïsoleerd geleerd algoritme; op het moment van afname zijn de staartdelingen met rest en staartdelingen met een uitkomst groter dan tien bij NZR al aan de orde geweest. Toch is er maar één NZR-leerling die deze opgave met een staartdeling oplost. Een gebrek aan transfer, wat mogelijk ook een gevolg is van het feit dat het in de NZR-boekjes altijd boven de opgave staat als je een staartdeling moet maken.

De meeste NZR-leerlingen ervaren dit daarom als een nieuwe opgave. Voor de WIG-leerlingen die nog geen deelsommen met rest met een uitkomst boven de tien gezien hebben is het een nieuwe opgave.

Een groot deel van de leerlingen benut  $10 \times 6 = 60$  als tussenstap, namelijk 62% van de NZR-leerlingen en 46% van de WIG-leerlingen. Hoewel slechts  $\frac{2}{3}$  van de NZR-leerlingen die het zo doen het goede antwoord vinden zijn dat wel meteen bijna alle NZR-leerlingen die überhaupt een goed antwoord vinden. Van de WIG-leerlingen die  $10 \times 6 = 60$  gebruiken komt meer dan driekwart (36% van het totaal) op de goede uitkomst; ook hiermee hebben we bijna alle succesvolle leerlingen te pakken. De totalen van WIG en NZR ontlopen elkaar daarmee niet zoveel; van beide groepen komt ongeveer 40% tot een goed antwoord.

Veel leerlingen raken in de war als ze uitzoeken hoeveel dozen er nog nodig zijn nadat ze de eerste tien dozen volgemaakt hebben. Het gereken vraagt dan zoveel aandacht dat ze aantallen dozen en aantallen plantjes door elkaar gaan halen.

‘ $10 \times 6 = 60$ , en  $6 = 66$ ,  $72$ , eh, plus  $6$  is  $78$  plus  $6$  is uhm (lange stilte), nee doe maar  $79$ .’

Aldus een leerling, die zijn fout echter zelf ontdekt als de interviewer nog eens herhaalt wat hij gezegd heeft.

Andere bruikbare strategieën worden door slechts weinig leerlingen benut. 5% van de NZR- en 4% van de WIG-leerlingen pakken het probleem aan met herhaald optellen, 3% van de NZR- en 4% van de WIG-leerlingen rekenen met andere veelvouden van 6, maar er zijn ook nogal wat leerlingen die een verkeerde bewerking uitvoeren (ongeveer eenderde van de WIG-leerlingen en ongeveer een vijfde van de NZR-leerlingen).

De dominantie van de  $10 \times 6 = 60$  redenering kan zonder meer uit het methode-aanbod verklaard worden. Bij NZR is dit de standaardmanier om deelsommen met een uitkomst groter dan tien op te lossen, bij WIG wordt in die fase van het onderwijs veel nadruk gelegd op het splitsen bij tien bij het oplossen van vermenigvuldigsommen – de transfer naar delen ligt dan voor de hand.

De (vele) fouten die de leerlingen maken kunnen zoals gezegd teruggevoerd worden op de complexiteit van de berekening. Blijkbaar hebben de leerlingen één of andere vorm van houvast nodig. Daarom is het interessant deze les te vergelijken met een deelles die voor de beeldplaat ‘Basisvaardigheden rekenen-wiskunde’ opgenomen werd onder de titel ‘de ouderavond’ (zie Van Galen en Feijs, 1990).

Wanneer bedacht moet worden hoeveel tafels met zes stoelen je nodig hebt voor 81 ouders maken heel wat kinderen tekeningen om hun oplossing te ondersteunen. Dat dit bij de ouderavond wel en bij het MORE-interview niet gebeurt is niet toevallig: de ouderavond-leerkracht heeft de leerlingen namelijk op het spoor gezet door bij de

introductie van het probleem enkele tafels te tekenen. Bovendien noemt hij tekenen expliciet bij de manieren die de leerlingen kunnen gebruiken om de oplossing te vinden. Dit tekenen blijkt de leerlingen veel steun te geven. Bovendien kan zo het gat gedicht worden tussen de leerlingen die op het idee van de  $10 \times$ -strategie komen en degenen die nog niet zover zijn zoals de WIG-leerling die het probleem oplost door de plantjes in de tekening keurig in groepjes van zes in te delen, en al die leerlingen die niet weten wat ze moeten doen.

Uit dit interview leiden we daarom de didactische aanbeveling af, om bij de (realistische) voorbereiding van het delen de leerlingen te stimuleren tot het maken van tekeningen op kladblaadjes (Gravemeijer, 1992).

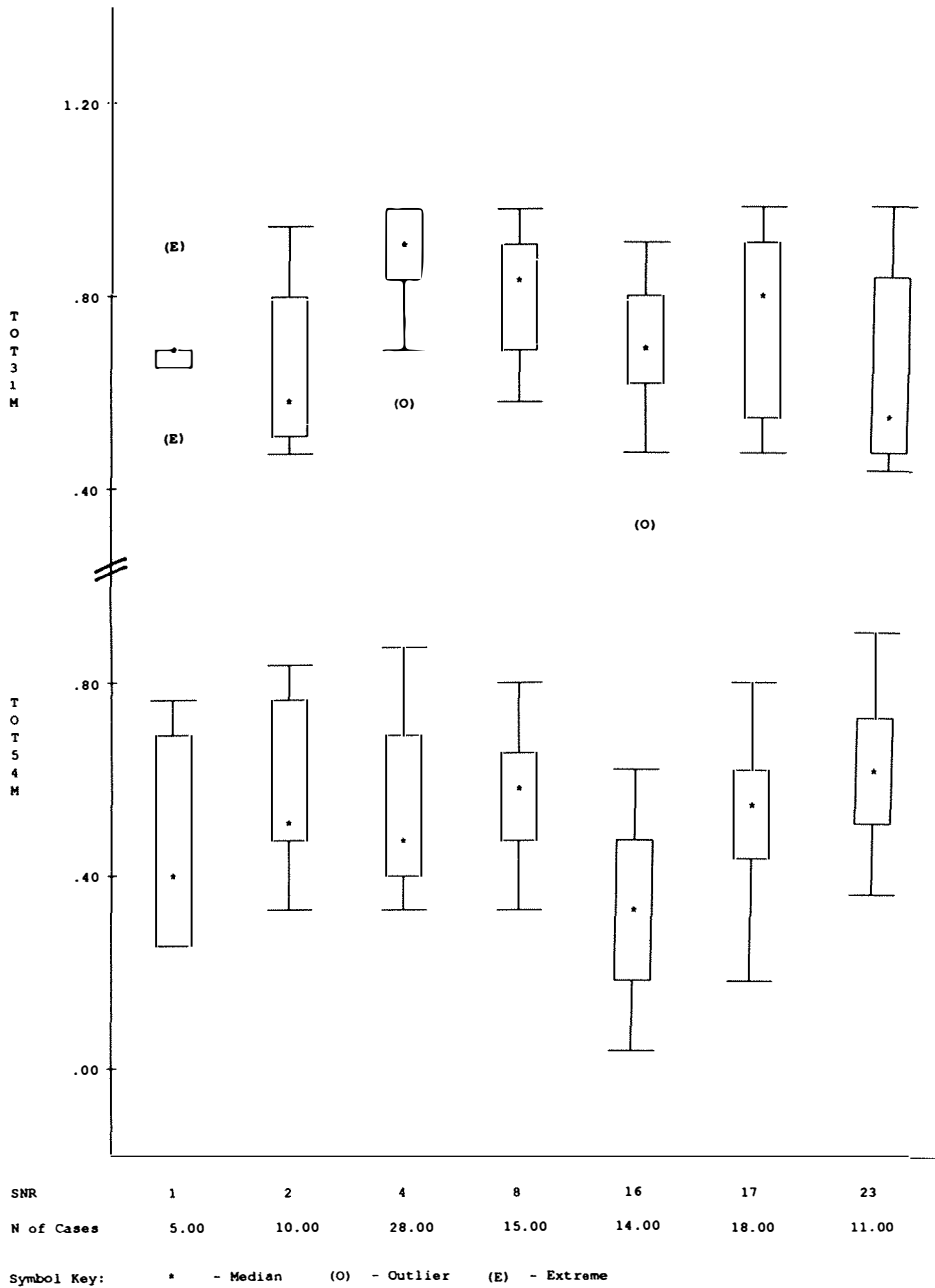
## 5 niveauspreiding

Leidt het gebruik van een realistische methode – met zijn brede en gevarieerde leerstofaanbod – er nu toe dat de verschillen tussen de leerlingen groter worden, of niet, of worden de verschillen misschien juist kleiner – zoals Kraemer (1988) in een casestudy vond? De beschikbare gegevens bieden ons de gelegenheid globaal op deze vraag in te gaan. Hiertoe is de gemiddelde spreiding van de NZR-klassen op de begin- en eindtoets vergeleken met de gemiddelde spreiding van de WIG-klassen. Daarin zijn alleen die klassen betrokken, die bij de begin- en eindtoets werkelijk een klas vormden. Zo vielen enkele klassen af omdat ze in de tussenliggende periode uitgesplitst of juist samengenomen waren. Dan blijkt dat de spreiding in beide gevallen toeneemt (wat onder meer te maken zal hebben met het plafondeffect op de begin-toets). Ook blijkt dat de gemiddelde niveauspreiding op de eindtoets bij WIG iets groter is, maar dat de verschillen minimaal zijn (zie fig. 63).

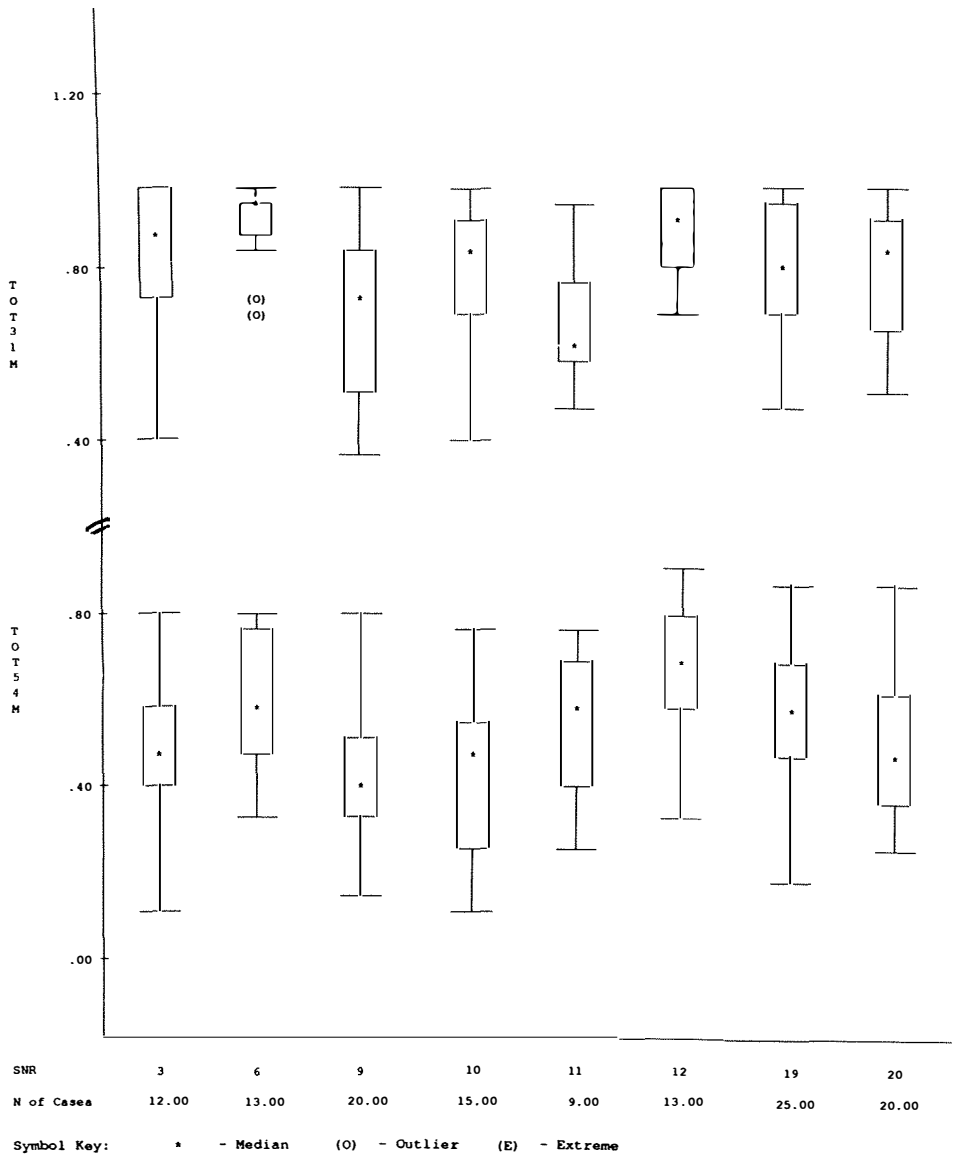
Gemiddelde standaarddeviatie toetsscores in NZR- en WIG-klassen		
	NZR	WIG
eerste toets	.236	.218
laatste toets	.352	.366
N	7	10

figuur 63: niveauspreiding

Voor een beter overzicht is de spreiding per klas in beeld gebracht (zie fig. 64 en 65). Wanneer we de individuele klassen vergelijken zien we dat er moeilijk van een patroon gesproken kan worden.



figuur 64: spreiding per klas begin groep 3 en eind groep 5 bij NZR



figuur 65: spreiding per klas begin groep 3 en eind groep 5 bij WIG



---

# Hoofdstuk 5

## CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

### 1 antwoorden onderzoeksvragen

Voor we de uitkomsten van het onderzoek wat ruimer bespreken vatten we eerst de antwoorden op de onderzoeksvragen samen.

- 1 In hoeverre wordt de aard van het onderwijs, gerealiseerd met een realistische of een mechanistische reken-wiskundemethode, bepaald door de methode en/of de opvattingen van de gebruiker?

Het onderwijs wordt getypeerd door de aard van het onderwijs (mate van mechanisme/realisme) en de inhoud van het onderwijs (leerstofonderdelen en leerstofopbouw).

De onderzoeksvraag betreft met name de aard van het onderwijs. Deze blijkt sterk samen te hangen met de door de leerkrachten gebruikte methode: de NZR-lessen zijn (redelijk) mechanistisch en de WIG-lessen (beperkt) realistisch. Afwijkingen ten opzichte van de methode blijken samen te hangen met de opvattingen, met name met de opvattingen over leergangen. Voor het realiseren van echt realistisch reken-wiskundeonderwijs lijken de micro-didactische inzichten bepalend.

De inhoud van het onderwijs blijkt globaal bepaald te worden door de leerstofstructuur van de methode.

- 2 Hoe ontwikkelen de opvattingen van de gebruiker en de manier waarop de methode daadwerkelijk gehanteerd wordt zich in de eerste jaren van de implementatie van een nieuwe methode?

Ontwikkeling in gebruik of opvattingen kon niet worden aangetoond, niet bij een tiental leerkrachten waarvan geaggregeerde scores van twee opeenvolgende lesjaren vergeleken zijn, en ook niet in een kwalitatieve analyse van in drie opeenvolgende lesjaren verzamelde lesprotocollen van twee leerkrachten.

Wel bleek er een samenhang tussen de mate van realisme en het aantal jaren ervaring van de leerkracht.

- 3 Leiden de twee onderwijstypen ook tot verschillende leerresultaten?

De invloed van de twee onderscheiden onderwijstypen op de leerresultaten is uiteengelegd in de samenhang tussen de methode-inhoud (de leerstofstructuur) en de leerresultaten enerzijds en de samenhang tussen de aard van het onderwijs en de leerprestaties anderzijds.

De leerstofstructuur van de methoden blijkt duidelijk samen te hangen met de voor de verschillende leerstofonderdelen onderscheiden subscores. Ook de door de leerlingen gehanteerde oplossingsmethoden stemmen met de methode-inhoud overeen. Het meer eenzijdig aanbod van NZR leidt tot het achterblijven van de NZR-leerlingen op de onderdelen meetkunde en verhoudingen. Wel gaat NZR sneller door de elementaire rekenstof, wat leidt tot een voorsprong bij formulesommen. Dit geldt met name voor de basisautomatismen. Deze voorsprong leidt eind groep 5 echter niet tot betere prestaties bij contextopgaven. Dit is evenmin het geval bij het cijferen. De mondelinge toetsen suggereren zelfs dat WIG hier winst boekt.

Per methode bleek de aard van het onderwijs vrij homogeen, wat het feitelijk onmogelijk maakte een afzonderlijke invloed van de aard van het onderwijs aan te tonen. Wel zijn er indicaties dat een realistischer uitvoering van WIG tot betere resultaten leidt.

Na deze beknopte samenvatting van de antwoorden op de hoofdvragen gaan we nu wat gedetailleerder in op de diverse uitkomsten van het onderzoek.

### 1.1 methodegebruik

#### ***aard van het onderwijs***

Uit het onderzoek blijkt dat WIG- en NZR-leerkrachten niet alleen verschillende methoden gebruiken, maar daar ook verschillend onderwijs mee geven. Bij de NZR-leerkrachten is de aard van het onderwijs redelijk mechanistisch en niet realistisch. De WIG-lessen zijn niet mechanistisch, maar ook de realistische kenmerken komen niet erg uit de verf – volgens de beoordelaars van de lesprotocollen zijn ze slechts beperkt aanwezig. Dit betekent niet alleen dat het NZR-onderwijs van het WIG-onderwijs verschilt, maar ook dat de mechanistische methode meer in overeenstemming met de bedoelingen geïmplementeerd wordt dan de realistische. In feite moet geconcludeerd worden dat de implementatie van de realistische onderwijstheorie onder de maat blijft. Voor een goede implementatie lijkt implementatiesteun onmisbaar.

#### ***opvattingen***

Verondersteld werd dat de aard van het onderwijs dat met een bepaalde methode geïmplementeerd werd, zou samenhangen met de opvattingen van de onderwijsgevende. Deze conclusie wordt door de onderzoeksgegevens bevestigd. De richting waarin leerkrachten van de methode afwijken (meer/minder realistisch, respectievelijk meer/minder mechanistisch) hangt samen met de mate van realisme of mechanisme in hun opvattingen. Deze samenhang doet zich vooral gelden bij de leergang-specifieke opvattingen.

Een meer kwalitatieve analyse van de opvattingen liet zien dat niet alleen de waardering voor de leergangen van belang is maar ook dat het essentieel is dat de leer-

krachten instemmen met de bedoelingen van de concrete onderwijsactiviteiten. De instemming bleek vooral bepaald door herkenning van de leergangen uit de eigen methode. Echter wanneer niet direct herkenbare opgaven voorgelegd werden, bleken slechts weinig leerkrachten de hierbij passende mogelijkheden voor realistisch onderwijs te zien of te waarderen. Nascholing zal zich ons inziens daarom vooral op de micro-didactiek moeten richten.

### ***het realiseren van realistisch onderwijs***

De verwachting dat de NZR-leerkrachten in hun onderwijs door de realistische stroming beïnvloed zouden zijn, werd niet bevestigd. Wel tonen veel NZR-leerkrachten elementen van realisme in hun opvattingen. Blijkbaar is het niet zonder meer mogelijk deze vaak algemene opvattingen naar het concrete onderwijs te vertalen. Zelfs de WIG-leerkrachten blijken daar moeite mee te hebben.

Aangenomen mag worden dat mechanistisch onderwijs makkelijker te realiseren is dan realistisch onderwijs. Dat heeft niet alleen te maken met het doorgronden en onderschrijven van de realistische onderwijstheorie op micro-didactisch niveau, het heeft ook te maken met de praktische realisatie (vergelijk ook Desforges & Cockburn, 1987).

De kwalitatieve analyse van de lesprotocollen laat zien dat er nogal wat komt kijken bij het realiseren van realistisch reken-wiskundeonderwijs. De leerkracht moet er niet alleen voor zorgen het initiatief bij de leerlingen te leggen, tegelijkertijd moet hij of zij anticiperen op wat er komen gaat en zorgen dat de leerstof die via de contextopgaven aan de orde gesteld wordt ook tot zijn recht komt. We spreken in dit verband van 'het creëren van constructieruimte voor de leerlingen' (Streefland en Te Woerd, 1991). Enerzijds dient er ruimte voor eigen constructies geboden te worden, anderzijds moet deze ruimte ook weer ingeperkt worden, om zo richting te geven aan het leerproces. Uiteindelijk moet de leerkracht de constructieruimte zo vormgeven dat de inbreng en de constructies van de leerlingen in dienst staan voor de voortgang van het leerproces van de hele groep. Onderwijsbegeleiding zou hier steun kunnen verlenen door aan te geven hoe modificaties van het door de leerkracht gerealiseerde onderwijs tot een verbetering kunnen leiden.

### ***ontwikkeling in opvattingen en gebruik***

In de theoretische inleiding veronderstelden we dat de WIG-leerkrachten een leerproces zouden doormaken dat tot realistischer opvattingen en een realistischer methodegebruik zou leiden. We hadden dit willen onderzoeken bij leerkrachten die drie jaar met dezelfde WIG-deeltjes lesgeven. Helaas bleek dit in onze onderzoeksgroep vrijwel niet voor te komen. Bij de leerkrachten waarvan in twee opeenvolgende schooljaren gegevens verzameld werden kon geen ontwikkeling in de richting van realistischer opvattingen of gebruik aangetoond worden. Uit de vragenlijsten en interviews bleek dat de leerkrachten na verloop van tijd meer additioneel materiaal

gaan gebruiken en meer adaptaties aanbrengen. Deze aanpassingen gaan echter niet altijd in realistische richting.

Er bleek wel een samenhang tussen de mate van realisme en het aantal jaren gebruikservaring. Deze tendens werd bij de kwalitatieve protocolanalyse bevestigd, ook hier bleek de meest realistische leerkracht al langer met WIG te werken.

Hoewel er voor de kwalitatieve analyse van enkele leerkrachten wel lesprotocollen van drie opeenvolgende schooljaren beschikbaar waren, konden er geen aanwijzingen voor ontwikkeling in gebruikswijze gevonden worden.

Het lijkt erop dat leerkrachten zich niet zonder meer tot realistische leerkrachten ontwikkelen. Bovendien bestaat er bij de meeste leerkrachten geen behoefte aan begeleiding of nascholing. Vermoedelijk zijn de leerkrachten zich onvoldoende bewust van de precieze bedoelingen van realistisch reken-wiskundeonderwijs. Bewustmaking van de bedoelingen en de mogelijkheden van realistisch reken-wiskundeonderwijs wordt daarom gezien als een noodzakelijke voorwaarde voor een werkelijke implementatie van deze vernieuwing.

### 1.2 leerresultaten

#### *inhoud*

De methode-analyse heeft aan het licht gebracht dat NZR en WIG qua leerstofstructuur flink van elkaar verschillen. Verwachte verschillen betreffen het bredere leerstofaanbod van WIG (onder meer tot uitdrukking komend in de onderdelen meetkunde en verhoudingen) en de structurele integratie van toepassingen in het leren rekenen bij WIG. Een ander verschil betreft de temporele verschillen in leerstofplanning. Door het beperktere leerstofaanbod en door een eensporige op het leren van feitjes en het trainen van standaardprocedures gerichte aanpak, kan NZR sneller door de stof gaan. Verwacht zou mogen worden dat hier het nadeel van geringere flexibiliteit en geringere toepassingsvaardigheid tegenover staat. Het grote verschil in tempo maakt het echter moeilijk dit te onderzoeken. Of anders gezegd, de voorsprong in beheersing van basale vaardigheden stelt de NZR-leerlingen in staat om de WIG-leerlingen bij het maken van contextopgaven naar de kroon te steken.

#### *invloed van de methode op de leerprestaties*

In het algemeen blijkt dat de verschillen in leerstofplanning keurig terug gevonden worden in de leerprestaties. Dit geldt allereerst voor het verschil in tempo, waar NZR vrijwel steeds voorop loopt in het maken van formulesommen, maar WIG eerder is met een uitgebreide telrij en het rekenen met relatief grote getallen (tot 100). Het geldt ook voor specifieke onderwerpen, zoals meetkunde en verhoudingen bij WIG en het overschrijden van 10 bij NZR (in groep 3). Er kan dus geconcludeerd worden dat de methode ertoe doet. Dit betekent dat vernieuwing van de methode-inhoud op zinvolle wijze als innovatie-instrument ingezet kan worden.

Bij de contextopgaven is het beeld wisselend. Waarschijnlijk geeft de basale rekenvaardigheid de ene keer de doorslag en de vertrouwdheid met toepassingen de andere keer. Bij de laatste toets van groep 5 blijken beide groepen leerlingen even goed te presteren op de contextopgaven.

De methode-invloed bleek ook duidelijk bij het optellen en aftrekken in groep 3. Hier besteedt NZR specifiek aandacht aan het overschrijden van 10 en WIG aan het rekenen tussen 10 en 20.

Bij het leren van de tafels (+,-,×,;) leidde de eerdere aanbieding bij NZR onveranderlijk tot een voorsprong van de NZR-leerlingen. Bij het cijferend optellen en aftrekken was dit niet het geval. Hier presteren de WIG-leerlingen even goed, ondanks een achterstand in basale rekenvaardigheden. Mogelijk vinden we hier een aanwijzing dat de andere aanbiedingswijze iets extra's oplevert, wat de NZR-leerlingen ontberen. Een andere aanwijzing vinden we hiervoor in de ontwikkeling van de scores op de intelligentietest. Waar de beide groepen bij de afname in groep 3 nog gelijk scoren, doen de WIG-leerlingen het bij de afname in groep 5 beduidend beter dan de NZR-leerlingen.

Uit de analyses blijkt verder dat WIG(-gebruik) verbeterd zou kunnen worden door sterke structurering en sequentiëring van de basisautomatismen.

Bovendien blijken de methoden niet zo homogeen. Eén van de WIG-deeltjes is wat minder realistisch, terwijl het overeenkomstige NZR-deeltje juist rijker is dan de rest van NZR.

### ***invloed van de aard van het onderwijs***

De geringe realisatie van de bedoelingen achter 'de Wereld in Getallen' maakt de vergelijking van de leerresultaten wat unfair. Natuurlijk kan betoogd worden dat de uitvoering waar een methode aanleiding toe geeft, ook tot de kwaliteit van de methode behoort. In het geval van een zo fundamentele vernieuwing als hier aan de orde is lijkt het echter niet redelijk deze eis aan een methode te stellen.

Over de mate waarin de leerprestaties van de leerlingen door een realistischere uitvoering van WIG verbeterd zouden kunnen worden valt weinig met zekerheid te zeggen. Het realistische karakter van de WIG-lessen was zo beperkt, dat het moeilijk werd een samenhang met leerprestaties aan te tonen. Bovendien was het aantal cases waarover een analyse uitgevoerd kon worden te klein om goed te kunnen corrigeren voor verschillen in beginniveau en dergelijke. Enkelvoudige correlaties lieten echter wel positieve samenhangen zien tussen een realistische uitvoering van WIG en de leerprestaties. Bovendien bleek bij een vergelijking tussen een meer en minder realistische WIG-leerkracht, dat de klas van de eerstgenoemde vooruitgang boekte waar de andere klas stagneerde. Overigens kan deze ontwikkeling niet eenduidig aan de leerkracht toegeschreven worden daar deze klassen ook in leerlinggewicht en intelligentie verschilden.

### ***oplossingsstrategieën***

De mate waarin de leerresultaten bij beide methoden verschillen is ook onderzocht door bij vier leerlingen van elke klas mondelinge toetsen af te nemen. Bij deze toetsen is gekeken naar de basisautomatismen, het hoofdrekenen en cijfertoepassingen.

### ***basisautomatismen optellen en aftrekken tot 20***

Anders dan verwacht maken de WIG-leerlingen bij het afleiden van de sommen die ze niet weten minder gebruik van handig rekenen dan de NZR-leerlingen. Dit ondanks het feit dat WIG juist op handig rekenen aanstuurt. Een verklaring kan echter gevonden worden in de systematische opbouw van de basisautomatismen bij NZR. Hierdoor hebben de NZR-leerlingen zich de meest elementaire basisfeiten eind groep 3 al eigen gemaakt. Deze kennis kunnen ze handig inzetten bij de wat lastiger opgaven. Bij veel WIG-leerlingen ontbreekt deze kennis, zodat hen niet anders overblijft dan telstrategieën.

Dit betekent dat het voor WIG-gebruikers aanbeveling verdient, deze elementaire basisfeiten in een vroeg stadium systematisch aan de orde te stellen. Ook een aanpassing van de methode in die zin lijkt noodzakelijk<sup>1</sup>. Mogelijk heeft dit gebrek aan systematiek ook gevolgen voor het verdere leerproces. De gevonden verschillen in beheersing van de basisautomatismen voor optellen en aftrekken onder de twintig zouden – ook bij de nu gekozen planning van de leerstof – wel eens kleiner uit kunnen vallen wanneer de op gevarieerde oplossingsmethoden gebaseerde aanpak van WIG gepaard ging met een meer systematische opbouw.

### ***hoofdrekenen***

De meeste NZR- en de WIG-leerlingen bleken de beoogde handige hoofdrekenmanieren bij de in de leerlinginterviews van groep 5 gepresenteerde hoofdrekenopgaven niet te zien. Bovendien bleken beide groepen veel fouten te maken bij de wat complexere opgaven.

De door de leerlingen gehanteerde oplossingsmanieren vertoonden weer een zekere samenhang met het methode-aanbod, wat in beide gevallen veelvuldig resulteerde in het opsplitsen van de getallen in tientallen en eenheden.

### ***toepassen***

De contextopgaven die de leerlingen eind groep 5 voorgelegd kregen bleken nogal pittig. De meeste leerlingen maakten gebruik van een splitsing in tientallen en eenheden, waarbij de WIG-leerlingen de vermenigvuldigopgave vaker correct oplosten, dan de NZR-leerlingen.

De deelopgave (82 plantjes, hoeveel dozen van 6) werd door beide groepen even goed gemaakt; daarbij was het gebruik van  $10 \times 6$  als tussenstap dominant. Zowel bij

---

1. Overigens hebben de auteurs van WIG dit al ingezien zoals blijkt uit de door hen gepubliceerde 'Gebruikersbulletins' en de recentelijk gepubliceerde nieuwe versie van hun methode.

het delen als bij het vermenigvuldigen bleken de aanpakken met het aanbod van de methoden te sporen. Opvallend is dat er maar één NZR-leerling een staartdeling maakte. Blijkbaar lag het voor de NZR-leerlingen niet voor de hand het eerder geleerde algoritme hier toe te passen.

#### *didactische aanwijzingen*

Zowel bij de complexere hoofdreenopgaven als bij de cijfertoepassingen worden veel fouten gemaakt doordat de leerlingen het overzicht verliezen. We pleiten daarom voor het invoeren van kladblaadjes, waarmee de leerlingen in staat gesteld worden de tussenresultaten van hun berekening bij te houden. Bij contextopgaven kunnen bovendien contextspecifieke notatievormen ingezet worden. De problemen bij het deel-item ontstaan doordat veel leerlingen aantallen plantjes en dozen verwarren. Leerlingen die in een andere situatie vergelijkbare opgaven op moesten lossen maakten deze fout niet omdat de leerkracht ze op het idee bracht tekeningen als hulpmiddel te gebruiken. Deze tekeningen konden zo een verbinding leggen tussen de context en de berekening (zie Van Galen en Feijs, 1990). Een dergelijke aanpak zou goed bij de werkwijze van WIG passen.

### **1.3 besluit**

Het MORE-onderzoek heeft aangetoond dat de methoden NZR en WIG verschillen in leerstofaanbod, in de groepen 3, 4 en 5. Deze verschillen bleken door te werken in de leerprestaties en oplossingsstrategieën. De verschillen in de aard van het onderwijs laten zich samenvatten als NZR redelijk mechanistisch, WIG beperkt realistisch. Hoewel de opvattingen van de WIG-leerkrachten beter bij hun methode passen dan bij NZR het geval is, komt de achterliggende onderwijstheorie bij WIG niet uit de verf. Hierdoor is het ook niet goed mogelijk vast te stellen welke invloed een realistische uitvoering op de leerprestaties zou kunnen hebben.

Los van de vraag naar de invloed van de geringe aanwezigheid van realistische kenmerken in het WIG-onderwijs, moet geconstateerd worden dat het hogere tempo van NZR zonder meer tot uitdrukking komt in de leerresultaten. Tegen het eind van groep 5 lijkt de machinerie echter te stagneren. Zowel bij het cijferend optellen en aftrekken als bij toepassingen op het gebied van cijferend vermenigvuldigen en delen moet NZR zijn voorsprong prijsgeven. De brandende vraag is natuurlijk of deze ontwikkeling zich voortzet. Is het zo dat de eensporige op training gerichte aanpak van NZR zijn limiet kent aan het aantal te leren feitjes en procedures? Dit antwoord kan alleen in de hogere leerjaren gegeven worden. Wat dat betreft moet geconstateerd worden dat het MORE-project te vroeg ophoudt. Vooral ook omdat de PPON-gegevens erop wijzen dat WIG NZR, na een aanvankelijke achterstand in de mediopeiling (groep 5), bij de eindpeiling voorbijstreeft. Aanvullend onderzoek is hier duidelijk geïndiceerd.

## CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

---



---

## literatuur

- Amidon, E. en M. Flanders (1963). *The role of the teacher in the classroom*. Minneapolis: P.S. Amidon en Ass. Inc.
- Beishuizen, M. (1983). *Invloeden van leermiddelen op de uitvoering van rekenhandelingen*. Amsterdam: ORD.
- Berg, W. van den en D. van Eerde (1985). *Kwantiwijzer*. Rotterdam: SVO/Erasmus Universiteit.
- Berg, R. van den en R. Vandenberghe (1981). *Onderwijsinnovatie in verschuivend perspectief*. Tilburg: Zwijsen.
- Brink, F.J. van den (1989). *Realistisch rekenonderwijs aan jonge kinderen* (Dissertatie). Utrecht: OW&OC.
- Cadot, J. en D. Vroegindewey (1986). *10 voor de basisvorming. Rekenen-wiskunde onderzocht*. Utrecht: OW&OC.
- Clark, C.M. en P.L. Peterson (1986). Teacher's Thought Processes. In: H.C. Wittrock (ed.), *Third Handbook of Research on Teaching*. New York, 255-297.
- Creemers, B.P.M., W.T.J.G. Hoeben en K.J. Westerhof (1981). De functie van leerplannen bij onderwijzen en leren: een andere ingang voor curriculumonderzoek. In: B.P.M. Creemers. *Onderwijskunde als opdracht*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Creemers, B.P.M. en W.Th.J.G. Hoeben (1988). Het spel of de knikkers. In: K.P.E. Gravemeijer en K. Koster (eds.). *Onderzoek, ontwikkeling en ontwikkelingsonderzoek*. Utrecht: OW&OC.
- Desforges, Ch. en A. Cockburn (1987). *Understanding the Mathematics Teacher, A Study of Practice in First School*. London: The Falmer Press.
- Feijs, E., R. de Jong, E. de Moor, L. Streefland en A. Treffers (1987). *Almanak reken-wiskundemethoden*. Utrecht: OW&OC.
- Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an Educational Task*. Dordrecht: Reidel.
- Freudenthal, H. (1983). *Didactical Phenomenology of Mathematical Structures*. Dordrecht: Reidel.
- Fullan, M. en A. Pomfret (1977). Research on Curriculum en Instruction Implementation. *Review of Educational Research*, 47 (2), 335-397.
- Fullan, M. (1983). The meaning of Educational Change: a Synopsis. *Pedagogisch Tijdschrift Forum voor opvoedkunde*, 9, 454-464.
- Fullan, M. (1984). Voordracht voor de OTG-curriculum.
- Gagné, R.M. (1969). *The Conditions of Learning*. London: Holt, Rinehart en Winston.
- Gagné, R.M. (1977). *The Conditions of Learning (third edition)*. New York.
- Galen, F. van, K.P.E. Gravemeijer, J.M. Kraemer, T. Meeuwisse en W. Vermeulen (1985). *Rekenen in een tweede taal*. Enschede: SLO.
- Galen, F. van en E. Feijs (1990). Een reken-wiskundeles op de beeldplaat (1). *Tijdschrift voor Nascholing en Onderzoek van het Reken-Wiskundeonderwijs*, 9 (1), 19-30.
- Galen, F. van en E. Feijs (1990). Een reken-wiskundeles op de beeldplaat (2). *Tijdschrift voor Nascholing en Onderzoek van het Reken-Wiskundeonderwijs*, 9 (2), 37-46.
- Ginsburg, H. (1975). Young Children's Informal Knowledge of Mathematics. *The Journal of Children's Mathematical Behavior*, 1 (3), 63-156.
- Goodlad, J. e.a. (1979). *Curriculum Inquiry, the Study of Curriculum Practica*. New York: MacGraw Hill.
- Gravemeijer, K.P.E. (1987). Innoveren: inspireren en experimenteren. In: E. Feijs en E. de Moor (eds.). *Innovatie realistisch reken-wiskundeonderwijs. Panama cursusboek 5*, 9-16. Utrecht: SOL/OW&OC.
- Gravemeijer, K.P.E. (1987). Three Dimensions (boekbespreking). *Tijdschrift voor Nascholing en Onderzoek van het Reken-Wiskundeonderwijs*, 5 (3).
- Gravemeijer, K.P.E. (1988). Methodologische objectiviteit en kwalitatief onderzoek (boekbespreking). *Tijdschrift voor Nascholing en Onderzoek van het Reken-Wiskundeonderwijs*, 6 (6).

- 
- Gravemeijer, K.P.E. (1989). Methodegebruik, een ongewisse factor in de vernieuwing van het reken/wiskundeonderwijs. In: A. Reints, R.A. de Jong en N.A.J. Lagerweij (eds.). *Om de kwaliteit van het leermiddel*. Tilburg: Zwijsen.
- Gravemeijer, K.P.E., M. van den Heuvel-Panhuizen (ed.), W. Vermeulen, G. van Donselaar, D. van der Ploeg en N. Ruesink (1990). *Instrumentontwikkeling Methoden Onderzoek Rekenen-wiskunde*. Utrecht: OW&OC/ISOR, RUU.
- Gravemeijer, K.P.E., M. van den Heuvel-Panhuizen en D. van der Ploeg (1990). Ander rekenboek, andere rekenprestaties. Utrecht: OW&OC/ISOR – (paper gepresenteerd op de ORD te Leiden in 1989).
- Gravemeijer, K.P.E. (1990a). *Analyse-Instrument Lesprotocollen*. Utrecht: OW&OC/ISOR, RUU.
- Gravemeijer, K.P.E. (1990b). De vernieuwing van het reken-wiskundeonderwijs in de praktijk. *School en Begeleiding*, 28.
- Gravemeijer, K.P.E. (1992). Het Kanaal nummer 36. *Tijdschrift voor Nascholing en onderzoek van het Reken-Wiskundeonderwijs*, 10(3), 44-45.
- Groenewegen, J.K.A. en K.P.E. Gravemeijer (1988). *Het leren van de basisautomatismen voor optellen en aftrekken*. Rotterdam: OSM.
- Hall, G.E. en S.F. Loucks (1977). A Developmental Model for Determining Whether the Treatment is Actually Implemented. *American Educational Research Journal*, 14 (3), 263-267.
- Hall, G.E. en S.F. Loucks (1981). Program Definition and Adaptation; Implications for Inservice. *Journal for Research and Development in Education*, 14 (2), 46-59.
- Harris, I.B. (1983). Form of discourse and their possibilities for guiding practice: Towards an effective rhetoric. *Journal of Curriculum Studies*, 1, 27-42.
- Harskamp, E. en C. Suhre (1986). *Vergelijking van rekenmethoden in het basisonderwijs*. Groningen: RION.
- Harskamp, E.G. (1988). *Rekenmethoden op de proef gesteld* (Proefschrift). Groningen: RION.
- Hertog, P. den en J. van de Pol (z.j.). *Vragenlijst opvattingen van docenten*. Nijmegen: KUN.
- Heuvel-Panhuizen, M. van den en L. Streefland (1989/1990). Zorgverbreding om mee te beginnen. *Willem Bartjens*, 9, (2).
- Heuvel-Panhuizen, M. van den (1990a). *Rekenmethoden-onderzoek op de proef gesteld*. Pedagogische Studiën.
- Heuvel-Panhuizen, M. van den (1990b). Realistic Arithmetic/Mathematics Instruction and Tests. In: K.P.E. Gravemeijer, M. van den Heuvel en L. Streefland. *Contexts, Free Productions, Tests and Geometry in Mathematics Education*. Utrecht: OW&OC.
- Heuvel-Panhuizen, M. van den en K.P.E. Gravemeijer (1990a). *Reken-Wiskunde Toetsen Groep 3*. Utrecht: OW&OC/ISOR, RUU.
- Heuvel-Panhuizen, M. van den en K.P.E. Gravemeijer (1990b). *Reken-Wiskunde Interviews Groep 3*. Utrecht: OW&OC/ISOR, RUU.
- Heuvel-Panhuizen, M. van den en K.P.E. Gravemeijer (1990c). Toetsen zijn zo slecht nog niet. *Didaktief*, 20 (10).
- Heuvel-Panhuizen, M. van den en K.P.E. Gravemeijer (1990d). Numberfacts en de reken-wiskundemethode. In: P. Tesser en J.H.G.I. Giesbers (eds.). *Schoolorganisatie en Curriculum*. Nijmegen: ITS.
- Heuvel-Panhuizen, M. van den (1991a). *Andere reken-wiskundemethode ander leerstofaanbod. De uitkomsten van een methodeanalyse uitgevoerd in het MORE-onderzoek*. Utrecht: OW&OC/ISOR, RUU.
- Heuvel-Panhuizen, M. van den (1991b). *Invloed van reken-wiskundeonderwijs op reken-wiskunde prestaties*. Utrecht: OW&OC/ISOR, RUU.
- Hiele, P.M. van (1973). *Begrip en Inzicht*. Purmerend: Muusses.
- Jong, R. de, A. Treffers en E. Wijdeveld (ed.) (1975). *Overzicht van wiskundeonderwijs op de basisschool, leerplanpublicatie 2*. Utrecht: IOWO.

- Jong, R. de. (1986). *Wiskobas in methoden* (Proefschrift). Utrecht: OW&OC.
- Jong, R.A., E. de Moor, L. Streefland en A. Treffers (1983). *Almanak Reken-wiskundemethoden 1984*. Utrecht: OW&OC.
- Koster, K.B. (1975). *De ontwikkeling van het getalbegrip op de kleuterschool: een onderzoek naar de effecten van enkele trainingsprogramma's*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Kraemer, J.M. (1988). Rekenprestaties, school en etniciteit. *Tijdschrift voor Nascholing en Onderzoek van het Reken-Wiskundeonderwijs*, 7 (2).
- Labinowicz, E. (1985). *Learning from children. New beginnings for teaching numerical thinking. A Piagetian Approach*. USA: Addison Wesley Publishing Company.
- Lankford, F.G. (1974). What can a teacher learn about a pupil's thinking through oral interviews? *Arithmetic Teacher*, 21 (5), 26-32.
- Leithwood, K.H. (1981). The Dimensions of Curriculum Innovation. *Journal of Curriculum Studies*, 13 (1), 25-36.
- Lit, S. (1988). Verslag van het onderzoek naar de relatie tussen instaptoetsen en opgavenseries. *Kwantiwijzer, Memo 7*. Rotterdam: Erasmus Universiteit.
- Lodewijks, J.G.L.C. (1981). *Leerstofsequenties: van conceptueel netwerk naar cognitieve structuur* (Proefschrift). Prinsenbeek.
- Lohman, D.F. (1989). *Two Implications of Cognitive Psychology for Educational Measurement*. Address to the Division of Learning and Instruction, Institute for Educational Research in the Netherlands. Utrecht.
- Nelissen, J. (1987). *Kinderen leren wiskunde* (Proefschrift). Gorinchem: De Ruiter.
- Oever, A.C.C. van den (1987). Beoordeling van het eindrapport 'Vergelijking van rekenmethoden in het basisonderwijs' uitgevoerd door het RION. *Tijdschrift voor Onderwijsresearch*, 12 (4), 239-242.
- Popham, W.J. *Educational Evaluation*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall Inc.
- Projectgroep Voorlopige Eindtermen Basisonderwijs (1989). *Advies over de voorlopige eindtermen basisonderwijs 4, Rekenen en Wiskunde*. Enschede: SLO.
- Raven, J.C., J.H. Court en J. Raven (1978). *Manual for Raven's Progressive Matrices en Vocabulary Scales. General Overview*. London: H.K. Lewis en CO. L.T.D. .
- Reints, A. (1989). Over het gebruik van methoden door leerkrachten. In: A. Reints, R.A. de Jong en N.A.J. Lagerweij (eds.). *Om de kwaliteit van het leermiddel*. Tilburg: Zwijssen.
- Rengerink, J. (1983). *De staarideling* (Doctoraal scriptie). Utrecht: OW&OC.
- Resnick L.B. en W.W. Ford (1981). *The Psychology of Mathematics for Instruction*. Hillsdale: N.J. Lawrence Erlbaum Ass.
- Rudnitsky, A.N., P. Drickamer en R. Handy (1981). Talking mathematics with children. *Arithmetic Teacher*, 28 (8), 14-17.
- Ruesink, N. en G. van Donselaar (1993). *Strategiegebruik bij leerlingen eind groep 5*. Utrecht: OW&OC/ISOR.
- Ruesink, N. en M. van den Heuvel-Panhuizen (1991). Strategiegebruik bij een formuleopgave eind groep vijf. *Tijdschrift voor Nascholing en Onderzoek van het Reken-Wiskundeonderwijs*, 9 (4).
- Ruesink, N. (1991). Strategiegebruik bij een contextopgave eind groep vijf. *Tijdschrift voor Nascholing en Onderzoek van het Reken-Wiskundeonderwijs*, 10 (1).
- Scheer, J.K. (1980). The etiquette of diagnosis. *Arithmetic Teacher*, 27 (9), 18-19.
- Shavelson, R.J. en P. Stern (1981). Research on Teachers' Pedagogical Thoughts, Judgments, Decisions and Behavior. *Review of Educational Research*, 51, 455-498.
- Skemp, R.R. (1976). Relational Understanding and Instrumental Understanding. In: *Mathematics Teaching*, 20-26.
- Smedslund, J. (1969). Psychological diagnostics. *Psychological Bulletin*, 71, 187-205.
- Smaling, A. (1987). *Methodologische objectiviteit en kwalitatief onderzoek* (Dissertatie). Lisse: Swets en Zeitlinger B.V.
- Streefland, L. (1988). *Realistisch breukenonderwijs* (Dissertatie). Utrecht: OW&OC.

- 
- Streefland, L. en E. te Woerd (1990). Reken-wiskundeonderwijs, wat valt er te leren. In: M.Dolk en E. Feijs (eds.) *Panama cursusboek 9, Deskundigheid*. Utrecht: HMN/FEO-OW&OC.
- Streefland, L. en E. te Woerd (1992). *Protocolanalyse kwalitatief*. Utrecht: OW&OC/ISOR, RUU.
- Thompson, A.G. (1984). The Relationship of Teachers' Conceptions of Mathematics and Mathematics Teaching to Instructional Practice. *Educational Studies in Mathematics*, 15 (2), 105-127.
- Treffers, A. (1987). *Three Dimensions. A Model of Goal and Theory Description in Mathematics Education. The Wiskobas Project*. Dordrecht: Reidel.
- Treffers, A. (1988). Beredeneerde Eindtermen Rekenen-Wiskunde Basisonderwijs. *Willem Bartjens*, 8 (1), 9-52.
- Treffers, A. en F. Goffree (1985). Rational Analysis of Realistic Mathematics Education – the Wiskobas program. In: L. Streefland (ed.). *Proceedings of the Ninth International Conference on Mathematics Education. Vol. 2*. Utrecht: OW&OC.
- Treffers, A. (1988). Over de merkbare invloed van onderwijsmethoden op leerprestaties. In: J.M. Wijnstra (red.). *Balans van het rekenonderwijs in de basisschool*. Arnhem: CITO.
- Treffers, A., E. de Moor en E. Feijs (1989). *Proeve van een nationaal programma voor het reken-wiskundeonderwijs op de basisschool. Deel I. Overzicht einddoelen*. Tilburg: Zwijssen.
- Treffers, A. en E. de Moor (1990). *Proeve van een nationaal programma voor het reken-wiskundeonderwijs op de basisschool. Deel II. Basisvaardigheden en cijferen*. Tilburg: Zwijssen.
- Veenman, S. en A. Zelissen (1975). *Interactie-analyse; het gebruik van observatiesystemen*. Nijmegen: KUN, Vakgroep Interdisciplinaire Onderwijskunde.
- Vermeulen, W.M.M.J. (z.j.). 'Rekenen en Wiskunde' in de school. Verslag implementatie van de methode 'Rekenen en Wiskunde' in de O.S.M.-situatie. Rotterdam: project O.S.M.
- Vermeulen, W. en K.P.E. Gravemeijer (1990). De relatie tussen domeinspecifieke opvattingen van onderwijsgeveenden en hun reken-wiskundeonderwijs. In: Th. C.M. Bergen en F.K. Kieviet, *Professionalisering van Onderwijsgeveenden*. Nijmegen: ITS.
- Vermeulen, W. (1990a). *Vragenlijst Opvattingen Reken-Wiskundeonderwijs*. Utrecht: OW&OC/ISOR, RUU.
- Vermeulen, W. (1990b). *Vragenlijst Opvattingen: analysemodel en resultaten*. Utrecht: interne notitie MORE-project.
- Vermeulen, W. (1990c). *Realistisch reken-wiskundeonderwijs: bedoelingen en barrières*. Utrecht: interne notitie MORE-project.
- Vermeulen, W. (1990d). *Leraren leren van hun ervaringen met onderwijs*. Utrecht: interne notitie MORE-project.
- Vernooij, C. (1989). Het versterken van de effectiviteit van de school en begeleiding. *School en Begeleiding*, 20.
- Verschaffel, L. en K.P.E. Gravemeijer (1990). Contextrijk Reken/wiskundeonderwijs – Gids Basisonderwijs. Brussel: CED-Samson. CURR 7420/1 - CURR 7420/32.
- Verschaffel, L., Boekbespreking E.G. Harskamp (1989). Rekenmethoden op de proef gesteld. *Tijdschrift voor onderwijsresearch*, 14 (5).
- Walker, D.F. en J. Schaffarzick (1974). Comparing curricula. *Review of Educational Research*, 44 (1), 83-111.
- Westbury, I. (1983). How can curriculum guides guide teaching? Introduction to the symposium. *Journal of Curriculum Studies I* (1), 1-3.

---

### **In het onderzoek betrokken reken-wiskundemethoden**

- Kuipers, N. en E. de Groot (1978) (auteurs herziene versie). *Naar Zelfstandig Rekenen*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Werkgroep o.l.v. G.W.J. van de Molengraaf (1981). *De Wereld in Getallen*. Den Bosch: Malmberg.

### **Eerder verschenen publikaties over het MORE-project**

- Gravemeijer, K.P.E. (1989). Methodegebruik, een ongewisse factor in de vernieuwing van het reken/wiskundeonderwijs. In: A. Reints, R.A. de Jong, N.A.J. Lagerweij (ed.). *Om de kwaliteit van het leermiddel*. Tilburg: Zwijsen.
- Gravemeijer, K.P.E., M. van den Heuvel-Panhuizen en D. van der Ploeg (1990). Ander rekenboek, andere rekenprestaties. Utrecht: OW&OC/ISOR – (paper gepresenteerd op de ORD te Leiden in 1989).
- Gravemeijer, K.P.E., M. van den Heuvel-Panhuizen (ed.), W. Vermeulen, G. van Donselaar, D. van der Ploeg en N. Ruesink (1990). *Instrumentontwikkeling Methoden Onderzoek Rekenen-wiskunde*. Utrecht: OW&OC/ISOR, RUU.
- Gravemeijer, K.P.E., M. van den Heuvel-Panhuizen, G. van Donselaar, N. Ruesink, W. Vermeulen, L. Streefland, E. te Woerd en D. van der Ploeg en (1991). *Samenvatting Methoden Onderzoek Rekenen-Wiskunde*. Utrecht: OW&OC/ISOR. Den Haag: SVO.
- Gravemeijer, K.P.E., M. van den Heuvel-Panhuizen en L. Streefland (1990). MORE over zorgverbreding. In: M. Dolk en E. Feijs, (eds.). *Panama cursusboek 8. Rekenen en zorgverbreding*. Utrecht: HMN (FEO)/OW&OC.
- Gravemeijer, K.P.E. en N. Ruesink (1992). Van een realistische methode naar realistisch onderwijs. *School & Begeleiding*, 35, 11-16.
- Gravemeijer, K.P.E. en N. Ruesink (1992). Is dat realistisch? Van methode naar onderwijs. *Willem Bartjens*, 12 (3), 4-9.
- Gravemeijer, K.P.E. (1990). De vernieuwing van het reken-wiskundeonderwijs in de praktijk. *School en Begeleiding*, 28.
- Heuvel-Panhuizen, M. van den (1989). De eerste uitkomsten. In: E. de Moor en E. Feijs; *Panama cursusboek 7. Rekenen-Wiskunde*. Utrecht: OW&OC.
- Heuvel-Panhuizen, M. van den (1992). Een realistische en een mechanistische rekenmethode vergeleken. *Didaktief*, 22 (5), 7-8.
- Heuvel-Panhuizen, M. van den en L. Streefland (1989/1990). Zorgverbreding om mee te beginnen. *Willem Bartjens*, 9 (2).
- Heuvel-Panhuizen, M. van den (1989). Realistic Arithmetic/Mathematics Instruction en Tests. In: C.A. Maher, G.A. Goldin en R.B. Davis (eds.). *Proceedings of the Eleventh Annual Meeting of the PME-NA XI, Volume 2: Plenary Lectures and Symposia*. New Brunswick.
- Heuvel-Panhuizen, M. van den (1990). Realistic Arithmetic/Mathematics Instruction and Tests. In: K.P.M. Gravemeijer, M. van den Heuvel-Panhuizen, en L. Streefland. *Contexts, Free Productions, Tests and Geometry in Mathematics Education*. Utrecht: OW&OC.
- Heuvel-Panhuizen, M. van den en K.P.E. Gravemeijer (1990). Numberfacts en de reken-wiskundemethode. In: P. Tesser en J.H.G.I. Giesbers (eds.). *Schoolorganisatie en Curriculum*. Nijmegen: ITS.
- Heuvel-Panhuizen, M. van den en K.P.E. Gravemeijer (1990). Toetsen zijn zo slecht nog niet. *Didaktief*, 20 (10).
- Heuvel-Panhuizen, M. van den (1991). Tests are not all bad. In: L. Streefland (ed.). *Realistic Mathematics Education in Primary School*. Utrecht: Freudenthal instituut.
- Heuvel-Panhuizen, M. van den (1991). *Andere reken-wiskundemethode ander leerstofaanbod. De uitkomsten van een methodeanalyse uitgevoerd in het MORE-onderzoek*. Utrecht: OW&OC/ISOR, RUU.

- 
- Heuvel-Panhuizen, M. van den (1991). *Invloed van reken-wiskundeonderwijs op reken-wiskundeprestaties*. Utrecht: OW&OC/ISOR, RUU.
- Ruesink, N. (1991). Strategiegebruik bij een context-opgave eind groep 5. *Tijdschrift voor nascholing en onderzoek van het reken-wiskundeonderwijs*, 10 (1), 21-29.
- Ruesink, N. en G. van Donselaar (1993). *Strategiegebruik bij leerlingen eind groep 5*. Utrecht: OW&OC/ISOR.
- Ruesink, N., K. Gravemeijer, M. van den Heuvel-Panhuizen en L. Streefland (1991). Methoden in het reken-wiskundeonderwijs, een contextrijke opgave. In: M. Dolk, *Panama Cursusboek 10. Rekenen onder en boven de tien*. Utrecht: HMN/FEO/Freudenthal instituut.
- Ruesink, N. en M. van den Heuvel-Panhuizen (1991). Strategiegebruik bij een formule-opgave eind groep 5.
- Streefland, L. en E. te Woerd (1990). Reken-wiskundeonderwijs, wat valt er te leren. In: M. Dolk en E. Feijs (eds.) *Panama cursusboek 9. Deskundigheid*. Utrecht: HMN(FEO)/OW&OC.
- Streefland, L. en E. te Woerd (1991). *Protocolanalyse kwalitatief*. Utrecht: OW&OC/ISOR, RUU.
- Vermeulen, W. en K.P.E. Gravemeijer (1990). De relatie tussen domeinspecifieke opvattingen van onderwijsgeevenden en hun reken-wiskundeonderwijs. In: Th. C.M. Bergen en F.K. Kieviet. *Professionalisering van Onderwijsgeevenden*. Nijmegen: ITS.

### **Onderzoeksinstrumenten**

- Gravemeijer, K.P.E. (1990a). *Analyse-Instrument Lesprotocollen*. Utrecht: OW&OC/ISOR, RUU.
- Heuvel-Panhuizen, M. van den en K.P.E. Gravemeijer (1990). *Reken-Wiskunde Toetsen Groep 3*. Utrecht: OW&OC/ISOR, RUU (alleen de toetsen voor groep 3 zijn gebundeld).
- Heuvel-Panhuizen, M. van den en K.P.E. Gravemeijer (1990). *Reken-Wiskunde Interviews Groep 3*. Utrecht: OW&OC/ISOR, RUU (alleen de toetsen voor groep 3 zijn gebundeld).
- Vermeulen, W. (1990) *Vragenlijst Opvattingen Reken-Wiskundeonderwijs*. Utrecht: OW&OC/ISOR, RUU.

### **Reken-wiskundemethoden**

- Naar Zelfstandig Rekenen, Wolters-Noordhoff, Groningen.
- De Wereld in Getallen, Malmberg, Den Bosch.
- Rekenen en Wiskunde, Bekadidact, Baarn.
- Rekenwerk, De Ruiter, Gorinchem.



## Bijlage 2

### Overzicht leerkrachtenbestand en klasseorganisatie (combinatieklassen)

klassen	groep 3		groep 4		groep 5		
	lkr	comb kl	lkr	comb kl	lkr	comb kl	
NZR	<b>1</b>	1.1	C	1.1	C	1.2	C
	<b>2</b>	2.1	-	2.1	-	2.2	-
	<b>4</b>	4.1	-	4.2	-	4.3	-
	<b>8</b>	8.1	-	8.1 8.3 <sup>(D)</sup>	-	8.2	-
				8.2	-		
	<b>16</b>	16.1	-	16.2	-	16.2	-
	<b>17</b>	17.1	-	17.2	-	17.3	-
	<b>18</b>	18.1	-	18.2	-		-
	<b>24</b>	24.1	-	24.2	-		-
	<b>23</b>	23.1	-	23.2-23.3 <sup>(D)</sup>	-	23.2-23.3 <sup>(D)</sup>	
	WIG	<b>3</b>	3.1	-	3.2	-	3.3
<b>5</b>		5.1	-	5.2	C	5.2	C
				5.3	C	5.1	-
				5.4	C		
<b>6</b>		6.1	-	6.1	-	6.2-6.3 <sup>(*)</sup>	-
<b>9</b>		9.1	-	9.2	-	9.3	-
<b>10</b>		10.1	C	10.1-10.2 <sup>(D)</sup>	C	10.2	C
<b>19</b>		19.1	-	19.2	-	19.3	-
<b>11</b>		11.1	C	11.1	C	11.2	C
<b>12</b>		12.1	-	12.2	-	12.2	C
<b>13</b>		13.1	-	13.2-13.3 <sup>(D)</sup>	-		-
<b>14</b>		14.1	-	13.1	-		
<b>20</b>		20.1	-	20.1	-	20.2	-
<b>21</b>	21.1-21.2 <sup>(D)</sup>	-	21.3	C	22.1	C	
<b>22</b>	22.1	-	21.2	-	21.3	-	

- C combinatieklas  
 - geen combinatieklas  
 D duobaan  
 (\*) opvolgbaan



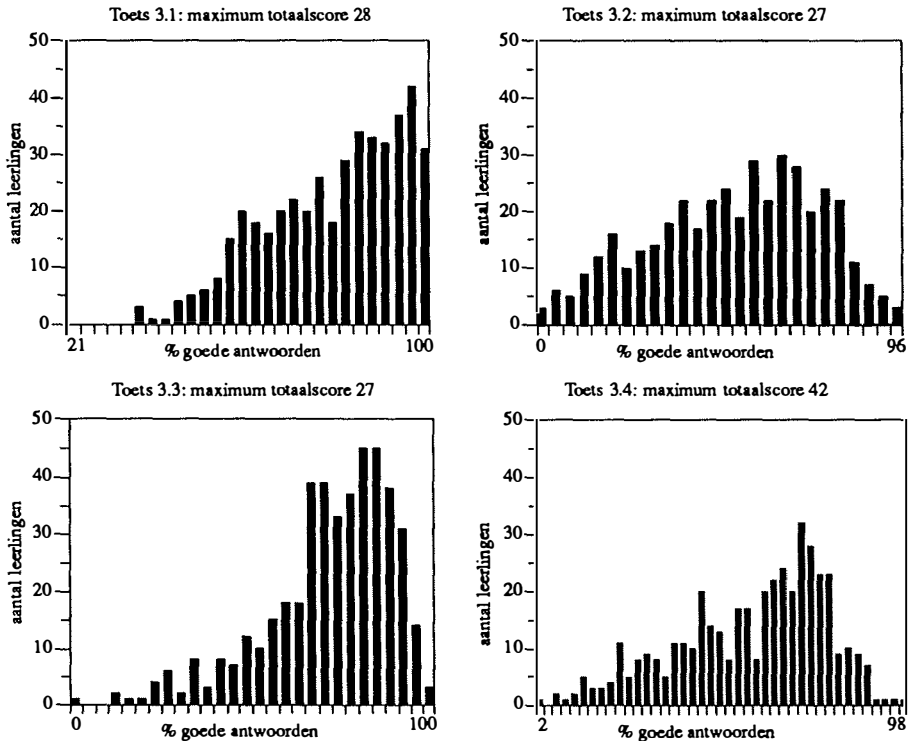
# Bijlage 3

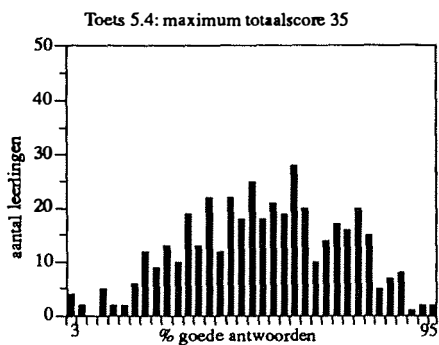
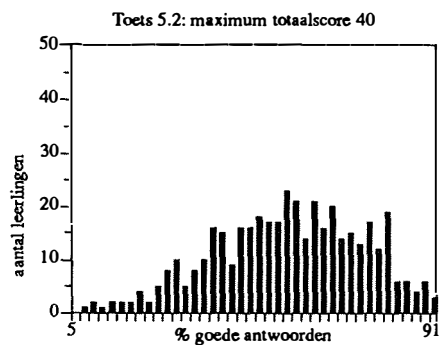
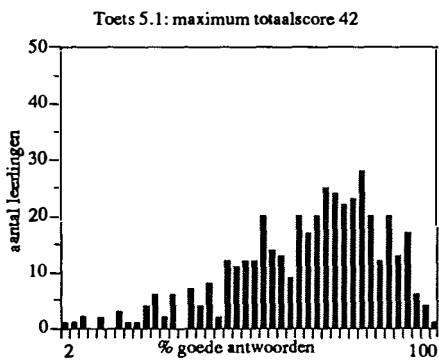
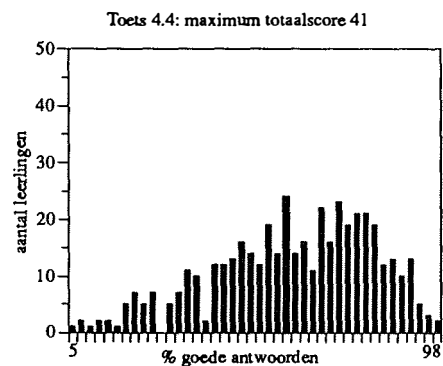
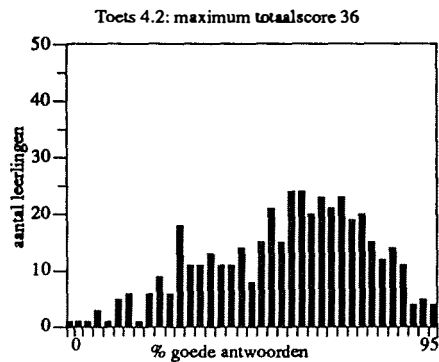
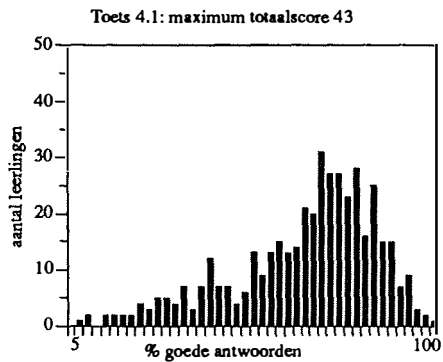
## Psychometrische gegevens MORE-algemene reken-wiskundetoetsen

Gemiddeld percentage goed, standaarddeviatie, minimum- en maximumscore, aantal leerlingen per toets

MORE-algemene reken-wiskundetoetsen					
	gem % goed	stand dev	min % goed	max % goed	n totaal
Toets 3.1	75	19	21	100 (n=31)	441
Toets 3.2	53	23	0 (n=3)	96	443
Toets 3.3	72	18	0 (n=1)	100 (n=3)	440
Toets 3.4	58	19	2	98	439
Toets 4.1	65	19	5	100 (n=1)	432
Toets 4.2	57	20	0 (n=1)	95	427
Toets 4.4	60	20	5	98	432
Toets 5.1	67	19	2	100 (n=1)	425
Toets 5.2	55	18	5	91	416
Toets 5.4	52	19	3	95	419

### Scoreverdeling van het percentage goed per toets





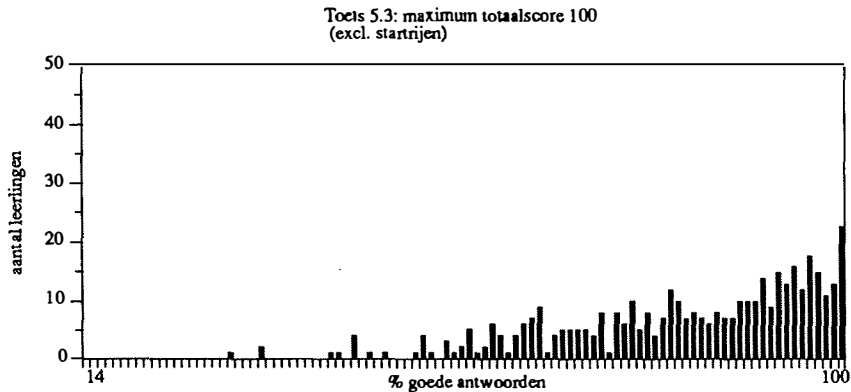
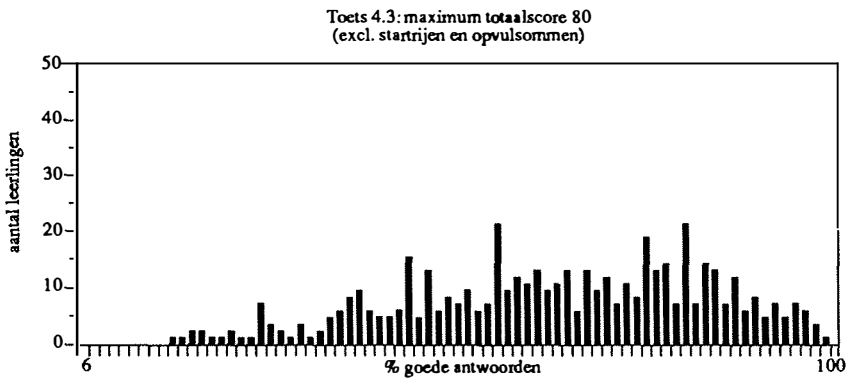
# Bijlage 4

## Psychometrische gegevens MORE-automatiseringstoetsen

Gemiddeld percentage goed, standaarddeviatie, minimum- en maximumscore, aantal leerlingen per toets

More-automatiseringstoetsen					
	gem % goed	stand dev	min % goed	max % goed	n totaal
Toets 4.3*		20	6	100 (n=2)	426
Toets 5.3**	59	19	14	100 (n=25)	415
	77				

\* excl. startrijen en opvulsommen  
 \*\* versie met tijdslimiet, excl. startrijen



# Bijlage 5

## Controlevariabelen leerlingkenmerken

CONTROLEVARIABELEN LEERLINGKENMERKEN							
analyse op leerlingniveau				analyse op klasseniveau			
	NZR	WIG			NZR	WIG	
gem intelligentie	15.0	15.0	n.s	gem intelligentie	15.2	15.1	n.s
stand dev	4.5	4.0		stand dev	2.1	1.1	
gem leerlinggew.	1.32	1.20	+++	gem leerlinggew.	1.26	1.18	n.s
stand dev	0.36	0.28		stand dev	0.24	0.11	
gem beginniveau	0.73	0.77	++	gem beginniveau	0.72	0.77	+
stand dev	0.20	0.18		stand dev	0.11	0.07	
				+ p = <.05   ++ p = <.01   +++ p = <.001			

# Bijlage 6

## Controlevariabelen onderwijscondities

CONTROLEVARIABLEN ONDERWIJSCONDITIES												
	groep 3				groep 4				groep 5			
gem lestijd stand dev	NZR		WIG		NZR		WIG		NZR		WIG	
	3 uur 53 min		3 uur 44 min		4 uur 22 min		4 uur 34 min		4 uur 47 min		4 uur 45 min	
	48 min		35 min		34 min		43 min		29 min		46 min	
	n.s.				n.s.				n.s.			
gem taak- gerichtheid stand dev	groep 3				groep 4				groep 5			
	NZR		WIG		NZR		WIG		NZR		WIG	
	87%		85%		87%		88%		91%		92%	
	5%		4%		3%		4%		2%		4%	
	n.s.				n.s.				n.s.			
wel/niet com- binatieklas vergelijking totaalscores* WIG-klassen	groep 3				groep 4				groep 5			
	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2		4.4	5.1	5.2		5.4
	<	<	<	<	<	<		<	<	<		=
	n.s.	+	n.s.	n.s.	n.s.	++		n.s.	n.s.	n.s.		
	* zonder correctie				< combinatieklassen halen een lagere totaalscore				= combinatieklassen halen een gelijke totaalscore			
wel/niet com- binatieklas vergelijking totaalscores* WIG-klassen	groep 3				groep 4				groep 5			
		3.2	3.3	3.4	4.1	4.2		4.4	5.1	5.2		5.4
		<	<	<	<	<		<	<	<		<
		n.s.	+	n.s.	n.s.	+		+	n.s.	n.s.		n.s.
	** gecorrigeerd voor intelligentie, leerlinggewicht en beginniveau				< combinatieklassen halen een lagere totaalscore							
overeenstem. gem stand dev	groep 3				groep 4				groep 5			
	NZR		WIG		NZR		WIG		NZR		WIG	
	4.2		3.9		4.2		4.0		4.2		4.0	
	0.5		0.2		0.4		0.4		0.3		0.4	
	n.s.				n.s.				n.s.			
	5 = grote overeenstemming				3 = beperkte overeenstemming				1 = strijdige aanpak			
	4 = redelijke overeenstemming				2 = geen overeenstemming							
	+ p=<05 ++ p=<.01 +++ p=<.001											

# Bijlage 7

## Scores MORE- algemene reken-wiskundetoetsen

MORE- algemene reken-wiskundetoetsen								
	percentage goed per toets per methode							
	3.1		3.2		3.3		3.4	
subvaardigheden	NZR	WIG	NZR	WIG	NZR	WIG	NZR	WIG
telrij	80	87 +++	47	61 +++			63	71 ++
formulesommen			64	59	86	87	64	62
contextopgaven	52	57	45	52 ++	62	65	51	54
verhoudingen					30	34	29	32
meetkunde			21	37 +++			31	38 +++
TOTALE TOETS	73	77 +	49	55 ++	70	73	56	58
subvaardigheden	4.1		4.2		4.3		4.4	
	NZR	WIG	NZR	WIG	NZR	WIG	NZR	WIG
telrij	72	79 +	63	67			67	64
formulesommen	69	73 +	68	65			77 +++	68
contextopgaven	56	61 +	39	38			47	46
verhoudingen	38	43 +	14	10			39	46 ++
meetkunde	.36	.44 +++					48	51
TOTALE TOETS	62	67 ++	58	56			63 +	58
subvaardigheden	5.1		5.2		5.3		5.4	
	NZR	WIG	NZR	WIG	NZR	WIG	NZR	WIG
telrij	72	72	46	49				
formulesommen	84 +++	72	68 +++	56			64 +++	56
contextopgaven	57	55	47 +++	39			46	46
verhoudingen	50	54	44	47			45	54 ++
meetkunde	42	46	28	28			30	38 ++
TOTALE TOETS	71 ++	64	60 +++	51			54	50
NZR-leerlingen n = 158-170			+ p < .05		++ p < .01		+++ p < .001	
WIG-leerlingen n = 258-274								

## Bijlage 8

### Gecorrigeerde scores MORE- algemene reken-wiskundetoetsen

MORE- algemene reken-wiskundetoetsen									
	percentage goed per toets per methode gecorrigeerd voor: intelligentie leerlinggewicht beginniveau								
	3.1		3.2		3.3		3.4		
subvaardigheden			NZR	WIG	NZR	WIG	NZR	WIG	
telrij			50	72 +++			66	69	
formulesommen			69 ++	59	88	90	65	61	
contextopgaven			52	52	66	64	53	53	
verhoudingen					33	37	32	32	
meetkunde			23	33			34	36	
TOTALE TOETS			54	54	73	73	59	58	
	4.1		4.2		4.3		4.4		
subvaardigheden	NZR	WIG	NZR	WIG			NZR	WIG	
telrij	72	77 +	65	63			68	62	
formulesommen	70	70	69	64			77 ++	70	
contextopgaven	59	59	40	38			47	45	
verhoudingen	40	40	14	11			40	45	
meetkunde	38	43 ++					48	50	
TOTALE TOETS	63	65	58	55			64 ++	59	
	5.1		5.2		5.3		5.4		
subvaardigheden	NZR	WIG	NZR	WIG			NZR	WIG	
telrij	71	69	51	48					
formulesommen	86 +++	70	68 +++	57			65 +++	56	
contextopgaven	56	56	48 +++	37			46	47	
verhoudingen	50	55	50	50			43 ++	55	
meetkunde	41	46	28	26			29 ++	39	
TOTALE TOETS	71 +++	64	60 +++	51			53	51	
NZR-leerlingen n = 101-123				+ p = <.05		++ p = <.01		+++ p = <.001	
WIG-leerlingen n = 137-170									

## Bijlage 9

Scores en gecorrigeerde scores

optellen/afrekken tot 20, over tiental en boven 20 (eind groep 3)

scores op specifieke onderdelen groep 3	niet gecorrigeerd		gecorrigeerd voor: intelligentie leerlinggewicht beginniveau	
	percentage goed		percentage goed	
	NZR	WIG	NZR	WIG
subvaardigheid				
formulesommen	64	62	65	61
soort opgaven				
optellen/afrekken tot 20	67 +	63	68 ++	61
optellen/afrekken over tiental	71	66	72 +	65
optellen/afrekken boven 20	53	62 ++	51	61 ++
	n 166	n 273	n 122	n 171
+ p = <.05    ++ p = <.01    +++ p = <.001				



# Bijlage 10

Scores en gecorrigeerde scores MORE-automatiseringstoetsen (groep 4 en 5)

MORE-automatiseringstoetsen	percentage goed per toets per methode					
	4.3		5.3		5.3 zonder tijdslim.	
	NZR	WIG	NZR	WIG	NZR	WIG
subvaardigheden automatisering						
optellen tot 10	86 +++	75	96	95	98	98
optellen tot 20	64 +++	53	85 +++	72	95	93
afrekken tot 10	74 +++	60	93 +++	86	98	96
afrekken tot 20	47 +++	40	70 +	63	90	91
vermenigvuldigtafels			82 +++	68	94 +	90
deeltafels			83 +++	61	93 +++	84
<b>TOTALE TOETS zonder startrijen/opvullers</b>	66 +++	55	84 +++	72	94 ++	91
+ p = <.05	n	n	n	n	n	n
++ p = <.01	164	262	160	255	160	255
+++ p = <.001						

MORE-automatiseringstoetsen	percentage goed per toets per methode gecorrigeerd voor: intelligentie, leerlinggewicht en beginniveau					
	4.3		5.3		5.3 zonder tijdslim.	
	NZR	WIG	NZR	WIG	NZR	WIG
subvaardigheden automatisering						
optellen tot 10	87 +++	76	96	95	98	98
optellen tot 20	66 +++	54	84 +++	75	97 +	94
afrekken tot 10	73 +++	59	94 +++	85	98 +	96
afrekken tot 20	50 +++	40	68	63	89	92
vermenigvuldigtafels			84 +++	71	95 +	92
deeltafels			85 +++	66	94 +++	84
<b>TOTALE TOETS zonder startrijen/opvullers</b>	67 +++	55	85 +++	74	95 ++	91
+ p = <.05	n	n	n	n	n	n
++ p = <.01	117	156	105	135	105	135
+++ p = <.001						

## Bijlage 11

Scores en gecorrigeerde scores cijferend optellen/afrekken (eind groep 5)

scores op specifieke onderdelen groep 5	niet gecorrigeerd		gecorrigeerd voor: intelligentie leerlinggewicht beginniveau	
	percentage goed		percentage goed	
	NZR	WIG	NZR	WIG
subvaardigheid				
formulesommen (incl. cijferen)	64 +++	56	65 +++	56
cijferend optellen/afrekken	76	77	76	76
	n 158	n 261	n 101	n 136
+ p = <.05    ++ p = <.01    +++ p = <.001				

## Bijlage 12

Percentages goed op intelligentietest in groep 3 en groep 5

	percentage goed intelligentietest zonder correctie		percentage goed intelligentietest met correctie voor: leerlinggewicht en beginniveau	
	afname groep 3	afname groep 5	afname groep 3	afname groep 5
NZR	63	66	62	65
WIG	63	71	61	71
	n.s.	p<.001	n.s.	p<.01
	n afname groep 3	n afname groep 5	n afname groep 3	n afname groep 5
NZR	172	176	127	108
WIG	270	270	175	145

# Bijlage 13

De aard van het onderwijs met de methoden WIG en NZR

realistische en mechanistische kenmerken in de lesprotocollen van groep 3, 4 en 5						
	groep 3		groep 4		groep 5	
	NZR	WIG	NZR	WIG	NZR	WIG
<b>realistische kenmerken</b>						
algemeen oordeel	2.11 (.15)	3.55 (.26)	2.20 (.21)	3.45 (.46)	2.14 (.20)	3.50 (.44)
context	2.07 (.13)	3.44 (.35)	2.10 (.13)	3.03 (.72)	2.18 (.17)	3.24 (.66)
model	2.07 (.18)	3.20 (.45)	2.20 (.20)	3.28 (.45)	2.18 (.22)	3.08 (.50)
constructie ruimte	2.14 (.16)	3.33 (.40)	2.27 (.31)	3.36 (.50)	2.19 (.10)	3.18 (.40)
interactie	2.15 (.03)	3.43 (.27)	2.24 (.25)	3.34 (.47)	2.17 (.17)	3.37 (.30)
samenhang	2.01 (.03)	2.65 (.39)	2.07 (.08)	2.69 (.41)	2.02 (.33)	2.56 (.36)
<b>mechanistische kenmerken</b>						
algemeen oordeel	4.36 (.59)	2.33 (.28)	4.11 (.43)	2.50 (.36)	4.14 (.45)	2.55 (.23)
stap voor stap	3.81 (.64)	2.06 (.13)	3.32 (.50)	2.27 (.26)	4.06 (.42)	2.30 (.28)
kaal	3.80 (.54)	2.02 (.03)	3.26 (.37)	2.11 (.15)	3.76 (.45)	2.09 (.14)
instrumentele sturing	4.51 (.48)	2.48 (.45)	3.81 (.61)	2.73 (.35)	4.42 (.37)	2.82 (.28)
vaste werkwijze	4.09 (.47)	2.23 (.25)	4.12 (.46)	2.65 (.45)	4.20 (.41)	2.58 (.32)
extrinsieke motivatie	2.74 (.52)	2.03 (.07)	2.90 (.31)	2.14 (.16)	3.05 (.68)	2.41 (.42)

somscores 'mech' en 'real'		
	NZR	WIG
mech	3.83 (.46)	2.34 (.26)
real	2.14 (.16)	3.16 (.34)

# Bijlage 14

Opvattingen van WIG- en NZR-leerkrachten.

opvattingen NZR-leerkrachten (n=25)				
	vak	vakdid.	leerg.	opgave
zeer real.	0	0	4	0
real	4	5	0	5
niet onder.	21	16	11	16
mech.	0	4	10	4
zeer mech.	0	0	0	0

opvattingen WIG-leerkrachten (n=45)				
	vak	vakdid.	leerg.	opgave
zeer real.	5	0	9	0
real	4	16	14	13
niet onder.	36	29	19	32
mech.	0	0	3	0
zeer mech.	0	0	0	0

typering opvattingen NZR-leerkrachten per vraag															
vraagnr.	1	2	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	22	23
real	5	0	3	6	8	4	8	7	15	8	3	7	6	7	2
niet onder.	14	20	17	18	15	21	1	11	7	13	7	8	15	11	19
mech.	6	5	5	1	2	0	16	7	3	4	15	10	4	7	4

typering opvattingen WIG-leerkrachten per vraag															
vraagnr.	1	2	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	22	23
real	20	13	0	16	16	10	41	24	44	31	1	27	20	9	1
niet onder.	18	32	45	29	29	34	3	18	1	13	43	17	25	35	44
mech.	7	0	0	0	0	1	1	3	0	1	1	1	0	1	0

---

## Bijlage 15

Samenhang tussen toetsen en rapportcijfers.

overeenstemming rapportcijfers en eindtoets in groep 4		
klas	alg. cijfer	tafels
2	.87**	-
3	.53	.63**
6	-	.67**
8	.76**	-
10	.76**	-
16	.72**	-
17	.74**	-
18	-	.37
19	.79**	-
23	-	.48
24	-	.16

overeenstemming rapportcijfers en eindtoets in groep 5		
klas	alg. cijfer	cijferen
2	.76**	-
3	.63**	.68**
4	-	.80**
6	-	.60**
8	.73**	-
9	-	.56**
10	.82**	.73**
13	-	.81**
14	-	.95**
16	-	.83**
17	.73**	-
19	.54**	.49*
20	-	.64**

\*\* significant op .01 niveau

\* significant op .05 niveau

# Bijlage 16

Invloed van de aard van het onderwijs.

door aard van het onderwijs verklaarde variantie				
	NZR		WIG	
	mech	real	mech	real
totaal 3.4	.00	.01	-.13	-.03
contextopgave 3.4	.03	.00	-.09	-.01
formulesommen 3.4	.01	.00	-.20	-.01
meetkunde 3.4	-.14	.07	.00	-.13
telrij 3.4	-.05	.22	.00	-.11
verhoudingen 3.4	.05	.00	-.03	-.01
totaal 4.4	.00	.00	.08	.07
contextopgave 4.4	.00	.00	.05°	.00
formulesommen 4.4	-.02	.02	.00	.21*
meetkunde 4.4	-.50	.50	.01**	.01
telrij 4.4	-.06	-.01	.10	.05
verhoudingen 4.4	.04	.04	.22°	.02
totaal 5.4	.09°	.00	-.02	.00
contextopgave 5.4	.11	.00	-.05	.00
formulesommen 5.4	.06	-.01	-.01	.00
meetkunde 5.4	.20	-.08	-.03	.00
verhoudingen 5.4	.02	.18	-.03	.00

\*\* significant op .01 niveau

\* significant op .05 niveau

° significant op .10 niveau

aantal cases

groep 3 NZR, n = 9, WIG n = 9

groep 4 NZR, n = 5, WIG n = 6

groep 5 NZR, n = 7, WIG n = 7