

Rekenmethoden vergeleken: een effectonderzoek aan het einde van de basisschool*

E. HARKAMP en C. SUHRE
RION Instituut voor Onderwijsonderzoek,
Groningen

Samenvatting

In een onderzoek onder 118 hoogste klassen van de basisschool zijn acht rekenmethoden vergeleken. Er is een inhoudsanalyse gemaakt van de rekenmethoden en verschillen tussen rekenmethoden zijn onderzocht door gegevens over het gebruik van de methoden en over rekenprestaties van de klassen te vergelijken. Met behulp van covariantie-analyses is nagegaan welke invloed de factor Methode heeft op prestaties van klassen op een rekentaalvaardigheidstoets (CITO-toets) en op een toepassingsvaardigheidstoets (RION-toets). Daarbij is gecontroleerd voor leerlingen-, leerkracht- en implementatiefactoren. Het artikel wordt afgesloten met aanbevelingen omtrent het verbeteren van het gebruik van rekenmethoden in basisscholen.

1 Aanleiding en vraagstelling voor het onderzoek

Het RION (Instituut voor Onderwijsonderzoek van de Rijksuniversiteit Groningen) heeft in opdracht van de Stichting voor Onderzoek van het Onderwijs een onderzoek uitgevoerd waarin verschillende, veel in het basisonderwijs gebruikte rekenmethoden, met elkaar worden vergeleken. De centrale vraag in het onderzoek heeft betrekking op de relatieve doelmatigheid van de rekenmethoden. Hoewel er vakdidactische beoordelingen van gangbare rekenmethoden zijn verricht ontbrak het tot nog toe aan vergelijkende gegevens over de wijze van gebruik van methoden door leerkrachten en over de leerresultaten die met de verschillende methoden worden be-

haald.

Scholen zijn voor informatie over rekenmethoden aangewezen op ervaringen van andere scholen en op oordelen van deskundigen (onder andere schoolbegeleiders en vakdocenten). De huidige rekenmethoden zijn in twee hoofdgroepen in te delen: moderne- en traditionele methoden (De Jong, 1986). Moderne rekenmethoden sluiten meer aan bij ontwikkelingen binnen het basisonderwijs met betrekking tot het zelfstandig leren en het thematische onderwijs. Zo is er ten opzichte van traditionele rekenmethoden meer aandacht voor het schematiseren van rekenproblemen en het aanbieden van rekenopgaven binnen een inhoudelijk thema. Traditionele rekenmethoden leggen grote nadruk op het inoefenen van procedures en bewerkingen.

De centrale onderzoeksvraag wordt hier in twee vragen uitgewerkt:

- 1 Hoe is het feitelijk gebruik van methoden en onder welke condities vindt het gebruik plaats?
- 2 Waardoor worden eventuele verschillen in effect tussen methoden bepaald?

2 Theoretische achtergronden

Verschillen tussen rekenmethoden

In 1985 was op ca. de helft van de basisscholen een traditionele methode in gebruik, terwijl de andere helft van de scholen een moderne rekenmethode gebruikte.

Traditionele methoden gaan uit van directe instructie van het eindalgoritme van bewerkingen. Er wordt bij de introductie van een nieuw onderdeel kort gebruik gemaakt van een aanschouwelijke schema, daarna volgt het inoefenen. Dit gebeurt in de vorm van 'kale' sommen. Traditionele rekenmethoden hebben de leerstof meestal in niveaus ingedeeld voor goede en zwakke leerlingen.

In *moderne rekenmethoden* worden vele rekenonderdelen gepresenteerd door middel van aanschouwelijke schema's. Geleidelijk

* Dit onderzoek was mogelijk dankzij een subsidie van het Instituut voor Onderzoek van het Onderwijs (SVO) te 's-Gravenhage, SVO project 4035.

aan moeten leerlingen vanuit informele oplossingswijzen, met behulp van de aanschouwelijke schema's, komen tot een eindalgoritme. Bij het aanbieden en inoefenen van leerstof wordt veelvuldig gebruik gemaakt van thema's (Camping, Volkstuinjes, Schoolreis enzovoort) van waaruit toepassingsopgaven worden gesteld. Moderne methoden leggen nadruk op variatie in oefeningen en basisstof voor alle leerlingen. De leerstof is niet verdeeld in niveaus zoals bij de traditionele methoden (zie voor een overzicht van vakdidactische beoordelingen van rekenmethoden De Jong, 1986).

Implementatie van rekenmethoden

Voorstanders van de moderne (zogenaamde 'realistische') rekendidactiek verwachten dat moderne rekenmethoden tot betere leerresultaten en een positievere houding van leerlingen ten opzichte van rekenen leiden dan traditionele methoden (zie onder andere Treffers, 1982; Van den Heuvel-Panhuizen & Goffree, 1986). Er is in Nederland nog geen systematisch vergelijkend onderzoek ondernomen om deze verwachting te beproeven. In buitenlandse literatuur-reviews is men afwisselend pessimistisch (zie Walker & Schaffarzick, 1974) of optimistisch (zie Athapilly, Smidchens & Kofel, 1983) over effecten van moderne rekenmethoden op rekenprestaties. De eerstgenoemde auteurs wijzen op een drietal valkuilen bij methodevergelijkend onderzoek. Ten eerste is er het probleem van de representativiteit van de toetsen ten opzichte van de inhouden van de methoden. Ten tweede is er het probleem van de verschillen in (leerling)populaties die de methoden gebruiken en in de derde plaats is er het probleem van het gebrek aan controle over de implementatie van de methoden. Het eerste probleem wordt in paragraaf 3.2 behandeld. Het tweede probleem komt in het vervolg van dit hoofdstuk (Conditie voor implementatie) aan bod. We beginnen hier met het laatste probleem 'de implementatie'.

De effectiviteit van (moderne) rekenmethoden is mede afhankelijk van de manier waarop de leerkrachten ze gebruiken. Het gebruik van nieuwe methoden (ook wel 'implementatie' genoemd) kan deels worden afgemeten aan het toepassen van (nieuwe) vakdidactische kenmerken zoals de makers van een methode die hebben bedoeld en deels aan algemene

kenmerken van gebruik van methoden. Vakdidactische kenmerken hebben betrekking op de instructieprocedure volgens welke leerkrachten een bepaald curriculum dienen uit te voeren. Appelfhof (1979) en Harskamp en Hofman (1982) wijzen er op dat leerkrachten vaak niet aan algemene kenmerken voor een efficiënt gebruik van methoden voldoen. Het al of niet toepassen van vakdidactische kenmerken heeft in dat geval weinig invloed op het leren van leerlingen.

Algemene kenmerken van gebruik hebben betrekking op de behandelde leerstof en de beschikbare en bestede lestijd. Vele onderzoekers wijzen op het belang van deze algemene onderwijsfactoren voor goede leerprestaties (zie onder andere Veenman, 1981; Slavenburg, 1986). Als algemene kenmerken zijn in dit onderzoek gekozen: 'het percentage leerlingen van een klas waarmee de basisstof uit de methode is behandeld' en 'het aantal rekenlessen per volledige schoolweek dat met de methode is gegeven'.

Vakdidactische kenmerken zoals: differentiatie-mogelijkheden, interactieve instructie en variatie in leerstof zijn verschillend uitgewerkt in de methoden. Ten aanzien van differentiatie valt op dat moderne rekenmethoden veel nadruk leggen op basisstof voor alle leerlingen met differentiatie naar oplossingsniveau, terwijl traditionele rekenmethoden de leerstof vaak in niveaus voor verschillende groepen leerlingen hebben ingedeeld. Er zijn geen consistente onderzoeksgegevens over de invloed van leerstofdifferentiatie op leerprestaties van leerlingen bekend (zie Nijhof, 1978; Appelfhof, 1979). Moderne rekenmethoden veronderstellen dat leerkrachten interactieve instructie geven waarin leerlingen onderling overleg plegen en oplossingen voor rekenopgaven met de leerkracht bespreken. Concrete aanwijzingen voor interactieve instructie per les of lessenserie ontbreken echter in deze methoden. Traditionele methoden geven meestal ook weinig aanwijzingen maar veronderstellen dat leerkrachten directe uitleg geven. Variatie in leerstof heeft betrekking op de afwisseling die methoden bieden tussen het oefenen van algemene rekenvaardigheden enerzijds en het oefenen van hoofdrekenen en het laten maken van redactie opgaven anderzijds. Moderne methoden bieden vaak meer dan traditionele methoden, mogelijkheden voor variatie in leerstof. Dunkin en Biddle (1974, p.

158) noemen variatie in het stellen van leertaken als één van de factoren die effectieve van niet effectieve leerkrachten onderscheidt.

Voor dit vergelijkend onderzoek zijn kenmerken gekozen die in de methoden zijn uitgewerkt en die tussen methoden kunnen worden vergeleken. Dit zijn de kenmerken 'leerstofdifferentiatie' en variatie in leerstof.

Conditie voor implementatie

Conditie waaronder methoden worden gebruikt, kunnen verklaringen vormen voor eventuele verschillen in rekenprestaties tussen methoden. Naast de factor 'rekenmethode' en enkele implementatiefactoren zullen ook condities met betrekking tot leerling- en leerkrachtkenmerken van invloed zijn op rekenprestaties.

Leerlingkenmerken

Belangrijke kenmerken zijn de intelligentie van leerlingen en hun sociaal economisch milieu. De intelligentiescore (score op een genormeerde intelligentietest) geeft een redelijk stabiele maat voor de cognitieve begaafdheid van leerlingen (zie Guldmond, Meijnen & Boomsma, 1987). Het sociaal milieu van leerlingen veroorzaakt verschillen in leerprestaties die deels samenhangen met de intelligentiescore (zie Meynen, 1984). In dit onderzoek zal bij vergelijking van leerresultaten tussen methoden rekening worden gehouden met verschillen in 'intelligentie' en 'sociaal economisch milieu van leerlingen'.

Leerkrachtkenmerken

Bepaalde leerkrachtkenmerken kunnen van invloed zijn op de implementatie van (nieuwe) methoden.

Zo zal de attitude van leerkrachten (met name het meer leerlinggericht dan wel het meer leerstofgericht zijn) invloed kunnen hebben op implementatie van moderne rekenmethoden (zie Meijnen, 1984, voor de samenhang tussen leerkrachtattitude en onderwijs variabelen). Ook andere leerkrachtkenmerken zoals het aantal jaren ervaring met de methode en de vooropleiding kunnen van invloed zijn op de implementatie en (via deze) op de leerprestaties. Algemeen wordt aangenomen dat, naarmate leerkrachten een nieuwe methode langer gebruiken, zij er efficiënter mee om zullen gaan (zie Appelhof, 1979). Wat de vooropleiding betreft wordt verwacht dat leerkrach-

ten met (verzwaard) wiskunde in hun pakket meer inzicht hebben in rekenbewerkingen en beter uitleg kunnen geven aan leerlingen. Onderzoeksgegevens hierover ontbreken echter. Recentelijk is in de pers enige commotie geweest over het ontbreken van rekenvaardigheid bij aanstaande leerkrachten, (De Volkskrant 28 maart, 1987) en de verwachte, negatieve invloed hiervan op het rekenonderwijs in de basisschool.

De leerkrachtkenmerken: attitude ten aanzien van leerlingen en leerstof, jarenervaring met de methode en wiskunde in de vooropleiding zijn in dit onderzoek opgenomen.

In Figuur 1 worden de begrippen uit dit hoofdstuk in een kader geplaatst.

Onder 'Rekenmethoden' verstaan we de in 1985 volledig beschikbare rekenmethoden voor het basisonderwijs. De pijlen in Figuur 1 geven aan dat de factor 'rekenmethode' invloed zal hebben op methode-implementatie en via deze op rekenprestaties. Leerkrachten van moderne methoden zullen minder 'leerstofdifferentiatie' en 'meer variatie in leerstof' bieden dan leerkrachten van traditionele methoden. Bij het bepalen van effecten van rekenmethoden dient rekening te worden gehouden met verschillen in leerling- en leerkrachtkenmerken tussen methoden.

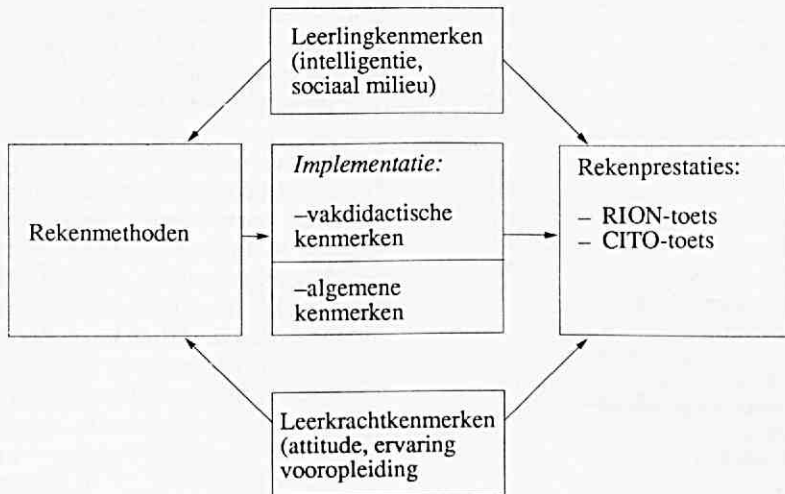
3 *Onderzoeksopzet*

3.1 *Procedure*

Met de uitgevers van rekenmethoden is onderhandeld over de te hanteren evaluatiecriteria. In de periode van oktober 1984 tot maart 1985 is intensief overleg geweest met uitgevers over voorstellen voor af te nemen rekentoetsen. Na een try out-onderzoek zijn er in mei/juni 1985 toetsen afgenomen in de laatste klas van een groot aantal basisscholen waar gangbare rekenmethoden werden gebruikt (zie steekproef). Bij de leerlingen zijn rekentoetsen, een intelligentietest en een vragenlijst over achtergrondgegevens afgenomen. Leerkrachten vulden een vragenlijst in met betrekking tot het gebruik van de methode in hun school.

Steekproef

Doelpopulatie in dit onderzoek zijn scholen die jaarlijks aan de CITO-eindtoets voor het basisonderwijs deelnemen. Deze populatie is



Figuur 1 Begrippenkader

gekozen om het aantal af te nemen toetsen te beperken en scholen niet zwaarder te belasten dan nodig is. De CITO-scholen vormden (in 1985) in aantal ongeveer 40% van de basisscholen. Er is geen reden om aan te nemen dat de CITO-basisscholen op relevante kenmerken afwijken van de overige basisscholen.

Op grond van een telefonische enquête onder circa 3000 scholen, is vastgesteld welke rekenmethoden in groep acht van de basisschool werden gebruikt. In overleg met de uitgevers zijn vijf traditionele methoden en drie moderne methoden geselecteerd voor onderzoek. Deze methoden waren in 1985 in de handel verkrijgbaar en waren tot en met groep acht in de scholen in gebruik. De traditionele methoden zijn: Op Veilig Spoor (voortaan: OVS), Naar Aanleg en Tempo (NAT), Naar Zelfstandig Rekenen (NZR), Nieuw Rekenen (NR) en Niveau Cursus Rekenen (NCR). De moderne methoden zijn: Operator Rekenen (OR), Getal in Beeld (GIB) en Taltaal (TT). Deze methoden werden op 87% van de benaderde scholen in groep acht gebruikt. Op de andere scholen werd in groep acht met experimentele versies van de nieuwste reken/wiskunde methoden gewerkt (Rekenen en Wiskunde, Utrechts Rekenprogramma en Wereld in Getallen) of men werkte met combinaties van methoden dan wel met methoden die niet meer worden uitgegeven.

De effectieve steekproef voor dit onderzoek bestond uit 133 klassen (groep 8) waar in 1985 de CITO-eindtoets is afgenomen. Bij de samenstelling van de steekproef is enigszins

rekening gehouden met het marktaandeel van de methoden. Er zijn in totaal van 118 zesde klassen (groep 8) volledige datasets van zowel leerlingen als leerkrachten verkregen. Vergelijking van kenmerken van de steekproef ten aanzien van schoolgrootte en mate van verstedelijking met landelijke gegevens (CBS, 1986), laat zien dat de steekproef als representatief voor de gehele groep van (basis)scholen mag worden beschouwd.

3.2 Onderzoeksinstrumenten Rekenoetsen

Er is, aan de hand van de CITO-eindtoets onderdelen voor Rekenen, uitvoerig overleg met uitgevers en auteurs geweest over de af te nemen rekenoetsen. Een aantal uitgevers (die van TT, OR, GIB en NAT) kwamen met het verzoek om extra toetsen te ontwerpen met toegepaste rekenopgaven (vraagstukjes) voor de onderdelen Schatten, Meten en Verhoudingen. De uitgever van OR kwam tevens met het verzoek voor een toets op het gebied van Combinatoriek.

De toetsen bezitten een redelijk tot goede interne consistentie waardoor de betrouwbaarheid van metingen is gewaarborgd.

Naast de rekenoetsen is ter controle van de algemene intellectuele begaafdheid van leerlingen de ISI-intelligentietest (6 onderdelen over ruimtelijke en verbale intelligentie) afgenomen (zie Boxtel, Snijders & Welten, 1982, m.b.t. de hoge betrouwbaarheid en validiteit van deze test).

De begripsvaliditeit van de rekenoetsen is

Tabel 1 Gebruikte toetsen en hun psychometrische kenmerken

naam van de toets	aantal items	interne consistentie (alpha-coëfficiënt)
1. CITO eindtoets 1985		
-Rekenen (items m.b.t. elementaire rekvaardigheden)	60	.94
-Tabellen en Grafieken (items m.b.t. het leren en interpreteren van tabellen en grafieken)	13	.74
2. RION toets (totaal)	63	.89
-Schatten (schatten van maateenheden)	17	.67
-Verhoudingen (gelijke en ongelijke verhoudingen in toepassingsituaties)	16	.76
-Meten (omtrek, oppervlakte en inhoud bepalen met behulp van natuurlijke maten)	15	.73
-Combinatoriek (combinaties van voorwerpen of mogelijkheden in toepassingsituaties)	15	.70

vastgesteld door correlaties te berekenen tussen soortgelijke toetsen (i.c. de CITO-Rekenen en RION-toets) en andere prestatietoetsen (de CITO-eindtoets onderdeel Taal en ISI-intelligentietoets). De RION-toets als geheel hangt het hoogst samen met de soortgenoot de CITO Rekentoets (.79) onmiddellijk gevolgd door de intelligentietoets (.75). De RION-toets hangt minder hoog samen met de CITO Taaltoets (.68). De CITO-toets Rekenen heeft een hoge correlatie met CITO Taal (.77) en een iets lagere correlatie met de Intelligentietoets (.68). Voor de begripsvaliditeit van de RION en CITO rekentoets is voldoende indicatie: beide toetsen hangen onderling het hoogst samen. De RION toets, gericht op toepassingen hangt vervolgens hoog samen met de intelligentietoets. De CITO Rekentoets die elementaire rekvaardigheden meet, hangt hoger samen met de CITO Taaltoets die elementaire taalvaardigheden meet.

Aan de uitgevers en auteurs is gevraagd om aan te geven hoeveel belang zij hechten aan de CITO- en RION-toetsonderdelen voor het evalueren van hun methode(n). Alle uitgevers vinden de CITO-toetsen: Rekenen en Tabellen en Grafieken belangrijk voor evaluatie van

hun methode. Alleen de uitgevers en auteurs van GIB, TT, OR en NAT vinden de RION-toetsonderdelen belangrijk. Zij hebben om deze toetsonderdelen verzocht.

Leerlingvragenlijsten

Tegelijk met de afname van toetsen bij leerlingen is aan de leerlingen gevraagd een vragenlijstje in te vullen met vragen over achtergrondgegevens zoals de gekozen vervolgoopleiding en het beroep van de vader en moeder. In 115 van de 118 klassen waar voor volledige datasets van leerlingen en leerkrachten zijn verzameld is dit vragenlijstje (na toestemming van de onderwijzer) ingevuld.

Leerkrachtenlijst

Met behulp van de leerkrachtenlijst zijn groepen van factoren gemeten.

- Implementatiefactoren: (a) percentage leerlingen van de klas waarmee de basisstof uit de methode is behandeld, (b) aantal rekenlessen per week, (c) variatie in leerstof (percentage van de lestijd besteed aan hoofdrekenen en redactie opgaven versus het percentage besteed aan algemene rekenvaardigheden), (d) leerstofdifferentiatie: item-schaal bestaande uit 6 items, (a = .70; zie bijlage 1)
- Leerkrachtkenmerken: (a) leerkrachtattitude: itemschaal 'Leerlinggerichtheid' bestaande uit: 7 items (a = .69; zie bijlage 2), (b) jaren ervaring met de methode en (c) vooropleiding (wel/geen wiskunde in eind-examen V.O.).

3.3 Het gebruik van rekenmethoden (eerste onderzoeksvraag)

In deze paragraaf worden beschrijvende gegevens gepresenteerd van het gebruik van de methoden (afmeten aan implementatiekenmerken) en van de condities waaronder het gebruik plaatsvindt (afgemeten aan kenmerken van leerkrachten en leerlingen).

Implementatiekenmerken

Tabel 2 laat zien welke verschillen er zijn tussen de leerkrachten van de acht methoden ten aanzien van vijf implementatiefactoren.

Het percentage leerlingen dat de basisstof uit een methode heeft gedaan verschilt (F (7, 110) = 5.5; p < .00). De basisstof heeft in alle methoden betrekking op de leerstofcategorieën die in de CITO-eindtoets Rekenen zijn

Tabel 2 Implementatie tussen methoden vergeleken

methode	factor	perc. leerl. dat basisstof deed	aantal rekenl. per week	gemidd. lesduur (min.)	variatie in leerstof (perc.)	leerstof differentiatie (range: 6-24)
<i>traditioneel</i>						
OVS (n = 7)		56 (23)*	5 (1)	53 (31)	46 (17)	20 (1)
NAT (n = 12)		75 (28)	5 (1)	43 (12)	42 (19)	18 (4)
NZR (n = 14)		77 (21)	5 (1)	50 (8)	36 (16)	17 (3)
NR (n = 23)		78 (28)	5 (1)	50 (10)	46 (15)	15 (4)
NCR (n = 20)		56 (33)	5 (1)	49 (7)	36 (12)	19 (3)
<i>modern</i>						
OR (n = 20)		91 (13)	5 (1)	53 (13)	53 (15)	14 (4)
GIB (n = 10)		88 (10)	5 (1)	52 (8)	43 (11)	15 (3)
TT (n = 12)		50 (32)	5 (1)	53 (10)	43 (11)	14 (4)
totaal (n = 118)		72 (29)	5 (1)	50 (12)	44 (15)	16 (3)

* standaarddeviaties zijn tussen haakjes vermeld, percentages en aantallen zijn afgerond tot gehele getallen.

opgenomen. Hoewel er enige verschillen zijn kan, door de grote overeenkomst in leerstof tussen de rekenmethoden, de basisstof als vergelijkbaar worden beschouwd. De basisstof is vooral bij de methoden Taltaal (TT), Op Veilig Spoor (OVS) en Niveau Cursus Rekenen (NCR) met relatief weinig leerlingen behandeld. Het gemiddeld aantal rekenlessen dat per schoolweek is gegeven verschilt niet tussen de methoden. De meeste leerlingen ontvangen per schoolweek 5 rekenlessen. Er zijn binnen de methoden wel verschillen. Deze variëren meestal tussen de 4 tot 6 lessen per week.

Gemiddeld genomen is de duur van de lessen ongeveer 50 minuten. Hierin zijn eveneens geen grote verschillen tussen rekenmethoden. De mate waarin leerkrachten variatie in leerstof tijdens de lessen aanbrengen verschilt tussen de methoden ($F(7, 110) = 2.8; p < .01$). Deze factor is gemeten als het percentage lestijd dat aan hoofdrekenen en toepassingsopgaven wordt besteed in vergelijking tot de lestijd die wordt besteed aan oefening van algemene rekenvaardigheden.

Vooraf de leerkrachten van Operator Rekenen (OR) variëren in de aard van de leerstof meer dan bijvoorbeeld die van Naar Zelfstandig Rekenen (NZR).

Leerstofdifferentiatie verschilt eveneens tussen de methoden ($F(7, 110) = 4.9; p < .00$). Leerkrachten is met behulp van een itemschaal gevraagd om aan te geven in welke mate goede leerlingen en zwakke leerlingen

verschillende taken krijgen (zie bijlage 1). De verschillen in leerstofdifferentiatie zoals met de itemschaal gemeten, komen overeen met de verschillen in differentiatie zoals die in de inhoudsanalyse zijn aangetroffen (zie par. 3.2). Bij traditionele methoden wordt meer leerstofdifferentiatie toegepast dan bij moderne methoden. Een overzicht van leerling- en leerkrachtkenmerken is weergegeven in Tabel 3.

Leerling- en leerkrachtkenmerken

Tabel 3 laat zien dat er grote verschillen zijn in IQ-scores van klassen tussen de methoden ($F(7, 110) = 3.7; p < .00$). De methode GIB wordt bijvoorbeeld in klassen met aanzienlijk intelligentere leerlingen gebruikt dan de methode NCR. Er zijn geen significante verschillen in gemiddelde milieuscore van klassen tussen de methoden ($F(7, 107) = .5; p < .84$). De milieuscore is een gemiddelde indeling van de leerlingen naar het beroep van de vader. Deze indeling heeft een schaal lopend van 1 (ongeschoold) tot 6 (zeer hoog geschoold). Bezien we de leerkrachtkenmerken voor elk van de methoden dan valt op dat het aantal jaren ervaring dat de leerkrachten met een methode hebben verschilt met de methode Taltaal (TT) en Op Veilig Spoor (OVS) hebben leerkrachten minder ervaring dan bijvoorbeeld met die van Naar Aanleg en Tempo (NAT). Wat betreft de leerkrachtattitude (mate van leerlinggerichtheid) valt op dat deze hoger is bij

Tabel 3 *Leerling- en leerkrachtkenmerken*

	Milieu score (klassen)	IQ score (klassen)	Jaren ervaring met methode (lkr)	Leerkrachtat- titude (lkr)	Wiskunde in vooropleiding (lkr)
<i>traditioneel</i>					
OVS (n=7)	3.0 (.4)*	102 (7)	5 (2)	19 (4)	29%
NAT (n=12)	3.1 (.8)	105 (7)	13 (9)	17 (2)	8%
NZR (n=14)	3.2 (1.0)**	100 (7)	7 (4)	18 (3)	31%
NR (n=23)	3.1 (.6)	101 (7)	10 (4)	18 (3)	43%
NCR (n=20)	3.0 (.8)**	98 (8)	10 (4)	18 (3)	50%
<i>modern</i>					
O.R. (n=20)	3.3 (.6)**	105 (8)	5 (3)	19 (2)	25%
G.I.B. (n=10)	3.3 (.5)	109 (4)	9 (3)	20 (3)	30%
TT (n=12)	3.3 (.7)	104 (6)	3 (2)	20 (2)	36%
totaal (n=118)	3.1 (.7)	102 (8)	8 (5)	18 (3)	34%

* standaarddeviaties zijn tussen haakjes opgenomen; aantallen en procenten zijn afgerond op gehele getallen.

** NZR (n=13); NCR (n=19); OR (n=19)

leerkrachten van moderne methoden dan van traditionele methoden. Dit is in overeenstemming met het grondidee van moderne rekenmethoden (zie par. 2). De leerkrachtattitudeschaal bestaat uit 7 items en heeft een range van 7 (= zeer leerstofgericht) tot 28 (= zeer leerlinggericht).

Wat het hebben van een *wiskunde*-examen in de vooropleiding betreft (MULO-B of HAVO, VWO met wiskunde) geeft gemiddeld 34% van alle onderzochte leerkrachten een positief antwoord. Bij de methode NCR heeft zelfs 50% van de leerkrachten wiskunde in de vooropleiding terwijl voor NAT dit percentage slechts 8% is.

3.4 *Effecten van rekenmethoden (tweede onderzoeksvraag)*

Uit de beschrijving van de implementatie blijkt dat er duidelijke verschillen zijn tussen methoden. De vraag is nu in hoeverre verschillen in rekenprestaties van klassen te maken hebben met de gebruikte rekenmethoden, rekening houdend met algemene implementatiefactoren en leerlingen- en leerkrachtfactoren.

Tabel 4 laat zien welke factoren van belang zijn vanwege hun invloed op de klasprestaties. Daarvoor zijn partiële correlaties gebruikt tussen algemene implementatie-, en leerkrachtkenmerken enerzijds en gemiddelde toetsprestaties anderzijds. Er is gecontroleerd voor: (a) gemiddelde IQ-score van een klas en (b) gemiddelde milieuscore van een klas.

De correlaties tussen de IQ-score van klassen enerzijds en de CITO- en RION-scores van klassen anderzijds zijn resp. .91 en .85. De correlaties tussen de milieuscores van klassen en de scores op de CITO- en RION-toets zijn .49 en .48.

Alleen de factoren (1) aantal lessen, (3) percentage leerlingen dat de basisstof deed en (5) leerkrachtattitude blijken, naast de gemiddelde IQ-score en de sociaal milieu score van klassen, relevante controlevariabelen te zijn. Er zijn intercorrelaties tussen deze vijf controlevariabelen berekend. Uit de berekeningen blijkt dat alleen tussen de variabelen 'gemiddelde intelligentiescore per klas' en 'milieuscore per klas' een hoge correlatie bestaat ($r = .55$). De effecten van de overige controlevariabelen op de CITO- en RION-toetsscores van klassen kunnen dus relatief zuiver geschat worden. Alleen de afzonderlijke effecten van de intelligentiescore en de milieuscore zijn afzonderlijk moeilijk te schatten. We zullen ze daarom als één factor analyseren.

Analyse ontwerp

Er wordt een multivariate covariantie-analyse uitgevoerd om het effect van rekenmethoden op rekenprestaties te evalueren. De analyse wordt uitgevoerd op de klasgemiddelden van de RION- en CITO-toetsen (zie Cooley & Lohnes, 1976, voor het gebruik van klasgemiddelden bij evaluatie van onderwijsprogramma's). Als covariaten zijn opgenomen de

Tabel 4 *Partiële correlaties tussen algemene implementatiekenmerken, leerkrachtkenmerken enerzijds en prestatievariabelen anderzijds (gecorrigeerd voor intelligentiescore van klassen of voor de sociaal milieuscore)*

	Controlevariabelen			
	IQ (n = 118)		Sociaal milieu (n = 115)	
	Prestatie-variabelen			
kenmerken	CITO	RION	CITO	RION
1. aantal lessen	.28*	.31*	.25*	.25*
2. lesduur	.02	-.04	.02	-.03
3. perc. leerling met basisstof	.36*	.09	.34*	.15
4. jaren ervaring met de methode	-.05	.01	.05	.08
5. leerkrachtattitude	-.22*	-.08	-.16	-.01
6. wiskunde in vooropl.	.01	.16	.05	-.01

* significant: $p < .01$

kenmerken: leerkrachtattitude, gemiddeld intelligentieniveau van klassen, gemiddelde sociaal milieu scores van klassen. Tevens zijn de algemene implementatiekenmerken: percentage leerlingen waarmee de basisstof uit de methode is behandeld en aantal rekenlessen per week als covariaten opgenomen. Vakdidactische kenmerken worden niet opgenomen als covariaat omdat deze meer methoden gebonden zijn (zie hoofdstuk 3.2) en het gevolg van verschillen in didactische vormgeving.

De eerste analyse

Voorafgaande aan de covariantie-analyse is nagegaan of er significante (multivariate) interactie-effecten bestaan van de covariaten en de factor Methode op de toetsscores van klassen. Uit resultaten van de toetsing blijkt dat geen van de interacties significant is, indien $p < .10$. Hetgeen betekent dat er bij alle methoden ongeveer dezelfde samenhang is tussen de covariaten en de toetsscores. Dit rechtvaardigt het gebruik van covariantie analyse.

De resultaten van de covariantie-analyse zijn kort samengevat de volgende. Er is geen methode-effect. De multivariate toets is niet significant (multivariate $F = .94$; $p = .51$). De covariaten zijn, op de leerkrachtattitude na, significant, indien $p < .01$. Het belang van de controlevariabelen kan globaal geïllustreerd worden aan de hoeveelheid variantie die door de covariaten op de CITO- en RION-toetsprestaties wordt verklaard. Dit is weergegeven in Tabel 5. De tabel laat zien dat verschillen tussen klassen in intelligentieniveau en gemiddeld sociaal milieu de belangrijkste verklaringbron vormen. Variantie in

het aantal lessen is ook van belang ter verklaring van prestatieverschillen tussen klassen.

Gecompliceerder ligt dit voor de variabele 'percentage leerlingen dat de basisstof heeft gedaan'. Deze variabele is weliswaar multivariaat significant, maar univariaat alleen voor de CITO-toets en niet voor de RION-toets. Het verschil in effect is waarschijnlijk toe te schrijven aan het gegeven dat de basisstof van de meeste methoden vrij weinig aandacht besteedt aan de inhoud van de RION-toets (Meten met natuurlijke maten, Schatten, Verhoudingen en Combinatoriek).

Een andere invalshoek

Het succes van covariantie-analyse om bij berekening van een methode-effect te controleren voor storende omstandigheden is altijd moeilijk na te gaan. Dit heeft enerzijds te maken met de onmogelijke opgave alle relevante factoren op te sporen waarop de leerkrachten en klassen van de acht rekenmethoden kunnen verschillen. Anderzijds heeft het te maken met de manier waarop voor storende omstandigheden wordt gecontroleerd. Dit gebeurt door statistische gelijkenschakeling op de gemiddelde scores van de covariaten. In het onderzoek is daarom ook een vergelijking tussen de methoden uitgevoerd bij klassen waarvan gezegd kan worden dat de methode redelijk tot goed is gebruikt. Als criterium voor gebruik is gekozen het percentage leerlingen waarmee de basisstof is behandeld. Van klassen waar met minimaal driekwart van de leerlingen alle basisstof is behandeld kan gezegd worden dat daar de leerstof uit de methode feitelijk is gebruikt. Op de toetsprestaties van 77 klassen waarvoor dit criterium geldt is

Table 5 *Verklaarde variantie door vijf co-variaten (o.a. IQ) en de factor methode*

variantie in toetsscores van:	verklaard door:	controle-variabelen:			factor methode	totaal* verklaard
		IQ en soc. milieu	aantal lessen	% leerl. met basisstof		
CITO	52%	3%	6%	2%	3%	65%
RION	73%	2%	0%	0%	1%	76%

* Door afronding kan het totaal-percentage 1% afwijken van de afzonderlijke percentages

een multivariate variantie-analyse uitgevoerd. Ook uit deze analyse (zonder controlevariabelen) blijkt dat er geen significante verschillen zijn tussen methoden (multivariate $F = 1.52$; $p = .11$). Voor de methoden GIB, NAT, NZR, NR en OR is deze conclusie vrij eenduidig van toepassing. Voor de methoden OVS, NCR en vooral TT moet de kanttekening worden gemaakt dat er weinig klassen overblijven waar met meer dan driekwart van de leerlingen alle basisstof is doorgewerkt. Deze alternatieve analyse ondersteunt evenwel de conclusie uit de multivariate covariantie-analyse dat er geen methode-effect is.

4 Conclusie en Discussie

De eerste onderzoeksvraag heeft betrekking op het gebruik van methoden. Er blijken verschillen te zijn tussen methoden in de mate waarin de leerkrachten leerstofdifferentiatie toepassen. De verschillen komen overeen met de differentiatie-modellen die in de acht methoden worden gehanteerd. Er zijn eveneens verschillen tussen methoden geconstateerd in de mate waarin de leerkrachten variatie van leerstof in de lessen toepassen. Met name door leerkrachten van moderne methoden wordt meer tijd besteed aan hoofd- en toepassingsopgaven naast algemene rekenvaardigheden dan door leerkrachten van traditionele methoden. De leerkrachten van de acht methoden verschillen ook ten aanzien van het percentage leerlingen waarmee de basisstof uit de methode wordt behandeld. Het is opmerkelijk dat in de meeste klassen waar met de methode Op Veilig Spoor, Niveau Cursus Rekenen en Taltaal werd lesgegeven deze percentages laag waren in vergelijking tot de overige methoden. Deze drie methoden worden door vele leerkrachten niet goed gebruikt.

De tweede vraag in dit onderzoek gaat over eventuele verschillen in effecten tussen rekenmethoden op rekenprestaties.

Er zijn tussen rekenmethoden enige verschillen in de nadruk op speciale onderwerpen, bijvoorbeeld Meetkunde, Schatten, Combinatoriek en Statistiek. Uitgevers van moderne methoden hebben op een aantal van deze onderwerpen en op het gebied van Verhoudingen extra toetsopgaven gevraagd voor vergelijking van hun methoden met traditionele methoden. Het merendeel van de leerstof in alle methoden wordt echter besteed aan traditionele rekenonderwerpen. De CITO-eindtoets Rekenen dekt volgens de uitgevers in voldoende mate deze rekenonderwerpen.

Covariantieanalyse laat zien dat de rekenmethode op zich vrijwel geen invloed heeft op rekenprestaties van klassen, zowel wat betreft rekenvaardigheid (CITO Rekentoets) als ten aanzien van toepassingen (RION-toets). Algemene implementatiekenmerken (aantal rekenlessen per week en percentage leerlingen dat basisstof heeft gedaan) hebben ongeacht de gebruikte methode, wel een positieve invloed op de klasprestaties.

Het onderzoek heeft verder laten zien dat bepaalde leerkrachtkenmerken (wiskunde in vooropleiding, nascholing, specialisatie in rekenen of jaren ervaring met de methode) geen significante invloed hebben op rekenprestaties van klassen. Dit is in tegenstelling tot algemene verwachtingen. Met name van wiskunde in de vooropleiding wordt door de Minister van Onderwijs en Wetenschappen veel verwacht voor de verbetering van het (reken)onderwijs. We kunnen deze verwachting niet delen. Een goede vaardigheid in rekenen en wiskunde betekent nog niet een goede vaardigheid in rekendidactiek of in klasmanagement. Wiskunde in de vooropleiding is in ons onderzoek dan ook niet gerelateerd aan implementatie-

kenmerken die enige voorspellende waarde hebben voor rekenprestaties of aan de rekenprestaties zelf.

Voor de verbetering van het rekenonderwijs bieden de onderzoeksresultaten evenwel goede aanknopingspunten. Methoden dienen strikter dan nu het geval is, aan te geven welke minimale mate van implementatie van algemene- en vakdidactische kenmerken wordt verondersteld, voor het bereiken van goede rekenresultaten. In vrijwel alle methoden ontbreekt nu een duidelijke planning van te behandelen leerstof en te besteden lessen in een cursusjaar. Tevens ontbreken concrete aanwijzingen per les of lessenserie voor het juist hanteren van de didactiek die een (moderne) methode voorstaat. Zo geven moderne rekenmethoden geen concrete aanwijzingen hoe leerkrachten interactief onderwijs kunnen geven waarbij ideeën en oplossingen van leerlingen worden gebruikt. Ook ontbreken in deze methoden vaak praktische aanwijzingen hoe leerlingen samen problemen kunnen leren oplossen. Wanneer methodemakers er in slagen de methode op deze punten te verbeteren zullen leerkrachten de methode effectiever kunnen gebruiken.

Het is mogelijk dat de modernste rekenmethoden Wereld in Getallen, Rekenen en Wiskunde en Rekenwerk die nu de markt aan het veroveren zijn tot betere resultaten leiden dan de hier onderzochte moderne rekenmethoden. Harskamp, Hooning en Rijken (1986) onderzochten effecten van de methode Rekenen en Wiskunde op zes Rotterdamse scholen. Zij constateren dat deze methode niet tot gunstige leerwinstscores bij de leerlingen in leerjaar 4, 6 en 8 leidde. Nelissen (1987) onderzocht het effect van de methode Rekenwerk bij een aantal Utrechtse leerlingen in leerjaar 8. Hij constateerde geen verschillen in rekenprestaties tussen Rekenwerkleerlingen en leerlingen van enkele traditionele methoden. Er zijn wel positieve verschillen gevonden voor de Rekenwerkleerlingen op een reflectietoets. Bij het bepalen van de verschillen is echter geen rekening gehouden met verschillen in intelligentie tussen leerlingen of met andere relevante verschillen tussen klassen. Er zijn uit de tot nog toe beschikbare onderzoeken geen conclusies te trekken over de positieve effecten van moderne methoden. Wellicht dat in de nabije toekomst, wanneer door nascholing en bege-

leiding van leerkrachten de implementatie van de moderne methoden verbetert, hierin verandering komt.

Onderzoek van het RION (Snippe, 1987) naar de effecten van inservice training op de implementatie van een moderne leergang cijferend vermenigvuldigen, ondersteunt deze verwachting.

Literatuur

- Appelhof, P.N., *Begeleide onderwijsvernieuwing*. Tilburg: Zwijzen, 1979.
- Athapilly, R., U. Smidchens & J.W. Kofel, A computer-based meta-analysis of the effects of modern mathematics in comparison with traditional mathematics. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 1983, 5, nr. 4, p. 485-493
- Boxtel, H.W., J.Th. Snijders & V.J. Welten, *ISI-handleiding voor de gehele testreeks en verantwoording voor het prestatiegedeelte*. Publicatievorm 3. Groningen: Wolters-Noordhoff, 1982.
- Brookover, W., C. Beady, P. Flood, J. Schweitzer & J. Wisenbaker, *School social systems and student achievement: schools can make a difference*. New York: Bergin Publishers, 1979.
- CBS, Statistiek van het basisonderwijs 1984/85: *Scholen en leerlingen*. 's-Gravenhage: CBS publicatie, 1986.
- Cooley, W.W. & P.R. Lohnes, *Evaluation research in education*. New York: John Wiley & Sons, 1976.
- Creemers B. & J. Slavenburg, Taakstellend gedrag en leerprestaties, een secundaire analyse. *Tijdschrift voor Onderwijsresearch*, 1976, 1, 118-123.
- Dunkin, M.J. D.J. Biddle, *The Study of teaching*. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1974.
- Gessel, H. van, 'Rekenen is meer dan het aanleren van een kunstje'. *Volkskrant*, 28 maart 1987, p. 35.
- Guldemon, H., G.W. Meijnen & A. Boomsma, *Gezin, school en ontwikkelingen in intelligentie tussen zes en twaalf jaar*. Groningen: RION, 1987.
- Hall, G. & S. Loucks, *Innovation configurations: Analyzing the adaptations of innovations*. AREA paper, Toronto: March, 1978.
- Harskamp E., *Rekenmethoden op de proef gesteld* (Dissertatie). Groningen: RION, 1988 (in voorbereiding).
- Harskamp E., F. Hooning, V. Rijken & C. Suhre, *Evaluatie van de overdraagbaarheid van curriculumproducten uit vernieuwingsprojecten*. Groningen: RION, maart 1987.
- Harskamp, E. & R. Hofman, *Eindverlag van het onderzoeksproject 'Evaluatie van leermethoden in het basisonderwijs'*. Deel A en B. Haren: RION, 1982.

- Heuvel-Panhuizen, M. van den & F. Goffree, *Zo rekent Nederland*. Enschede: SLO, 1986.
- Jong, R.A. de, *Wiskobas in Methoden*. Dissertatie Utrecht Vakgroep Wiskunde-onderwijs en Onderwijscomputercentrum, 1986.
- Jong, R.A. de, E. de Moor, L. Streefland & A. Treffers, *Almanak reken/wiskundemethoden*. Utrecht: OW en OC, 1983.
- Meijnen, G. W., *Van zes tot twaalf*. Harlingen: SVO, 1984.
- Meyer, J., L. de Leeuw, W. Groen & J. Perrenet, *Vergelijking van de effecten van wiskundemethoden*. In: E. Harskamp & W.J. Nijhof, *Curriculum: ontwerp, implementatie en evaluatie*. Lisse: Swets en Zeitlinger, 1987.
- Nelissen, J., *Kinderen leren wiskunde*. Gorinchem: De Ruiter, 1987.
- Nijhof, W.J., *Differentiatie als een innovatie*. 's-Gravenhage: SVO, 1978.
- Slavenburg, J., *Onderwijsstimulering en gezinsactivering*. 's-Gravenhage, SVO, 1986.
- Snippe, J., *Verbetering van curriculumgebruik door klasseconsultatie*. In: E. Harskamp & W.J. Nijhof, *Curriculum: ontwerp, implementatie en evaluatie*. Lisse: Swets & Zeitlinger, 1987.
- Treffers, A., *Cijferen in het rekenonderwijs, toen en nu*. *Pedagogische Studiën*, 1982, 59, p. 97-115.
- Veenman, S. A. M., *Leertijd, directe instructie en de relatie onderzoekspraktijk*. In: S. A. M. Veenman & W. H. Kok (red.), *Opleiding van onderwijsgeven*. 's-Gravenhage: 1981, p. 35-58.
- Walker, D. F. & J. Schaffarzick, *Comparing curricula*. *Review of Educational Research*, 1974, Vol. 44, No. 1, p. 83-111.

Curricula vitae

E. Harskamp behaalde in 1971 zijn diploma als volledig bevoegd onderwijzer. Hij studeerde, na enkele jaren praktisch werkzaam te zijn geweest, onderwijskunde aan de Universiteit van Groningen. Vanaf 1980 is hij bij het RION werkzaam op het gebied van curriculumevaluatie en schoolorganisatie. Momenteel is hij coördinator van de themagroep 'Programma Evaluatie' van het RION. Binnen deze themagroep wordt o.a. onderzoek gedaan naar de invloed van begeleiding op implementatie van een curriculum.

C. Suhre is afgestudeerd als experimenteel psycholoog aan de Rijksuniversiteit Groningen. Hij is sinds 1984 werkzaam in de sectie Onderwijsevaluatie van het RION. Momenteel is hij projectleider van het onderzoeksproject 'Het functioneren van de leer-middelenmarkt'. Daarnaast is hij als methodoloog onder meer betrokken bij onderzoek m.b.t. het Onderwijsvoorrangsbeleid.

Adres: RION, Postbus 1286, 9701 BG Groningen

Manuscript aanvaard 11-1-'88

Summary

Harskamp, E. & C. Suhre. 'Comparing curricula for arithmetics: an effectiveness study in the last grade of the Dutch primary school.' *Pedagogische Studiën*, 1988, 65, 208-219.

In a surveyproject in 118 primary schools, eight arithmetic curricula were compared. A content analysis of the eight curricula was made. Differences between the curricula were analysed by comparing data about their use and about arithmetic test scores of classes. The effects of the factor Method were tested by means of a covariance-analysis, using the scores on an arithmetic skills test (CITO-test) and on a problem solving test (RION-test) as dependent variables. Covariates were pupil characteristics, teacher characteristics and implementation factors. The article concludes with recommendations for improving the use of curricula for arithmetics in primary schools.

Bijlage 1 *Leerkrachtenschaal: Leerstofdifferentiatie tijdens rekenlessen*

		zelden of nooit	één keer per maand	één keer per week	vrijwel elke les
1.	Elke leerling krijgt afhankelijk van zijn/haar prestaties, moeilijker taken/opdrachten	22%	13%	26%	39%
2.	Groepenleerlingen krijgen afhankelijk van hun prestaties moeilijker taken/opdrachten	25%	17%	28%	31%
3.*	Alle leerlingen krijgen dezelfde taken/opdrachten om aan te werken tijdens de les	43%	2%	10%	45%
4.	Zwakke leerlingen krijgen eenvoudiger taken/opdrachten dan de rest van de groep	6%	8%	25%	61%
5.	Ik neem verschillende controletaken/toetsen af bij verschillende leerlingen, afhankelijk van hun prestatie	52%	26%	16%	6%
6.	Leerlingen die sneller werken dan de anderen gaan door met extra taken/oefeningen	6%	4%	15%	76%

Betrouwbaarheid: $\alpha = .70$

NOOT: item 3 is gespiegeld

Bijlage 2 *Schaal leerkrachtattitude (leerlinggerichtheid)*

		helemaal mee eens	mee eens	niet mee eens	helemaal mee oneens
1.	Aanpassing van de leerstof aan de belangstelling van de individuele leerling wijs ik af, omdat dat onverantwoord is gezien de eisen van de samenleving	5%	27%	56%	12%
2.*	Aansluiting van de leerstof bij de belangstelling van de leerlingen vind ik belangrijker dan voorbereiding op de eisen van het vervolgonderwijs	8%	44%	43%	5%
3.*	Het is aan te bevelen het onderwijs zoveel mogelijk in de vorm van projectonderwijs te geven	1%	24%	67%	8%
4.	Het is belangrijker dat alle leerlingen een bepaalde hoeveelheid leerstof beheersen dan dat elke leerling zich ontwikkelt naar eigen aard	0%	27%	59%	14%
5.	Kennisoverdracht en intellectuele ontwikkeling blijven in het onderwijs belangrijker dan algemene vorming	2%	33%	58%	8%
6.	Je moet bij het voorbereiden van de lessen er niet vanuit gaan dat leerlingen veel zelfstandig kunnen werken	3%	15%	67%	16%
7.	Op veel scholen wordt de leerlingen tegenwoordig wat teveel de vrije hand gelaten	12%	40%	43%	5%

Betrouwbaarheid: $\alpha = .69$

NOOT: de items: 1, 4, 5, 6 en 7 zijn gespiegeld