

Instructie aan leerlingen met (ernstige) rekenproblemen

J. E. H. VAN LUIT

*Vakgroep Kinderstudies, Rijksuniversiteit
Utrecht*

Samenvatting

Rekenproblemen komen in het Speciaal Onderwijs veel voor. De verschijningsvorm van deze problemen bestaat uit een minimale vooruitgang van rekenkennis en inzicht, gecombineerd met een inadequate wijze van probleemoplossen. Het gevolg hiervan is dat de achterstand ten opzichte van leeftijdgenootjes steeds groter wordt, omdat basisvaardigheden (optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen) niet gekend en ook niet toegepast kunnen worden. Een specifieke zelfinstructietraining kan er toe bijdragen dat de geringe rekennaardigheid gericht wordt aangepakt op taak- en instructieniveau. Het onderzoek naar de toepassing van zelfinstructie, al of niet in combinatie met een speciaal rekenprogramma, wijst uit dat deze effectief angewend kan worden bij het leren optellen en aftrekken aan leerlingen die daarin al jaren falen.

1 *Inleiding*

In deze bijdrage aan de thema-serie "Instructie van kinderen met ernstige leerproblemen" staat het rekenen centraal.

Onderzoek naar rekenproblemen heeft hoofdzakelijk plaats gevonden bij leerlingen uit het Speciaal Onderwijs. In scholen voor Speciaal Onderwijs treffen we immers grote aantallen leerlingen aan die deze problemen hebben. Door toepassingsgericht onderzoek te doen bij deze leerlingen is het mogelijk de effectiviteit van vigerende en remediërende activiteiten in de onderwijsleersituaties te toetsen. Onderzoek naar de behandeling van kinderen met ernstige rekenproblemen concentreert zich de laatste jaren vooral op implementering van specifieke rekenmethoden en aangepaste instructievormen (zie Van Luit,

1987a). Een zelfinstructietraining is één van de getoetste mogelijkheden kinderen met (ernstige) rekenproblemen te instrueren. De resultaten van dergelijke trainingen zijn over het algemeen zeer gunstig te noemen en verhouden zich (zeer) positief ten opzichte van de effectiviteit van andere specifieke trainingsvormen (zie Van Luit, 1987b). De ten behoeve van dit onderzoek opgezette zelfinstructietraining is gebaseerd op de uitgangspunten zoals geformuleerd door Meichenbaum (1977) en Meichenbaum en Asarnow (1979). De inhoud van de training is elders uitgebreid beschreven (zie Van Luit, 1987a), zodat hier kort op deze trainingsprocedure zal worden ingegaan.

2 *Naar een specifieke zelfinstructietraining*

In de afgelopen jaren zijn diverse onderzoeken gedaan waaruit blijkt dat kinderen met leerproblemen adequaat onderwezen kunnen worden door gebruikmaking van een zelfinstructietraining. De resultaten van deze trainingen van kinderen met leerproblemen, die geen of weinig zicht hebben op eigen denkprocessen (Brown, Campione & Day, 1981; Miller, 1985), die een passieve houding tonen bij het leren (Ryan, 1981), die geen of nauwelijks adequate strategieën weten aan te wenden om een taak op te lossen (Palincsar & Brown, 1984) en/of die niet over een metacognitief bewustzijn beschikken (Pressley, Borkowski & O'Sullivan, 1984; 1985), zijn overwegend positief. De kinderen waren na afloop van de respectievelijke trainingen in staat om zelf verbalisaties aan te wenden voor een actieve informatieverwerking, en om zich specifieke en algemene informatie eigen te maken voor het oplossen van cognitieve taken. Uit onderzoek van Evangelisti, Whitman en Johnston (1986) en Evangelisti, Whitman en Maxwell (1987) blijkt verder dat kinderen met behulp van een zelfinstructietraining geleerd kan worden complexe taken goed uit te voeren. Dit betekent dat kinderen die over beperkte basisvaardigheden beschikken toch ook verder gelegen taken (uitgaande van een sequentie in de taakopbouw) met inzicht kunnen leren oplossen (zie Whitman, 1987).

Meer specifiek op het terrein van de rekenproblemen zijn eveneens goede resultaten bereikt met behulp van zelfinstructietrainingen. Zo worden onder andere door Albion en Salzberg (1982), Burgio, Whitman en Johnson (1980), Hallahan, Lloyd, Kneeder en Marshall (1982), Johnston, Whitman en Johnson (1980), Leon en Pepe (1983) en Whitman en Johnston (1983) onderzoeken beschreven betreffende rekentrainingen van individuele en van groepjes leerlingen. Uit deze onderzoeken komt niet duidelijk naar voren of een combinatie van een specifiek programma met een zelfinstructietraining minder of meer effectief is dan andere trainingen waarin slechts één van deze beide componenten in het onderzoek is betrokken. In het hier te beschrijven onderzoek worden deze mogelijkheden onderscheiden onderzocht, waarbij in drie trainingsvormen sprake is van onderwijs in groepjes van vijf leerlingen. Daarenboven is, vanwege de vergelijkbaarheid met eerder onderzoek en in verband met een te verwachten meerwaarde (zie Mayer, 1985) ten opzichte van onderwijs in groepjes, een trainingsvorm opgenomen waarin de leerlingen individueel getraind worden. Binnen het onderzoek is aldus gewerkt met vier experimentele trainingsvormen waarin wordt gevarieerd met instructie, rekenprogramma en groepsgrootte. Deze vier trainingvormen zijn:

- ZSGr: training met behulp van zelfinstructie (Z) en het speciale rekenprogramma (S) in groepjes (Gr) van vijf leerlingen;
- ZSI: training met behulp van zelfinstructie (Z) en het speciale rekenprogramma (S) bij individuele (I) leerlingen;
- ZVGr: training met behulp van zelfinstructie (Z) en een vigerend rekenprogramma (V) in groepjes (Gr) van vijf leerlingen;
- GSGr: training met behulp van een gebruikelijke instructie (G) en het speciale rekenprogramma (S) in groepjes (Gr) van vijf leerlingen.

De zelfinstructie en het speciale programma (als inhoudelijke vormgeving van de zelfinstructie-component 'taakanalyse') worden hierna kort uiteengezet.

De training met behulp van *zelfinstructie* stoelt op drie componenten: *oplossingsstrategieën*, *model-leren* en *taakanalyse*.

Onder *oplossingsstrategie* wordt verstaan een sequentie van (cognitieve) handelingen die de leerling bewust leert gebruiken bij het door-

lopen van processen die leiden tot een adequate oplossing van een rekentaak. De uitvoering van een rekentaak wordt gekenmerkt doordat de leerling zichzelf vragen stelt over de taak, hierop zelf antwoorden formuleert, het proces stuurt waarlangs hij tot een oplossing komt en zelf de juistheid van de gevonden oplossing controleert.

Bij *model-leren* (het voordoen, samendoen en nadoen) gaat het om de aanleerstrategie voor een nieuw type rekenopgave, indien een nieuw aan te leren deelhandeling binnen de oplossingsstrategie vereist wordt. De leerkracht sluit in de instructie zoveel mogelijk aan bij het actieve rekentaalgebruik van de leerlingen. De instructie is met andere woorden zoveel mogelijk gebaseerd op een adequate oplossingsstrategie die een leerling hanteert bij reeds geleerde typen rekenopgaven. De leerkracht doet het nieuwe aan te leren type rekenopgave voor in termen van 'zichzelf vragen stellen betreffende het oplossingsproces en hierop antwoorden, en de probleemoplossing controleren'. Hij doet geleidelijk steeds minder voor, terwijl de leerling tegelijkertijd zelfstandiger de oplossingsstrategie verbaliseert en uitvoert. Dit verbaliseren wordt uiteindelijk omgevormd tot een in zichzelf spreken; de leerling weet de oplossingsstrategie inclusief de nieuw aangeleerde leerstap op een juiste wijze te gebruiken.

De *taakanalyse* betreft het te trainen leerstofdomein. In dit onderzoek houdt de taakanalyse een sequentie van leerstappen in van optel- en aftrekopgaven zonder en met tientaloverschrijding onder de honderd. Er zijn binnen dit leerstofdomein acht hoofdtypen rekenopgaven onderscheiden onderverdeeld in 22 subtypen (zie Van Luit, 1982; 1987a). De leerlingen leren ieder (sub)type rekenopgave op het niveau van mentale handeling beheersen via een vaststaande leerroute: a) oriëntatie op en uitvoering van de handeling met behulp van MAB-materiaal (multibase arithmetic blocks: losse blokjes van 1×1 cm, gelede tienstaven van 1×10 cm en gelede honderdplakken van 10×10 cm), structure-ringsmal en beslissingsschema, b) koppeling van deze handeling aan dezelfde uitvoering met cijfersymbolen, c) geleidelijke weglating van de hulpmiddelen en d) uiteindelijke uitvoering van de handeling op mentaal niveau (zoveel mogelijk via automatisering van oplossingsstappen). Deze taakanalyse is gecon-

cretiseerd in het speciale rekenprogramma (S) (zie Van Luit, 1982). De taakanalyse bij de toepassing van zelfinstructie waarbij gebruik gemaakt wordt van vigerende (reken)programma's (V) houdt een herschikking in van aan te leren deelvaardigheden, zonder afbreuk te doen aan de opzet en leerlijn van die programma's (zoals: Operator Rekenen, Naar Zelfstandig Rekenen en Getal in Beeld).

Vraagstelling

In het hier te presenteren onderzoek wordt antwoord gegeven op de vraag of een experimentele training, gebaseerd op zelfinstructie en/of het speciale rekenprogramma, leidt tot een verbetering van de rekenvaardigheid bij leerlingen met rekenproblemen. Daarenboven wordt nagegaan of er een experimentele trainingsvorm is die een additioneel effect heeft boven een andere trainingsvorm. Voor een uitgebreidere verslaglegging betreffende dit onderzoek verwijzen we naar Van Luit (1987a).

3 *Onderzoeksopzet*

Proefpersonen en setting

In dit onderzoek zijn 144 kinderen betrokken. De leerlingen zijn geselecteerd in scholen voor Speciaal Onderwijs. Alle leerlingen hadden een grote achterstand op het gebied van het rekenen. Hun gemiddelde leeftijd was bij de start van de training 11 jaar, terwijl het rekenniveau vergelijkbaar was met dat van kinderen in groep 4 (vroegere tweede klas) van een reguliere basisschool. Er was sprake van een gemiddelde achterstand van 3 à 4 jaar. De helft van de leerlingen kreeg onderwijs met behulp van experimentele condities, de andere helft met behulp van controle condities. De trainingen vonden buiten de normale klassensituatie in aparte ruimten plaats.

Training van leerlingen met rekenproblemen in het speciaal onderwijs is nader gespecificeerd als training van leerlingen in het LOM-en MLK-onderwijs (de twee grootste schooltypen binnen het Speciaal Onderwijs: LOM = (kinderen met) Leer- en Opvoedingsmoeilijkheden, MLK = Moeilijk Lerende Kinderen. Aangezien te verwachten is dat er tussen leerlingen van LOM-scholen en leerlingen van MLK-scholen verschillen zullen zijn in aanvangsniveau en werktempo, zijn in dit

onderzoek per onderscheiden experimentele trainingsvorm en controle conditie evenveel leerlingen van LOM-scholen als leerlingen van MLK-scholen betrokken.

Design

De experimentele en controle condities zijn in vier trainingsvormen (ZSGr, ZSI, ZVGr en GSGr) ondergebracht. Deze vier trainingsvormen hebben elk zowel een experimentele als een controle conditie. De leerlingen, geselecteerd volgens een criteriumselectie betreffende voldoende voorkennis van de formele rekentaal, kunnen optellen en aftrekken onder de 10 en getalbegrip, werden aselekt aan de experimentele trainingsvormen toegewezen. De experimentele trainingsvormen ZSGr, ZVGr en GSGr kregen elk twintig proefpersonen toegewezen en de trainingsvorm ZSI twaalf proefpersonen. Gelijke aantallen proefpersonen werden aan de controle conditie toegewezen via matching, op basis van de variantie in prestaties op de voormetingen. De leerlingen in de controle condities kregen volgens de in de betreffende scholen vigerende rekenmethoden en instructies geïntensiveerd rekenonderwijs. Deze intensivering komt tot uitdrukking in meer bestede tijd aan het rekenen en meer dan gebruikelijk (individuele) aandacht en feedback door de leerkracht en/of remedial teacher. Het is van belang op te merken dat een controle conditie niet een conditie van 'geen behandeling' is, maar veeleer een conditie van 'de gebruikelijke behandeling, zij het zo optimaal mogelijk'. De experimentele behandelingen, in de vorm van de vier trainingsvormen, moeten dus hun waarde bewijzen tegenover sterk gemaakte controlebehandelingen. De verdelingen van de leerlingen over

Tabel 1 *Verdeling van de leerlingen met rekenproblemen in het speciaal onderwijs (LOM- en MLK-scholen) over de experimentele trainingsvormen en controle condities*

Trainingsvorm		n
ZSGr	experimenteel	20
	controle	20
ZSI	experimenteel	12
	controle	12
ZVGr	experimenteel	20
	controle	20
GSGr	experimenteel	20
	controle	20

trainingsvormen is weergegeven in Tabel 1. Iedere trainer onderwees in de groepssessies (ZSGr, ZVGr en GSGr) steeds vijf leerlingen tegelijkertijd. De trainers in de individuele sessies (ZSI) hadden elk drie individueel te onderwijzen leerlingen onder hun hoede.

Er werden voor, tijdens en na de training data verzameld. De totale onderzoeksperiode besloeg 40 weken: week 1 - 5 baselineperiode, week 6 - 30 trainingsperiode, week 32 - 40 periode ten behoeve van metingen en follow-up-metingen. Voor de statistische toetsing van de resultaten zijn de voormetingen, metingen en follow-up-metingen van de rekenvaardigheid van belang. De rekenvaardigheid is daartoe zes keer gemeten: twee keer voorafgaande aan de training (in week 1 en 5), twee keer direct na afloop van de trainingsperiode (in week 32 en 34), en twee keer twee maanden na afloop van de training (in week 38 en 40). Gedurende de trainingsperiode zijn zes metingen verricht, die uitsluitend zijn bedoeld als registraties van de progressie in de rekenvaardigheid van de leerlingen en die niet in de toetsingen zijn betrokken. Er is in dit onderzoek dus sprake van een pretest-posttest control group design with follow-up (Cook & Campbell, 1979).

Procedure en materialen

Twaalf trainers verzorgden elk één van de groepstrainingen in de experimentele trainingsvormen ZSGr, ZVGr of GSGr. Twee trainers onderwezen elk zes leerlingen individueel in de experimentele trainingsvorm ZSI. De leerlingen die participeerden in de diverse experimentele trainingsvormen kregen drie keer per week gedurende drie kwartier per keer training. Zij ontvingen geen andere rekinstructie dan die van de eigen trainer. De leerlingen in de controle conditie kregen gedurende de trainingsperiode vier à vijf keer per week drie kwartier per keer geïndividualiseerd rekenonderwijs van de eigen leerkracht en/of van de aan de school verbonden remedial teacher. De trainingsperiode besloeg 20 reële werkweken.

Er is uitsluitend getraind op het aanleren van optel- en aftrekopgaven zonder en met tientaloverschrijding onder de 100 en van optel- en aftrekopgaven met gehele tientallen onder de 200. Per experimentele trainingsvorm of controle conditie is steeds volgens de voorgeschreven en/of gebruikelijke instructies

en rekenprogramma's gewerkt. De rekenvaardigheid van de leerlingen is steeds onderzocht met behulp van parallelle toetsbladen, bestaande uit 40 optel- en aftrekopgaven variërend in moeilijkheidsgraad betreffende het getrainde leerstofdoel.

De te volgen procedures betreffende de instructie, met name de zelfinstructieprocedure, en het speciale rekenprogramma zijn hiervoor reeds aan de orde gesteld. Voor een uitgebreidere beschrijving van de trainingsprocedures en gebruikte materialen wordt verwezen naar Van Luit (1987a).

4 Resultaten

Resultaten op voor-, na- en follow-up-metingen

De resultaten op de voor-, na- en follow-up-metingen zijn uitgangspunt voor de beantwoording van de onderzoeksvraagstellingen. Als methode van statistische analyse hebben multivariatie analyses op de verschillen scores plaats gevonden. In het design zijn vier verschillende trainingsvormen onderscheiden en binnen elke trainingsvorm is onderscheid gemaakt tussen experimentele en controle condities. Om de toetsingen adequaat te kunnen interpreteren is gebruik gemaakt van hulpvraagtoetsingen waarmee op mogelijke interactie-effecten tussen conditie (experimenteel versus controle) en schooltype (LOM versus MLK) gecontroleerd wordt.

De toetsingen hebben betrekking op de resultaten op de rekenvaardigheidsmetingen, die voor alle vier trainingsvormen staan weergegeven in Tabel 2. In deze tabel zijn de gemiddelde scores van het totaal aantal goede oplossingen op de voor- en metingen en hun respectievelijke standaarddeviaties opgenomen.

Uit Tabel 2 blijkt dat het gemiddeld aantal goed opgeloste rekenopgaven het sterkst is toegenomen in de experimentele condities, die groepstraining kregen met behulp van zelfinstructie en het speciale rekenprogramma. Deze sterke toename geldt eveneens voor de onder dezelfde condities, maar dan individueel getrainde leerlingen van MLK-schoolen.

Verschillen tussen experimentele en controle groepen

Alvorens de verschillen tussen experimentele en

Tabel 2 Gemiddeld aantal goede oplossingen op de voor- en nametingen (maximale score: 40)

Trainingsvorm	Schooltype	Conditie	N	voor gem.	s.d.	na gem.	s.d.	na-voor gem.	s.d.
ZSGr	LOM	exp.	10	16.80	6.65	31.90	8.70	15.10	4.96
		contr.	10	18.50	8.25	25.60	11.16	7.10	6.49
	MLK	exp.	10	7.65	6.02	24.35	5.79	16.70	4.02
		contr.	10	8.05	4.51	14.65	5.30	6.60	5.69
ZSI	LOM	exp.	6	24.75	8.32	36.67	1.86	11.92	9.14
		contr.	6	24.25	4.26	33.00	3.67	8.75	2.88
	MLK	exp.	6	12.83	9.13	28.92	8.39	16.08	7.07
		contr.	6	14.92	5.74	22.50	6.47	7.58	4.55
ZVGr	LOM	exp.	10	19.70	6.49	32.10	4.46	12.40	6.00
		contr.	10	18.75	8.43	27.20	9.38	8.45	5.71
	MLK	exp.	10	13.50	6.49	26.55	6.49	13.05	5.55
		contr.	10	13.00	5.93	22.30	8.56	9.30	5.32
GSGr	LOM	exp.	10	22.05	8.53	34.65	2.93	12.60	8.86
		contr.	10	18.65	9.85	21.40	9.20	2.75	3.58
	MLK	exp.	10	3.00	3.46	14.50	9.54	11.50	8.01
		contr.	10	3.35	3.33	9.90	9.59	6.55	7.31

controle groepen te toetsen, is eerst gecontroleerd op mogelijke interactie-effecten. Met deze toetsing is nagegaan of er (per trainingsvorm) verschil in leerwinst tussen experimentele en controle condities is bij leerlingen van LOM- en MLK-scholen. De resultaten van deze toetsing laten zien dat het interactie-effect voor geen van de trainingsvormen ZSGr ($F(1,126) = .292, p = .59$), ZSI ($F(1,126) = 1.131, p = .29$), ZVGr ($F(1,126) = .003, p = .96$) en GSGr ($F(1,126) = 1.331, p = .25$) significant is. Dit betekent dat de leerwinst, voor elk van de vier trainingsvormen, onafhankelijk is van het schooltype. De vraagstelling 'Is het hoofdeffect conditie (experimenteel versus controle) significant?' kan nu getoetst worden. Als afhankelijke variabele wordt de leerwinst (verschilscore nametingen minus voormetingen) genomen. De resultaten staan in Tabel 3.

Tabel 3 Effecten per trainingsvorm

Trainingsvorm	F*	p
ZSGr	21.717	.00
ZSI	5.414	.02
ZVGr	3.930	.05
GSGr	14.807	.00

*: df is voor elke waarde: 1,126

Uit Tabel 3 blijkt dat de leerwinst voor de experimentele groepen significant ($p \leq .05$)

verschilt van de controle groepen. Dit geldt voor alle vier onderscheiden experimentele trainingsvormen.

Stabilisatie van de leerwinst

Overigens is ook nagegaan of de behaalde leerwinst is gebleven. Uit de literatuur is bekend dat wanneer trainingen in experimentele settingen tot effect leiden, de verworven vaardigheden veelal teniet worden gedaan, wanneer de betreffende leerlingen weer in de normale klasse- of groepssituaties zijn opgenomen. Op de toetsing van de stabilisatie van de gevonden effecten wordt hier kort ingegaan. Eerst wordt de interactie tussen experimentele trainingsvormen en schooltype getoetst met behulp van een variantie-analyse, waarbij de afhankelijke variabele de gemiddelde verschilscore van follow-up- en nametingen is. Deze toetsing wijst uit dat het stabilisatie-effect over de vier trainingsvormen heen onafhankelijk van het schooltype is ($F(3,55) = .922, p = .44$). Dit betekent dat het verschil tussen follow-up- en nametingen binnen de experimentele trainingsvormen voor LOM- en MLK-scholen gelijk is. Toetsing van de vraag of van een stabilisatie sprake is kan dus geschieden door sommering van lom- en mlk-gegevens. Deze toetsing van het verschil tussen follow-up- en nametingen, binnen de experimentele trainingsvormen over schooltypen heen, wijst uit dat er sprake is van stabilisatie van de leerwinst ($F(3,55) = .976, p = .33$). De periode van

twee maanden tussen nametingen en follow-up-metingen, waarin niet specifiek getraind werd, heeft noch een positieve noch een nadelige invloed gehad op het rekenvaardigheidsniveau van de leerlingen van de verschillende experimentele trainingsgroepen.

Verschillen tussen LOM en MLK

Per trainingsvorm geldt dat binnen de experimentele groepen wat betreft de rekenvaardigheid sprake is van een algemeen niveauverschil tussen de schooltypen LOM en MLK. De tweede onderzoeksvraagstelling die getoetst wordt, luidt: 'Is het rekenvaardigheidsniveau, uitgedrukt in het gemiddelde van voor- en nametingen, hoger voor de LOM-groep dan voor de MLK-groep?' Het betreft hier dus de vraag naar het hoofdeffect van de factor schooltype met betrekking tot de rekenvaardigheid. Het rekenvaardigheidsniveau wordt uitgedrukt als nametingen plus voormetingen. In feite worden deze metingen behandeld als twee niveaus van één factor (meetmoment). Sommatie over deze twee niveaus is echter alleen zinvol als er geen sprake is van interactie-effect tussen de factor schooltype en meetmoment. Toetsing van dit interactie-effect kan als een hulpvraagtoetsing worden beschouwd, die tevens een antwoord geeft op de vraag of trainingen in LOM-scholen en MLK-scholen al dan niet even effectief zijn geweest. De resultaten van de hulpvraagtoetsing laat zien dat de interactie-effecten voor geen van de vier trainingsvormen ZSGr ($F(1,126) = .339, p = .56$), ZSI ($F(1,126) = 1.381, p = .24$), ZVGr ($F(1,126) = .056, p = .81$) en GSGr ($F(1,126) = .264, p = .61$) significant is. Dit betekent dat er voor geen van de vier experimentele trainingsvormen sprake is van een interactie-effect. Tevens behelst deze uitkomst dat per trainingsvorm de leerlingen van LOM-scholen in dezelfde mate van de respectievelijke behandelingen hebben geprofiteerd als de leerlingen van MLK-scholen. Het niveauverschil tussen de schooltypen LOM en MLK qua rekenvaardigheid kan nu getoetst worden. Als afhankelijke variabele wordt de somscore van voor- en nametingen genomen. De resultaten staan in Tabel 4.

Uit Tabel 4 blijkt dat binnen alle vier onderscheiden experimentele trainingsvormen wat betreft de rekenvaardigheid sprake is van een significant niveauverschil ($p \geq .05$) tussen de schooltypen LOM en MLK. De leerlingen van

Tabel 4 *Niveaueverschilmeting op de vooruitgang in rekenvaardigheid binnen de experimentele LOM- en MLK-trainingsvormen*

Trainingsvorm	F*	p
ZSGr	8.056	.01
ZSI	6.704	.01
ZVGr	3.988	.05
GSGr	38.855	.00

*: df is voor elke F-waarde: 1,126

de LOM-scholen beschikken over een hoger niveau van rekenvaardigheid dan de leerlingen van MLK-scholen. Dit verschil heeft grotendeels te maken met het feit dat de leerlingen van de LOM-scholen op de voormetingen ook al op een hoger niveau presteerden dan de leerlingen van de MLK-scholen. Er treedt echter geen inhaaleffect op, plafondeffecten spelen daarin geen rol, zodat de achterstand van leerlingen uit het MLK-onderwijs ten opzichte van leerlingen uit het LOM-onderwijs onveranderd groot blijft.

Verschillen tussen de trainingsvormen

Ten slotte zijn de verschillen tussen de vier experimentele trainingsvormen nagegaan. De vraag naar de meerwaarde van de ene trainingsvorm boven de andere trainingsvorm wordt in drie vergelijkingen of contrasten ondergebracht: ZSGr vs. ZSI, ZSGr vs. ZVGr en ZSGr vs. GSGr. Er wordt getoetst met behulp van variantie-analyse met als afhankelijke variabele de leerwinst en als variantiebron de contrasten tussen trainingsvormen. Voorafgaande aan deze toetsing wordt evenwel eerst getoetst of er een interactie-effect is tussen de factoren trainingsvorm en schooltype. Bij geen van de drie contrasten ZSGr vs. ZSI ($F(1,56) = .077, p = .78$), ZSGr vs. ZVGr ($F(1,72) = .074, p = .79$) en ZSGr vs. GSGr ($F(1,70) = .609, p = .44$) is het interactie-effect significant. De leerwinst, zo blijkt uit deze toetsing, binnen de drie contrasten is onafhankelijk van het schooltype. De resultaten van de toetsing van de ene trainingsvorm ten opzichte van de andere trainingsvorm staan in Tabel 5.

Tabel 5 laat zien dat de ZSGr trainingsvorm in vergelijking met de GSGr trainingsvorm tot een significant grotere leerwinst ($p \leq .05$) leidt. Dit betekent dat training van het speciale rekenprogramma met zelfinstructie een

Tabel 5 *Verschillen tussen de vier trainingsvormen*

	Trainingsvormen	F	p	df
Contrast	ZSGr - ZSI	3.500	.07	1,56
Contrast	ZSGr - ZVGr	3.318	.07	1,72
Contrast	ZSGr - GSGr	4.458	.04	1,70

additioneel effect heeft boven training van dit programma met de gebruikelijke instructie. Het hardop en voor zichzelf verbaliseren van de te nemen stappen in het oplossingsproces van de rekenopgaven werkt ondersteunend bij het leren rekenen. Uit Tabel 2 blijkt ondanks niet-significante p-waarden in Tabel 5 de meest opvallende stijging van de leerwinst in de trainingsvorm ZSGr (ten opzichte van de trainingsvormen ZSI en ZVGr) te zijn gerealiseerd. Voorzichtig geïnterpreteerd kan gesteld worden dat groepstraining van leerlingen met rekenproblemen met behulp van zelfinstructie en het speciale rekenprogramma het meeste perspectief op een positief trainingsresultaat biedt.

5 Conclusies

De resultaten van het hier beschreven onderzoek tonen aan dat zelfinstructie al of niet in combinatie met een speciaal rekenprogramma effectief aangewend kan worden bij het leren optellen en aftrekken aan leerlingen die daarin al jaren falen. De leerlingen die in experimentele trainingsvormen rekenonderwijs hebben gehad, hebben meer kennis opgedaan van het aangeboden leerstofdomein dan leerlingen die in controle condities zijn onderwezen. Opmerkelijk is dat de effectiviteit van de respectievelijke trainingen zowel voor leerlingen van LOM-scholen als voor leerlingen van MLK-scholen even groot is. Hieruit blijkt dat over het algemeen ieder kind op zijn (eigen) rekenvaardigheidsniveau kan worden aangesproken en dat door middel van een specifieke didactische maatregel een substantiële bijdrage kan worden geleverd aan de verhoging van dat niveau. Dat dit geconstateerde effect van training echter geen waarborg vormt voor de vergelijkbaarheid van de verdere leerrresultaten van de leerlingen, bleek uit contacten met de scholen ongeveer een jaar na afloop van de training. De leerlingen van de LOM-scholen hielden zich, een uitzondering daargelaten, be-

zig met optel- en aftrekopgaven onder de duizend, vermenigvuldigen, delen, geldrekenen en andere toepassingen. De leerlingen in het MLK-onderwijs waren echter over het algemeen nog bezig zich de optel- en aftrekopgaven met tentaloverschrijding onder de honderd eigen te maken. Hier treedt dus een opmerkelijk (niet getoetst) verschil op tussen de kennisniveaus van de leerlingen van beide schooltypen. Opgedane kennis in de trainingsperiode weten leerlingen uit het LOM-onderwijs blijkbaar in voldoende mate te genereren naar (veel) moeilijker rekenstof, terwijl leerlingen uit het MLK-onderwijs slechts mondjesmaat vooruitgang boeken. In feite hebben de getrainde leerlingen uit het MLK-onderwijs continue, gecontroleerde en structurerende oefening nodig.

Een vergelijking tussen de experimentele trainingsvormen onderling laat zien dat groepsgewijs onderwijs evenveel invloed heeft op de rekenvaardigheid van de leerlingen als individueel onderwijs. Verder blijkt dat onderwijs aan de hand van de gestructureerde opbouw van het speciale rekenprogramma met een structuur-verlenende-instructie tot positievere resultaten leidt dan onderwijs aan de hand van hetzelfde programma zonder zelfinstructie. Het feit dat het speciale programma met zelfinstructie even effectief is als bestaande programma's met zelfinstructie kan voor een belangrijk deel verklaard worden door de aard van de zelfinstructie. Het bewust gebruik maken van oplossingsstrategieën, het modeleren en de aangepaste sequentie van aan te leren taken betekenen structureren van leerstofdomeingerichte aspecten. Toepassing van zelfinstructie in het onderwijs roept structureren van het rekenprogramma op. Zwakke rekenaars zijn bij een dergelijke structuur-verlenende aanpak gebaat.

De resultaten van dit onderzoek komen in grote lijnen overeen met de uitkomsten van eerder onderzoek, waarin zelfinstructie als een goede behandelingswijze voor kinderen met rekenproblemen is aangemerkt (zie onder andere Albion & Salzberg, 1982; Leon & Pepe, 1983; Whitman & Johnston, 1983). Additioneel zijn de bevindingen dat zelfinstructie even effectief in groepsgewijs onderwijs als in individueel onderwijs aangewend kan worden. Daarnaast is voor het onderwijsveld van belang dat normaal begaafde leerlingen (van LOM-scholen) en minder begaafde leerlingen

(van MLK-scholen) op hun eigen rekenvaardigheidsniveau in even grote mate van een zelfinstructietraining kunnen profiteren.

6 Discussie

De rekenproblemen van de leerlingen die in dit onderzoek betrokken zijn geweest, zijn mede zo ernstig omdat in de onderwijsleersituaties geen adequate behandeling geboden is. Dergelijke ernstige rekenproblemen worden in het basisonderwijs niet aangetroffen. Toch kan ook het basisonderwijs, in het kader van de zorgverbreding voor kinderen met specifieke instructiebehoeften, gebruik maken van in dit onderzoek gehanteerde onderwijsprincipes.

De verzorging van het onderwijs aan leerlingen met (ernstige) rekenproblemen wordt immers meer en meer een taak voor het basisonderwijs, dat de taak krijgt de leerlingen met leerproblemen (en/of gedragsproblemen) binnen de eigen schoolorganisatie op te vangen. Allerlei initiatieven komen van de grond om zorg te dragen voor de professionalisering van de leerkrachten in het basisonderwijs. Dit gebeurt voornamelijk in het kader van de 'zorgverbreding'. Deze onderwijsactiviteit betekent kort weergegeven: er voor zorg dragen dat het onderwijsaanbod aan die kinderen, waarbij het onderwijsleerproces op enigerlei wijze problematisch verloopt, geoptimaliseerd wordt. Dit kan bereikt worden doordat de leerkrachten een positieve houding (gaan) tonen en tegemoetkomen aan de specifieke instructiebehoeften van kinderen met min of meer ernstige leerproblemen. Die specifieke instructiebehoeften heeft overigens slechts een klein deel van de leerlingen. In de regel geldt dat de algemene instructiebehoefte van de kinderen door het basisonderwijs voldoende ingevuld wordt. De meeste kinderen leren immers rekenen, lezen en spellen via de gewone onderwijskundige maatregelen. In sommige gevallen is het echter noodzakelijk dat aanpassingen worden getroffen om leerproblemen te kunnen verhelpen.

Het gehele onderwijs overziend geldt dat in het kader van de zorgverbreding kinderen met specifieke instructiebehoeften, méér dan anderen behoefte hebben aan (zie Van der Leij, 1985): a) een grote mate van daadwerkelijk bestede leertijd, b) een sterke aandachtconcentratie, c) ondersteuning van de leermotiva-

tie en het zelf-concept, d) het bewust aanleren van de deelvaardigheden die te onderscheiden zijn én de integratie ervan, en e) structurering van het leergedrag. Het is met andere woorden niet voldoende om kinderen met rekenproblemen extra aandacht te geven. De remediëring van de rekenproblemen van kinderen kan opgezet worden door binnen het onderwijsleerproces specifieke rekenprogramma's en aangepaste instructies te implementeren. Dit is dan vooral bedoeld om aan de laatste twee hiervoor genoemde instructiebehoeften van de kinderen tegemoet te komen.

Het rekenonderwijs aan leerlingen in het basisonderwijs geschiedt voornamelijk met behulp van bestaande rekenmethoden aan de hand waarvan de leerkracht de meest noodzakelijke instructie geeft. In het basisonderwijs is nog weinig ervaring met onderwijs aan leerlingen bij wie het rekenproces stagneert. Veel onderzoek naar remediëring van rekenproblemen, althans als de remedie wordt ingevuld door bijstelling van methode en/of instructie, is gedaan bij leerlingen uit het Speciaal Onderwijs. De resultaten, die deze onderzoeken hebben opgeleverd, bieden duidelijke aanwijzingen voor de remediëring van rekenproblemen.

Een belangrijke factor blijkt de integratie van onderwijsactiviteiten, opdat een leerling zo optimaal mogelijk van dat onderwijs profiteert: de didactiek (instructie) moet aangepast zijn aan de instructiebehoeften van een leerling enerzijds en gericht zijn op het inzichtelijk leren toepassen van één of meerdere strategieën bij het oplossen van rekentaken anderzijds. De zelfinstructie, de belangrijkste component in de trainingen, is een instructievorm die ook in het onderwijs aan leerlingen in het basisonderwijs, met een achterstand in het rekenen ten opzichte van leeftijdgenootjes, goede diensten kan bewijzen. Het leren vragen te stellen over een voorgelegde rekentaak en leren met behulp van een strategie goede oplossingsstappen als antwoorden op die vragen te formuleren, zijn vaardigheden die voor alle leerlingen van essentieel belang zijn. Deze vaardigheden kunnen, bij die leerlingen waarvoor dat nodig blijkt te zijn, via model-leren geïnstrueerd worden. Structurering, mede aan de hand van een taakanalyse, van het rekenprogramma in een doorgaande lijn ten slotte draagt eveneens bij tot een eenduidige vormgeving van de aan te leren taken. Zelfin-

structie, al dan niet gekoppeld aan het speciale programma, komt tegemoet aan de in de inleiding genoemde instructiebehoeften 'het bewust aanleren van de deelvaardigheden die te onderscheiden zijn én de integratie daarvan' en 'de structurering van het leergedrag'. Naar onze mening kan een leerkracht in het reguliere basisonderwijs leerlingen, die in het kader van de zorgverbreding op speciale aandacht mogen rekenen, op een adequate wijze volgens de principes van de zelfinstructie rekenbasis vaardigheden aanleren.

Literatuur

- Albion, F.M. & C.L. Salzberg, The effect of self-instructions on the rate of correct addition problems with mentally retarded children. *Education and Treatment of Children*, 1982, 5, 121-131.
- Brown, A.L., J.C. Campione & J.D. Day, Learning to learn: On training students to learn from texts. *Educational Researcher*, 1981, 10, 14-22.
- Burgio, L.D., T.L. Whitman & M.R. Johnson, A self-instructional package for increasing attending behavior in educable mentally retarded children. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 1980, 13, 443-459.
- Cook, Th. & D. Campbell, *Quasi-experimentation: Design and analysis issues for field settings*. Chicago: Rand McNally, 1979.
- Evangelisti, D., T. Whitman & M.B. Johnston, Problem solving and task complexity: an examination of the relative effectiveness of self-instruction and didactic instruction. *Cognitive Therapy and Research*, 1986, 10, 499-508.
- Evangelisti, D.B., T.L. Whitman & S.E. Maxwell, A comparison of external and self-instructional formats with children of different ages and tasks of varying complexity. *Cognitive Therapy and Research*, 1987, 11, 419-436.
- Hallahan, D.P., J.W. Lloyd, R.D. Kneedler & K.J. Marshall, A comparison of the effects of self- versus teacher-assessment on on-task behavior. *Behavior Therapy*, 1982, 13, 715-723.
- Johnston, M.B., T.L. Whitman & M. Johnson, Teaching addition and subtraction to mentally retarded children: A self-instruction program. *Applied Research in Mental Retardation*, 1980, 1, 141-160.
- Leon, J.A. & H.J. Pepe, Self-instructional training: Cognitive behavior modification for remediating arithmetic deficits. *Exceptional Children*, 1983, 50, 54-60.
- Leij, A. van der (Ed.), *Zorgverbreding: Bijdragen uit speciaal onderwijs aan basisonderwijs*. Nijkerk: Intro, 1985.
- Luit, J.E.H. van, *Speciaal Onderwijs Rekenhulp Programma*. Nijmegen: Dictatencentrale Katholieke Universiteit, 1982.
- Luit, J.E.H. van, *Rekenproblemen in het speciaal onderwijs*. (Academisch proefschrift). Nijmegen: Katholieke Universiteit, 1987a.
- Luit, J.E.H. van, Teaching impulsive children with arithmetic deficits in special education: a self-instructional training program. *European Journal of Special Needs Education*, 1987b, 2, 237-246.
- Mayer, R.E., Mathematical ability. In: R.J. Sternberg (Ed), *Human abilities: An information-processing approach*. New York: Freeman, 1985.
- Meichenbaum, D., *Cognitive-behavior modification: An integrative approach*. New York: Plenum, 1977.
- Meichenbaum, D. & J. Asarnow, Cognitive-behavior modification and metacognitive development: Implications for the classroom. In: P. Kendall & S. Hollon (Eds.), *Cognitive-behavioral interventions: Theory, research and procedures*. New York: Academic, 1979.
- Miller, G.E., The effects of general and specific self-instruction training on children's comprehension monitoring performances during reading. *Reading Research Quarterly*, 1985, 20, 616-628.
- Palincsar, A. & A. Brown, Reciprocal teaching of comprehension-fostering and monitoring activities. *Cognition and Instruction*, 1984, 1, 117-175.
- Pressley, M., J.G. Borkowski & J. O'Sullivan, Memory strategy instruction is made of this: Metamemory and durable strategy use. *Educational Psychologist*, 1984, 19, 94-107.
- Pressley, M., J.G. Borkowski & J. O'Sullivan, Children's metamemory and teaching of memory strategies. In: D.L. Forrest-Pressley, G.E. MacKinnon & T.G. Waller (Eds.), *Metacognition, cognition and human performance*. New York: Academic Press, 1985.
- Ryan, E.L., Identifying and remediating failures in reading comprehension: Toward an instructional approach for poor comprehenders. In: T.G. Waller & G.E. MacKinnon (Eds.), *Reading research: Advances in theory and practice, Vol. 3*. New York: Academic, 1981.
- Whitman, T.L., Self-instruction, individual differences, and mental retardation. *American Journal of Mental Deficiency*, 1987, 92, 213-223.
- Whitman, T.L. & M.B. Johnston, Teaching addition and subtraction with regrouping to educable mentally retarded children: A group self-instructional training program. *Behavior Therapy*, 1983, 14, 127-143.

Curriculum vitae

J. E. H. van Luit was, na de studie orthopedagogiek (differentiatie leerstoornissen) te Utrecht, vanaf 1980 als wetenschappelijk medewerker verbonden aan het Instituut voor Orthopedagogiek van de Katholieke Universiteit Nijmegen. Sinds 1986 is hij werkzaam bij de vakgroep Kinderstudies (sectie Leer- en Ontwikkelingsstoornissen) van de Rijksuniversiteit Utrecht. Zijn onderzoekstaken liggen

op het gebied van de rekenproblemen (ontwikkeling van en onderzoek naar rekenhulpprogramma's) en de ontwikkeling van leertests. In 1987 promoveerde hij op het proefschrift "Rekenproblemen in het speciaal onderwijs".

Adres: Rijksuniversiteit Utrecht, Vakgroep Kinderstudies, Heidelberglaan 1, 3584 CS Utrecht

Manuscript aanvaard 31-10-'88

Summary

Luit, J. E. H. van. 'Instruction to children with (serious) arithmetic deficits.' *Pedagogische Studiën*, 1989, 66,137-146

In schools for special education (specially for learning disabled and educable mentally retarded children) many pupils have (serious) arithmetic deficits. They show less progress in knowledge and insight, combined with a non-adequate way of problem solving. Consequently, arrears grow with respect to children of the same age, because basic arithmetic-facts (addition, subtraction, multiplication and division) are not known and cannot be applied. A specific self-instructional training can conduce that the lack of arithmetical knowledge is tackled on task- and instructional level. The results of this study show that a self-instructional training can be effectively employed in teaching addition and subtraction to children with (serious) arithmetic deficits.