

# Een trainingsprogramma voor kinderen met leerproblemen gericht op het aanleren van concrete representaties voor redactie-opgaven

M. W. M. JASPERS en E. C. D. M. VAN LIESHOUT\*

*Vakgroep Orthopedagogiek, Katholieke Universiteit, Nijmegen*

## *Samenvatting*

*Met het oog op de ontwikkeling van een computergestuurd trainingsprogramma voor het oplossen van redactie-opgaven werd een onderwijsleerexperiment uitgevoerd, waarin de aandacht gericht was op de opbouw van een interne probleemrepresentatie door moeilijk lerende kinderen. In deze training werd het presenteren van de acties en relaties van een redactie-opgave geïnstrueerd door kinderen met blokken te laten manipuleren. De kinderen leren representaties voor redactiesommen op te bouwen die overeenstemmen met de specifieke semantische probleemstructuur. De resultaten, die via een meervoudig basislijn design over proefpersonen verkregen werden, lieten een significante prestatieverbetering als gevolg van de training zien. Dit onderwijsleerexperiment fungeerde als een pilot-studie voor lopend onderzoek met computergestuurde instructie.*

## 1 Inleiding

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

Kinderen met leerproblemen hebben moeite met het correct oplossen van redactieopgaven (Bilsky & Judd, 1986; Goodstein, Cawley, Gordon & Helfgott, 1971). Het voornaamste doel van ons onderzoek is instructie-variabelen te identificeren, die het inzicht kunnen vergroten in de wijze waarop de mathemati-

sche probleemoplossingsvaardigheden van deze kinderen verbeterd kunnen worden. Het onderzoek, waarvan in dit artikel verslag wordt gedaan, betreft de ontwikkeling en evaluatie van instructieprocedures die kinderen met een leerachterstand oefenen in het oplossen van redactie-opgaven.

Het onderwijzen van redactie-opgaven is belangrijk vanwege twee gerelateerde redenen: De eerste en meer traditionele reden is dat redactie-opgaven als representaties van probleemsituaties in het dagelijks leven bruikbaar zijn. Volgens deze opvatting moet een redactie-opgave het kind in de gelegenheid stellen zijn technische rekenvaardigheden 'in de praktijk' toe te passen. Deze gedachtengang veronderstelt dat men een redactie-opgave oplost met de kennis, die men in de school op heeft gedaan. Zo zou het kind voorbereid worden op situaties, die zich later in de praktijk voordoen. Men kan echter twijfelen aan de ecologische validiteit van redactie-opgaven als representaties van de mathematische relaties in dagelijkse situaties, wanneer in het rekencurriculum slechts een beperkte selectie van alle mogelijke probleemttypen vertegenwoordigd is. De Corte en Verschaffel (1984) onderzochten diverse rekencurricula en troffen inderdaad slechts een beperkt aantal probleemttypen aan. Wanneer de probleemttypen wel zorgvuldig geselecteerd worden en goed geconstrueerd zijn, kunnen zij wellicht de hierboven beschreven functie van oefensituatie voor de praktijk vervullen.

In de tweede plaats kunnen redactie-opgaven van nut zijn voor het aanleren van symbolische representaties voor mathematische relaties. Empirische bevindingen doen vermoeden dat kinderen de mathematische relaties van redactie-opgaven symbolisch kunnen leren presenteren aan de hand van een somnotatie, waarin de semantische structuur van de opgave tot uiting komt (Bebout, 1986). Bebout sloot met haar instructie aan op de vaardigheid van kinderen om redactie-opgaven con-

\* Wij danken S. van Dongen en Chr. Halferkamps voor hun assistentie bij de voorbereiding en uitvoering van het onderzoek.

creet te representeren. Deze kinderen leerde zij directe en indirecte somnotaties op te stellen, die de concrete representaties weerspiegelden. Ook Moser en Carpenter (1982) vonden aanwijzingen dat kinderen somnotaties kunnen leren opstellen en oplossen, die de concrete representaties vanuit redactie-opgaven volgen.

De slechte prestaties van moeilijk lerende kinderen en kinderen met leerstoornissen met betrekking tot schoolse vaardigheden in het algemeen is voor een belangrijk deel te verklaren op grond van deficiënte informatieverwerkingsstrategieën en een tekort aan metacognitieve vaardigheden (Hall, 1980; Sternberg, 1981). Laboratoriumonderzoek en onderwijsexperimenten hebben aangetoond dat deze kinderen wel degelijk in staat zijn zich dergelijke oplossingsstrategieën eigen te maken (Brown, Campione & Day, 1981; Hall, 1980). Door een adequate taakstrategie te instrueren en door deze kinderen bewust te maken van de benodigde cognitieve operaties kon dit bereikt worden. Hierbij wijzen Brown e.a. (1981) op de noodzaak van een gestructureerde benadering, waarin de kinderen elke leerstap expliciet dienen uit te voeren. De strategiestappen moeten daarbij niet alleen geëxpliciteerd worden, maar kinderen moeten tevens geïnstrueerd worden in het toepassen en uitvoeren van de taakstrategie. Het volgen, controleren, evalueren en zo nodig bijsturen van de oplossingsroute vormen belangrijke onderdelen van de strategietraining.

Het oplossen van een redactie-opgave omvat het uitvoeren van verschillende strategiestappen (De Corte, Verschaffel & De Win, 1985). De Corte e.a. (1985) beschrijven een model voor het oplossen van eenvoudige optel- en aftrekvraagstukjes. De eerste fase in dit model betreft de constructie van een interne probleemrepresentatie. Aan de hand van de opgavetekst wordt een globale abstracte interne representatie van de belangrijkste elementen en relaties uit de opgave opgebouwd. Deze interne probleemrepresentatie bestaat uit een complex, geïntegreerd netwerk van verzamelingen, relaties tussen verzamelingen en bijbehorende kwantiteiten. Op basis van deze representatie wordt een geschikte rekenhandeling geselecteerd.

Het zorgvuldig lezen van de opgavetekst lijkt een noodzakelijke voorwaarde voor een goede representatieopbouw. Kinderen met

leerproblemen lezen echter niet de gehele tekst, maar selecteren slechts de getallen uit het probleem (Goodstein e.a., 1971). De Corte en Verschaffel (1987) observeerden oogbewegingen van kinderen die redactie-opgaven ter oplossing kregen voorgelegd en constateerden dat kinderen die slecht presteerden niet naar de vraagzin keken (die de onbekende kwantiteit beschrijft) of slechts naar de getallen keken.

Tot op heden werden twee instructiemethoden door ons ontwikkeld. De eerste methode leert het kind een redactie-opgave planmatig aan te pakken en te analyseren. De tweede benadering is meer gericht op de specifieke semantische schema's, die aan de verschillende probleemttypen ten grondslag liggen. Daarbij wordt gepoogd rechtstreeks de probleemrepresentatie van het kind in gunstige zin te beïnvloeden. Beide instructiemethoden zullen hierna toegelicht worden.

#### *Beïnvloeding van aanpakgedrag en tekstanalyse*

In de eerste instructiemethode worden kinderen bewust gemaakt van de opeenvolgende stappen in het oplosproces en worden kinderen getraind in het gericht verzamelen en selecteren van de relevante gegevens uit het probleem.

De effectiviteit van deze training werd aangetoond in twee experimenten, één waarin een proefleider zelf de instructie verzorgde (Van Lieshout & Anbeek, 1986; Van Lieshout, 1986) en één waarin de kinderen met behulp van een microcomputer werden getraind (Van Lieshout, 1987a, 1988). Een uitvoerige beschrijving van de gecomputeriseerde training is elders te vinden (Van Lieshout, 1987a, 1987b; Van Lieshout & Anbeek, 1988). Het kind kreeg in deze training de opgave gepresenteerd alsmede een zogenaamde 'planlijst'. Deze planlijst bestond uit 7 labels, die elk een van de stappen uit de taakstrategie beschrijft. Deze strategiestappen zijn achtereenvolgens:

1. lees de opgavetekst,
2. bepaal wat gevraagd wordt,
3. bepaal wat bekend en nodig is om het probleem op te lossen,
4. selecteer de getallen, waarmee je het probleem moet oplossen,
5. stel een somnotatie op,
6. geef het antwoord en
7. controleer het antwoord.

Het kind moest elke volgende strategiestap kenbaar maken door op het juiste staplabel te wijzen op een aanraakscherm. Nadat het kind de juiste stap had geselecteerd, kon het de desbetreffende stap uitvoeren. In de stappen 'gevraagd' en 'wat weet je' moesten o.a. de woorden aangewezen worden, die aangeven welke de gevraagde verzameling is, respectievelijk welke de bekende verzamelingen zijn. Hiermee werd beoogd de kinderen tot een zorgvuldige analyse van de opgavetekst te brengen.

In de zojuist beschreven training wordt de probleemrepresentatie van het kind niet direct beïnvloed, maar wordt de aandacht van het kind vooral gericht op de noodzakelijke stappen die een goede opbouw van de representatie mogelijk maken. Hiermee is niet gezegd dat de vorming van een representatie, die de beschreven sets en relaties juist weergeeft, ook gewaarborgd is. De resultaten van het experiment met de gecomputeriseerde training laten zien dat de grote, significante prestatieverbetereing mogelijk een gevolg is van het beter identificeren van de relevante verzamelingen (Van Lieshout, 1988). Kortom, door de aandacht die het leren selecteren van relevante gegevens krijgt, lijkt deze training voor het succesvol uitvoeren van de door De Corte e.a. (1985) beschreven eerste fase van het probleemoplossingsproces eerder voorwaardescheppend dan rechtstreeks van invloed te zijn.

#### *Beïnvloeding van de probleemrepresentatie*

De moeilijkheden die kinderen met leerproblemen ondervinden bij het oplossen van redactie-opgaven kunnen in belangrijke mate voortkomen uit een incomplete of incorrecte probleemrepresentatie. Het is de vraag of probleemoplossingsstrategieën, zoals manipuleren met blokken of tellen op de vingers bij deze kinderen in dezelfde mate tot ontwikkeling zijn gekomen als bij reguliere basisschoolkinderen in de kleuterleeftijd duidelijk het geval is. Daarnaast is het mogelijk dat kinderen met leerproblemen het merendeel van deze strategieën zijn vergeten of dat deze in onbruik zijn geraakt, bijvoorbeeld bij de aanvang van het formele rekenonderwijs, waarin vaak weinig of geen aandacht voor spontane informele oplossingsstrategieën bestaat. De prestaties van deze kinderen kunnen wellicht verbeteren wanneer hen geleerd wordt de semantische

structuur van een redactie-opgave via een externe representatie uit te beelden. Indien kwantitatieve representaties, zoals die door jonge competente probleemoplossertjes worden gebruikt, tot een goede oplossing leiden, dan lijkt de ontwikkeling alsmede onderzoek naar de effectiviteit van een representatietraining een zinvolle route. Het is niet ondenkbaar dat kinderen met leerproblemen profiteren van een training, waarin hun geleerd wordt externe representaties aan de hand van concreet materiaal te construeren. Het leren hanteren van een externe concrete probleemrepresentatie kan de kinderen mogelijk vaardiger maken in het vormen en toepassen van een mentale representatie.

Zo constateerden Ibarra en Lindvall (1982) dat de kansen dat een redactie-opgave juist begrepen wordt toenemen wanneer concreet materiaal gebruikt wordt om de opgave te representeren. De experimentele conditie, waarin dit materiaal fungeerde als middel om de beschreven situatie in de opgave uit te beelden, bleek het meest effectief in het doen toenemen van het begrip voor redactie-opgaven. Een aantal kinderen bleek echter zelfs onder deze maximale condities het eenvoudigste type redactie-opgave niet te begrijpen. Ibarra en Lindvall veronderstelden dat deze kinderen specifiek geïnstrueerd en geoefend moeten worden in het oplossen van redactie-opgaven. Remediëring van deze kinderen moet volgens hen 'leren van een model' bevatten en op het eigenhandig uitvoeren van de geïnstrueerde strategie gericht zijn.

In dit leren dienen vier componenten opgenomen te worden:

1. het vinden van de identiteit van de verzameling,
2. het bepalen van het aantal elementen in de verzameling,
3. het kiezen van de operaties op verzamelingen en
4. het vaststellen van de identiteit van de antwoordverzameling.

Deze componenten fungeerden als richtlijn in de beschrijving van de concrete representaties die Lindvall, Tamburino en Robinson (1982) kinderen aanleerden. Zij ontwikkelden een instructiemethode waarin proefpersonen geleerd werd diagrammen te tekenen om acht typen redactie-opgaven te representeren. Voor alle acht getrainde probleemttypen werden verschillende diagrammen geïnstrueerd.

Deze acht probleemt看typen waren allen afgeleid van vier basistypen: het oorzaak-veranderingstype, het combinatietype, het vergelijkingstype en het gelijkmakingstype.

Redactie-opgaven van het *oorzaak-veranderingstype* zijn opgaven, waarin een kwantitatieve verandering beschreven wordt, die toe te schrijven is aan een actie of gebeurtenis: Maaike had 9 knikkers. Maaike verloor 5 knikkers. Hoeveel knikkers heeft Maaike over?

In tegenstelling tot deze opgaven wordt in opgaven van het *combinatietype* een statische situatie beschreven. In combinatie-opgaven moeten ofwel twee delen gecombineerd worden tot een geheel ofwel moet het aantal van een van de delen bepaald worden, gegeven de kwantiteit van het geheel: Piet heeft 4 knikkers. Marijke heeft 5 knikkers. Hoeveel knikkers hebben Piet en Marijke samen?

Ook in opgaven van het *vergelijkingstype* wordt een statische situatie beschreven; nu moeten echter twee kwantiteiten vergeleken worden: Moniek heeft 6 knikkers. Jan heeft 2 knikkers meer dan Moniek. Hoeveel knikkers heeft Jan?

Ten slotte levert een synthese van het vergelijkingstype en oorzaak-veranderingstype het *gelijkmakingstype* op, waarin twee kwantiteiten gelijk gemaakt dienen te worden: Piet heeft 3 knikkers. Evert heeft 5 knikkers. Hoeveel knikkers moet Piet er bij krijgen om evenveel knikkers als Evert te hebben?

Binnen elk probleemtype kan opnieuw een onderverdeling gemaakt worden naar de aard van de onbekende kwantiteit. Iedere verzameling kan immers de onbekende kwantiteit bevatten. Systematische variatie van deze 4 probleemt看typen met de aard van de onbekende kwantiteit levert 17, in moeilijkheidsgraad variërende, probleemt看typen op (Heller, 1979; De Corte & Verschaffel, 1982).

Het experiment van Lindvall e.a. (1982) werd na enkele wijzigingen in de trainingsprocedure en het experimentele design met moeilijk lerende kinderen gerepliceerd (Van Lieshout, 1986). De effectiviteit van deze trainingsmethode werd aangetoond in een meervoudig basislijndesign over proefpersonen.

Aangezien getekende diagrammen moeilijk automatisch te interpreteren en evalueren zijn in computergestuurde experimenten en enkele verbeteringen in de procedure noodzakelijk leken, werden nieuwe experimenten uitgevoerd.

In deze experimenten werd een nieuw ontwikkelde trainingsprocedure geëvalueerd, waarin de vier componenten naar het voorbeeld van Lindvall e.a. als uitgangspunt dienden voor de geïnstreerde materiële representaties. Van één van deze experimenten wordt hier verslag gedaan. Over een ander experiment, dat op een aantal punten in de methode afweek van het huidige, is elders gerapporteerd (Van Lieshout & Jaspers, 1987).

### *Concrete oplossingsstrategieën bij competente kinderen*

Aangezien de spontane externe probleemrepresentaties van competente jonge probleemoplossers een centrale rol spelen in het huidige experiment, zal daar nu dieper op ingegaan worden. Tabel 1 geeft een overzicht van de materiële oplossingsstrategieën, die jonge onervaren, maar competente probleemoplossertjes in het algemeen hanteren bij het oplossen van een bepaald probleemtype (Carpenter, Hiebert & Moser, 1981, 1983; Carpenter & Moser, 1984; De Corte & Verschaffel, 1982).

Tabel 1 Een overzicht van de concrete oplossingsstrategieën die gebruikt worden door de meeste competente probleemoplossertjes

Opgavetype:	C, H, & M*	C & V*
oorzaak-veranderings 1	'ATMM'	'ATMM' ←
oorzaak-veranderings 2	'afschieden'	'afschieden'
oorzaak-veranderings 3	'toevoegen'	'toevoegen' ←
oorzaak-veranderings 4	n.g.	n.g.
oorzaak-veranderings 5	n.g.	n.g.
oorzaak-veranderings 6	n.g.	n.g.
combinatie 1	'ATMM'	'ATMM' .. of →←
combinatie 2	n.g.	'toevoegen' ..
combinatie 2'	'afschieden'	n.g.
vergelijking 1	'matchen'	'matchen'←
vergelijking 2	n.g.	n.g.
vergelijking 3	'ATMM'	'matchen'+
vergelijking 4	n.g.	n.g.
vergelijking 5	n.g.	n.g.
vergelijking 6	n.g.	n.g.
n.g.	= niet gebruikt	
..	= twee aparte sets	
→←	= twee sets, die vervolgens samengevoegd worden	
←	= toevoegen van een set aan een bestaande set	
-	= één op één relatie tussen sets	
+	= twee sets, waarvan set b uit 6 objecten meer bestaat dan set a.	

\*C, H, & M = naar onderzoek van Carpenter, Hiebert, & Moser (1981, 1983)

C & V = naar onderzoek van De Corte & Verschaffel (1982) en Verschaffel (1984)

Tabel 2 *Drie uitvoeringsmodaliteiten van de ATMM-strategie, naar De Corte en Verschaffel (1982) en Verschaffel (1984)*

de .. uitvoeringsmodaliteit	= het kind construeert een set van 'a' objecten. Vervolgens construeert het kind een set van 'b' objecten. Ten slotte worden beide sets geteld.
de →← uitvoeringmodaliteit	= het kind construeert twee sets op dezelfde wijze als hierboven beschreven. Voordat het kind de sets telt, worden deze naar elkaar toegeschoven.
de ← uitvoeringsmodaliteit	= het kind construeert een set van 'a' objecten. Wanneer het aantal objecten dat toegevoegd moet worden bekend is ( $a + b = .$ ), worden de 'b' objecten toegevoegd aan set 'a' en wordt het totaal aantal objecten geteld. Wanneer echter het totaal aantal objecten bekend is, maar 'b' onbekend ( $a + . = c$ ) worden objecten toegevoegd aan set 'a' totdat het totaal aantal objecten 'c' bereikt is. Ten slotte wordt het aantal toegevoegde objecten ('b') geteld.

De oplossingsstrategieën uit het onderzoek van Carpenter en Moser (1981, 1983) en De Corte en Verschaffel (1982) komen grotendeels overeen. Een belangrijk onderscheid doet zich voor in de beschrijving van de zogenaamde 'Alles Tellen Met Materiaal strategie' (ATMM-strategie). Waar De Corte en Verschaffel drie modaliteiten van de ATMM-strategie onderscheiden, maken Carpenter en Moser dit onderscheid niet (zie ook Tabel 2). In het huidige onderzoek kwamen de drie uitvoeringsmodaliteiten van de ATMM-strategie tot uiting in de geïnstrueerde materiële representaties. De verantwoording voor deze beslissing is elders gegeven (Jaspers & Van Lieshout, in druk).

Tabel 3 geeft voorbeelden van deze pro-

bleemtypen. Algemeen gold dat zowel de jonge competente probleemoplossertjes uit het onderzoek van Carpenter en Moser, als uit het onderzoek van De Corte en Verschaffel een matchingstrategie hanteerden bij het oplossen van VG1 opgaven. Op overeenkomstige wijze hanteerden de meeste competente kinderen uit het onderzoek van De Corte en Verschaffel een matchingstrategie voor het oplossen van VG3 opgaven. Daarentegen gebruikten de kinderen uit het onderzoek van Carpenter en Moser overwegend een ATMM-strategie bij VG3 opgaven. In dit onderzoek werd besloten een matchingstrategie te instrueren voor VG3 opgaven. De argumentatie hiervoor is elders te vinden (Jaspers & Van Lieshout, in druk).

Tabel 3 *Voorbeelden van de opgavetypen, die in het onderzoek gebruikt werden*

oorzaak-veranderings-2: (OV2)	Marijke had 6 appels. Zij at 2 appels op. Peter had 3 appels. Hoeveel appels heeft Marijke over?
oorzaak-veranderings-3: (OV3)	Marijke had 2 appels. Zij kreeg er wat appels bij. Peter had 3 appels. Nu heeft Marijke 6 appels. Hoeveel appels heeft Marijke er bijgekregen?
oorzaak-veranderings-4: (OV4)	Marijke had 6 appels. Zij at wat appels op. Peter had 3 appels. Nu heeft Marijke nog 2 appels. Hoeveel appels heeft Marijke opgegeten?
combinatie-1: (C1)	Marijke heeft 2 appels. Rob heeft 4 appels. Peter heeft 3 appels. Hoeveel appels hebben Marijke en Rob samen?
combinatie-2a: (C2a)	Marijke heeft 2 appels. Rob heeft ook wat appels. Peter heeft 3 appels. Marijke en Rob hebben samen 6 appels. Hoeveel appels heeft Rob?
combinatie-2b: (C2b)	Marijke en Rob hebben samen 6 appels. Marijke heeft 2 appels. Peter heeft 3 appels. Hoeveel appels heeft Rob?
vergelijking-1: (VG1)	Marijke heeft 2 appels. Peter heeft 3 appels. Rob heeft 8 appels. Hoeveel appels heeft Rob meer dan Marijke?
vergelijking-2: (VG2)	Marijke heeft 2 appels. Peter heeft 3 appels. Rob heeft 8 appels. Hoeveel appels heeft Marijke minder dan Rob?
vergelijking-3: (VG3)	Marijke heeft 2 appels. Peter heeft 3 appels meer dan Marijke. Rob heeft 6 appels meer dan Marijke. Hoeveel appels heeft Rob?
vergelijking-4: (VG4)	Marijke heeft 8 appels. Peter heeft 3 appels minder dan Marijke. Rob heeft 2 appels minder dan Marijke. Hoeveel appels heeft Rob?

In de introductie werd reeds vermeld, dat de kans op een goede oplossing van een redactie-opgave toeneemt wanneer de antwoordset eenvoudig te identificeren is (Riley, Greeno & Heller, 1981; Verschaffel, 1984; Ibarra & Lindvall, 1982). Hiertoe werden de kinderen in dit onderzoek geïnstrueerd rode blokken te gebruiken in hun representaties wanneer het samenvoegen van sets problemen opleverde in het markeren van de antwoordset.

## 2 *Vraagstelling*

Het voornaamste doel van ons onderzoek was na te gaan of kinderen met leerproblemen oplossingsstrategieën kunnen worden aangeleerd, waarin externe representaties voor redactiesommen gevormd worden en of hierdoor de prestaties van de kinderen verbeteren. Er werd een positief effect op de prestaties verwacht omdat, zoals De Corte e.a. (1985) op basis van diverse onderzoeken in hun model geëxpliciteerd hebben, het oplossen van redactie-opgaven de opbouw van een adequate representatie vereisen. Omdat externe probleemrepresentaties van jonge competente oplossertjes de semantische structuur van redactie-opgaven lijken weer te geven, werden hun oplossingsstrategieën als modellen gekozen voor het te instrueren handelingsverloop. Door kinderen een oplossingsstrategie aan te leren, waarin de betekenisstructuur van redactie-opgaven in de externe configuraties tot uiting komt, kunnen de prestaties van kinderen met leerproblemen wellicht verbeteren. Verder fungeerde dit trainingsexperiment als pilotstudie voor toekomstige experimenten, waarin de training van kinderen met leerproblemen met behulp van een computer plaatsvindt. Ten slotte was het van belang na te gaan of kinderen met leerproblemen van de geconstrueerde training zouden profiteren.

## 3 *Onderzoeksopzet*

### *Proefpersonen en design*

Zes moeilijk lerende kinderen (uit het MLK-onderwijs), 1 jongen en 5 meisjes werden getraind binnen twee meervoudige basislijndesigns over proefpersonen (Kratochwill, 1978), bestaande uit een basislijnperiode, twee instructiesessies, een trainingsperiode afgewis-

seld met probe-sessies en nametingssessies. De kinderen varieerden in leeftijd van 9 tot 13 jaar. Kinderen van twee MLK-scholen in Nijmegen en Arnhem werden, voorafgaande aan het eigenlijke trainingsexperiment getoetst op hun:

1. leesvaardigheidsniveau (aan de hand van CITO 'Technisch lezen 2'),
2. begrip van kwantiteit en relaties (aan de hand van CITO 'Begrippentoets'),
3. oplossingsvaardigheid met betrekking tot redactiesommen (met behulp van 10 redactie-opgaven).

Op grond van de resultaten van deze voortoets werden per school 3 kinderen geselecteerd. Deze kinderen konden allen goed (hardop) lezen, hadden een goed begrip van kwantiteit en relaties maar presteerden daarentegen slecht op de redactie-opgaventoets. Van de geselecteerde proefpersonen werden basislijngegevens verzameld. Van elke school werd de leerling met de meest stabiele basislijn als eerste in training genomen. Na elke twee trainingssessies volgde een meetsessie. Bij de nog niet in training genomen proefpersonen werd de basislijnbepaling voortgezet. Zodra een verandering in de data serie van de meetsessies zichtbaar was, werd de tweede proefpersoon in training genomen. Op dezelfde wijze werd de start van de training voor de derde proefpersoon bepaald. Ten slotte werden de getrainde proefpersonen in de nametingsfase onderzocht op het in stand blijven van hun prestaties. De meetsessies van de nametingsfase waren procedureel gelijk aan de meetsessies van de basislijn- en trainingsfase.

### *Materiaal*

In elke sessie werden de proefpersonen 10 redactie-opgaven met irrelevante informatie op afzonderlijke kaartjes voorgelegd. Wanneer de opgaven slechts twee getallen bevatten, neemt de kans op het toevallig geven van het juiste antwoord op basis van een onjuiste interpretatie van de tekst toe. Door irrelevante informatie in de vorm van een derde getal toe te voegen, reduceert deze kans tot nul. De plaats van de irrelevante informatie werd constant gehouden voor alle probleemttypen. Alle getallen uit de opgave waren kleiner dan 10. Geen van de getallen uit de opgave kwam overeen met het juiste antwoord. Een sessie bestond uit de volgende probleemttypen: van het oorzaak-veranderingstype werden de op-

gaventypen 2, 3 en 4 aangeboden, van het combinatietype de opgaven 1, 2a en 2b en van het vergelijkingstype de opgaven 1, 2, 3 en 4 (zie Tabel 3 voor een overzicht).

De proefpersonen moesten de problemen oplossen door gebruik te maken van witte en rode blokken. De voorraad blokken, die het kind van elke kleur ter beschikking stond, was voldoende groot om een representatie op te kunnen bouwen van het totaal van alle getallen uit de opgave. Zo werd voorkomen dat kinderen slechts op basis van het aantal aangeboden blokken en niet op basis van begrip van de opgave bepaalde blokkenconfiguraties niet construeerden.

#### *Procedure*

Gedurende de meetsessies moest het kind de opgaven geheel zelfstandig oplossen, zonder gebruik te maken van materiaal en zonder hulp of feedback van de trainer. Feedback omtrent de juistheid van het antwoord werd achterwege gelaten om ontmoediging van de proefpersonen met name tijdens de basislijnsessies tegen te gaan.

*Instructie.* Voorafgaande aan de training vonden twee instructiesessies plaats. In deze sessies werd de kinderen individueel de taakstrategie geïnstrueerd. Hierbij gaf de trainer uitleg en deed de trainer de handelingen, die het kind tijdens de trainingssessies moest uitvoeren, voor. Gedurende de eerste sessie loste de trainer de eerste helft van de opgaven en gedurende de tweede sessie de tweede helft van de opgaven op. Bij het oplossen van de opgaven gebruikte de trainer steeds blokken. Vervolgens moesten de kinderen dit blokkenpatroon naleggen. Wanneer een handeling verkeerd werd uitgevoerd bood de trainer hulp bij het oplossen.

Afhankelijk van het opgavetype moesten bij oorzaak-veranderingsopgaven ofwel blokken toegevoegd worden aan een beginset (OV3) ofwel blokken afgesplitst worden uit een beginset (OV2, OV4) om de vereiste representaties te verkrijgen. Bij OV3 opgaven moest een onbepaald aantal blokken toegevoegd worden aan een beginset, totdat het totaal aantal blokken van de eindset bereikt was. Wanneer deze blokken eenmaal toegevoegd waren ontstond een rij blokken, waarin vervolgens de antwoordset aangewezen moest worden. Aangezien de antwoordset moeilijk te identificeren is

in een aansluitende rij witte blokken, moesten rode blokken gebruikt worden bij het toevoegen.

De volgorde van introductie van de relevante sets bepaalde de vereiste blokkenconfiguratie voor combinatieopgaven. Zo werden C1 en C2a opgaven gerepresenteerd door blokken, in een afzonderlijke rij, toe te voegen aan een beginset. Daarentegen moesten in C2b opgaven blokken afgesplitst worden uit een totaalset, zodat ook bij dit type opgaven twee afzonderlijke rijen blokken ontstonden.

Ten slotte dienden de sets bij alle VG opgaven in twee rijen in een 1 op 1 relatie corresponderend onder elkaar gelegd te worden, zover als de kleinste verzameling toeliet.

*Training.* Gedurende de trainingssessies dienden de proefpersonen de 10 redactie-opgaven met behulp van blokken op te lossen volgens het geïnstrueerde handelingsverloop. Dit handelingsverloop bestond uit drie opeenvolgende stappen, die na elkaar uitgevoerd dienden te worden. Een stap bestond uit één van de volgende acties: het representeren van een bekende kwantiteit met blokken, het toevoegen aan of afsplitsen van blokken uit een bestaande set, en het lokaliseren van de antwoordset door blokken aan te wijzen.

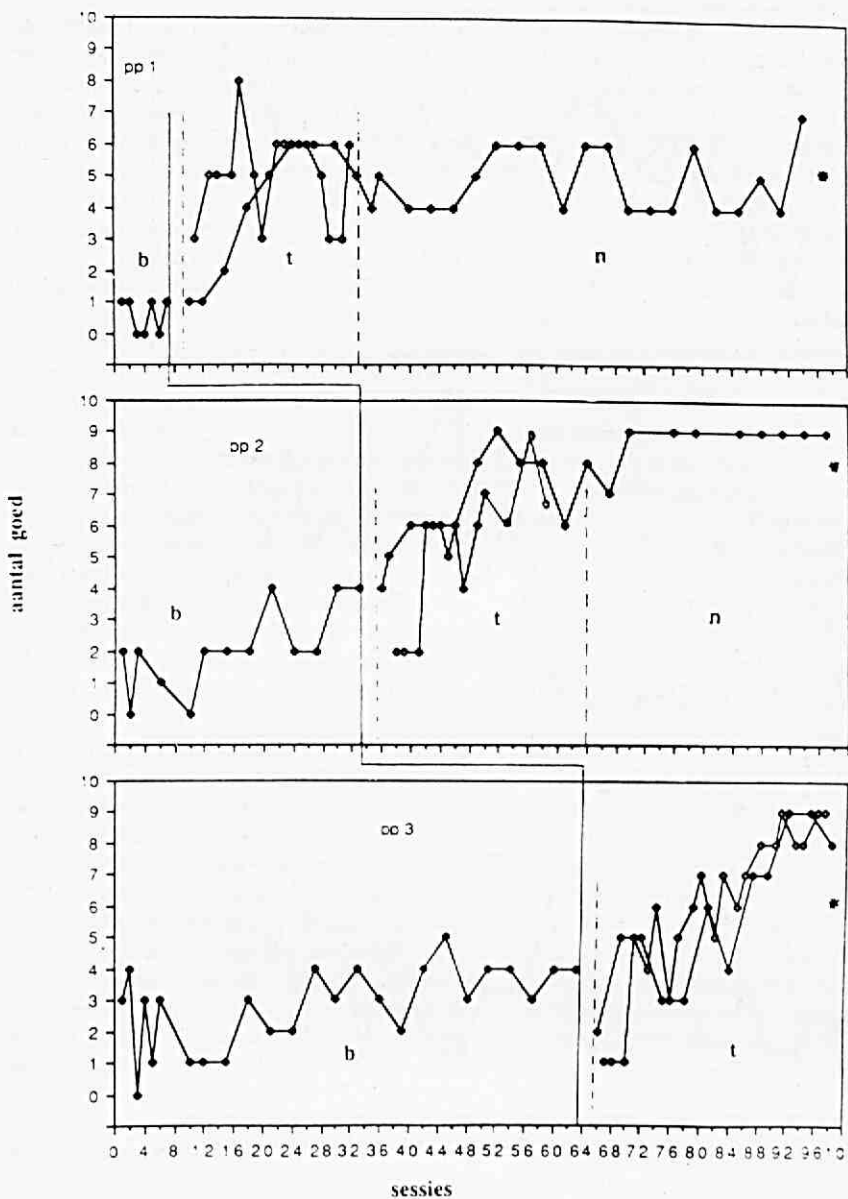
De trainer observeerde het handelingsverloop binnen iedere stap en gaf gestandaardiseerde feedback. Wanneer een kind bij de eerste poging faalde volgde een algemene aanwijzing, die betrekking had op de gemaakte fout. Hierbij werden verschillende typen fouten onderscheiden en elke fout werd vergezeld van de bijbehorende feedback. Foutentypen betroffen: het leggen van een onjuist aantal blokken, onjuiste plaatsing van sets ten opzichte van elkaar, onjuist kleurgebruik, het aanwijzen van een onjuist aantal blokken of het aanwijzen van blokken in een andere set dan de antwoordset. Daarbij kon een foute handeling uit meer dan één type fout bestaan. Bijvoorbeeld:

Piet had 4 knikkers. Jan had 5 knikkers. Piet won wat knikkers. Nu heeft Piet 6 knikkers. Hoeveel knikkers heeft Piet gewonnen?

Stap 1: het kind legt een set van 4 witte blokken. (correct)

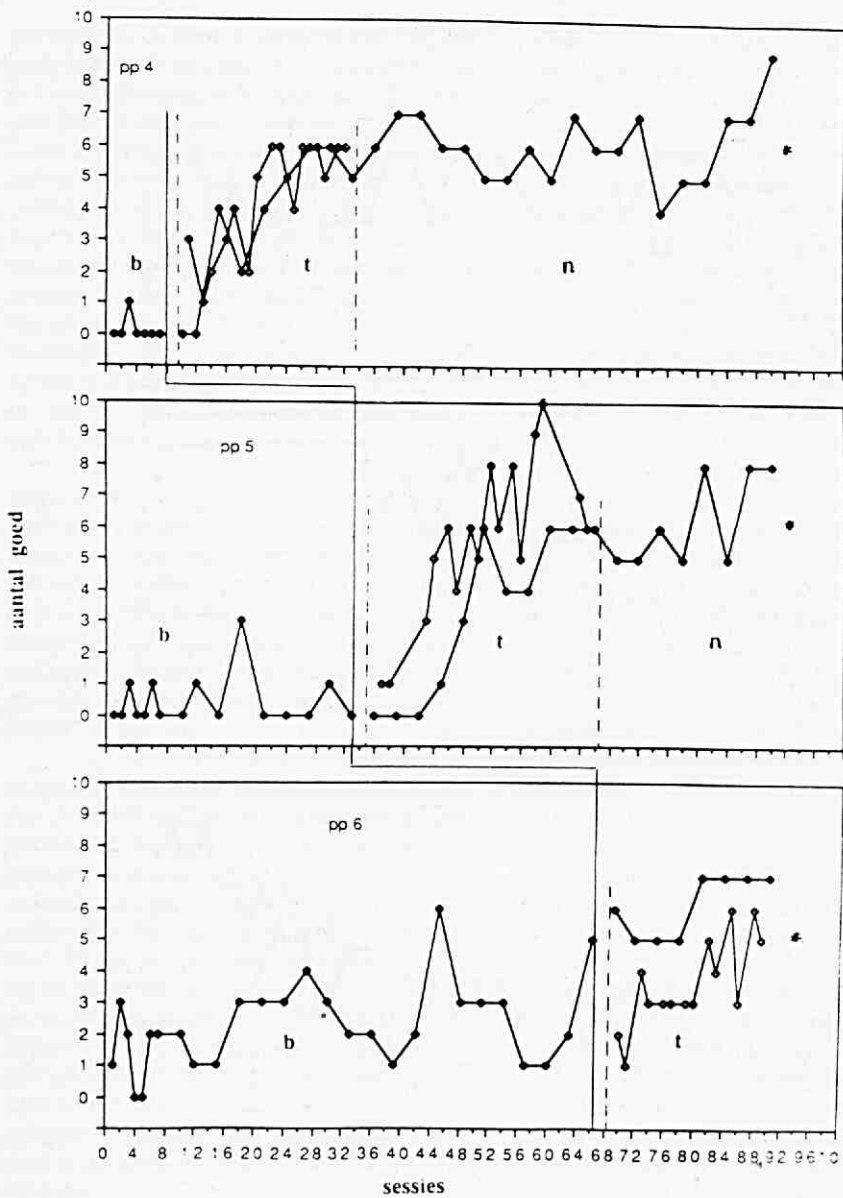
Stap 2: het kind legt een tweede set van 3 witte blokken in een aparte rij. (incorrect)

De foute handeling in stap 2 kan onderverdeeld worden in 3 typen fouten:



Figuur 1 Aantal goed beantwoorde redactie-opgaven tijdens de meet- en trainingssessies per proefpersoon en per sessie voor het eerste design; b = baselijns, t = training, n = nameting; gesloten rondjes: prestaties tijdens de meetsessies; open rondjes: prestaties tijdens de trainingssessies met als scoringscriterium dat alle strategiestappen correct uitgevoerd zijn





Figuur 2 Aantal goed beantwoorde redactieopgaven tijdens de meet- en trainingssessies per proefpersoon en per sessie voor het tweede design; b = basislijn, t = training, n = nameting; gesloten rondjes: prestaties tijdens de meetessies; open rondjes: prestaties tijdens de trainingssessies met als scoringscriterium dat alle strategiestappen correct uitgevoerd zijn

(a) het aantal toegevoegde blokken komt niet overeen met het vereiste aantal.

(b) de plaats van de tweede set stemt niet overeen met de gewenste plaats.

(c) de kleur, die gebruikt is om de tweede set te representeren is niet juist. (wit i.p.v. rood)

Ondanks de uniciteit van de representaties, die werden aangeleerd, was het voornaamste doel de opgaven via deze betekenisvolle configuraties inzichtelijk te maken. Op grond hiervan werd besloten de feedback af te stemmen op de meest ernstig bevonden fout. In dit geval werd de feedback afgestemd op het verkeerde aantal blokken.

Na een fout bij de eerste poging volgde een tweede kans. Wanneer het kind ook bij deze poging faalde, werd het vereiste blokkenpatroon door de trainer voorgelegd. In tegenstelling tot de meetsessies, waarin het kind kon volstaan met een numeriek antwoord, beschouwde de trainer het aantal aangewezen blokken tijdens de trainingssessies als het antwoord op de opgave.

*Transfertaak.* Aan de hand van een transfertaak werd exploratief nagegaan of de getrainde kinderen in staat waren de geleerde oplossingsstrategieën te generaliseren naar niet getrainde opgaven. Hiervoor werd een redactie-opgaventoets ontworpen, waarin de 10 aangeboden opgavetypen zich onderscheiden van de getrainde opgavetypen door systematische variatie van de irrelevante informatie. Elke opgave diende zonder materiaal en zonder hulp of feedback van de trainer opgelost te worden.

#### 4 Resultaten

De resultaten staan grafisch weergegeven in Figuur 1 en 2. De open rondjes geven het aantal juist opgeloste opgaven tijdens de trainingsfase weer. In (de trainingssessies van) die fase werd een opgave alleen goed gescoord wanneer alle strategiestappen zelfstandig en correct werden uitgevoerd. De gesloten rondjes geven de prestaties tijdens de meetsessies weer. Tijdens deze sessies dienden de proefpersonen de redactie-opgaven zonder materiaal en zonder hulp van de proefleider op te lossen. De prestaties van alle proefpersonen verbeterden tijdens de meetsessies in de trainingsfase (curve met gesloten rondjes).

Het gemiddeld aantal goed opgeloste opgaven steeg van 1,17 in de basislijn naar 4,90 in de trainingsfase. Aan de hand van een tijdserie-analyse (Tyron, 1982) werden de data op significantie getoetst. Als onderdeel van deze tijdserie-analyse werden de *basislijndata* getoetst op het voorkomen van trends. Bij een p-waarde van 5% werden geen significante trends gevonden in de basislijnen van proefpersoon 1, 3, 4 en 5 (proefpersoon 1:  $z = 0.99$ ,  $n = 6$ , n.s.; proefpersoon 3:  $z = 1.04$ ,  $n = 25$ , n.s.; proefpersoon 4:  $z = 0.52$ ,  $n = 7$ , n.s.; proefpersoon 5:  $z = 1.32$ ,  $n = 16$ , n.s.). De trends in de basislijn van proefpersoon 2 en 6 zijn echter bij een p-waarde van 5% wel significant (proefpersoon 2:  $z = 1.94$ ,  $n = 13$ ,  $p < .05$ ; proefpersoon 6:  $z = 2.00$ ,  $n = 27$ ,  $p < .05$ ). Zoals verwacht gaf de verandering in prestaties tijdens de *trainingsfase* voor proefpersoon 1, 3, 4 en 5 een significante trend te zien (proefpersoon 1:  $z = 3.87$ ,  $n = 15$ ,  $p < .01$ ; proefpersoon 3:  $z = 4.37$ ,  $n = 37$ ,  $p < .01$ ; proefpersoon 4:  $z = 3.60$ ,  $n = 16$ ,  $p < .01$ ; proefpersoon 5:  $z = 4.51$ ,  $n = 27$ ,  $p < .01$ ). Voor het geval waarin in de basislijn een significante trend voorkomt, stelt Tyron (1982) een alternatieve toetsingsmethode voor. Deze methode bestaat uit het berekenen van verschillcores voor de meetsessies uit de trainingsfase en de basislijnfase. Met behulp van deze methode werd voor proefpersoon 2 en 6 nagegaan of zich een significante trend tijdens de trainingsfase voordeed. De trainingsfase van proefpersoon 2 liet een significante trend zien, terwijl dit in tegenstelling tot het verwachte trainingseffect bij proefpersoon 6 uitbleef (proefpersoon 2:  $z = 2.80$ ,  $n = 8$ ,  $p < .01$ ; proefpersoon 6:  $z = 1.00$ ,  $n = 8$ , n.s.).

De door Tyron (1982) voorgestelde toetsingsprocedure sluit weliswaar goed aan bij de rationale van het meervoudige basislijn design, maar is aan kritiek onderhevig (Blumberg, 1984). Mede hierom werd besloten een andere tijdserie-analyse uit te voeren. Deze analyse is beschreven door Oud (1981) en toetst of de gefitte curve van de trainingsfase significant afwijkt van de geëxtrapolerde curve van de basislijn. Hiervoor werden de gegevens van alle proefpersonen samen genomen. In de analyse werden de 6 basislijndata, die direct aan de training voorafgingen en de eerste 8 meetsessies van de trainingsfase betrokken. De analyse vond op basis van een hiërarchische toetsing van een constante en

Tabel 4 Gemiddeld percentage goed opgeloste sommen per opgavetype tijdens de training

Oorzaak-verandering				Combinatie				Vergelijking				
OV2	OV3	OV4	Totaal	C1	C2a	C2b	Totaal	VG1	VG2	VG3	VG4	Totaal
84	49	85	73	46	34	39	39	52	68	15	37	43

een lineaire component plaats. Aangezien de toets voor compound symmetry niet significant was, werd een mixed model analyse (met herhaalde metingen) uitgevoerd. De lineaire component bleek significant te zijn,  $F(1,69) = 33,36, p < .001$ . Dit betekent dat er een verandering plaats heeft gevonden in de lineaire trend van basislijn- naar trainingsfase.

Over het algemeen stabiliseert het trainingseffect voor alle proefpersonen (zie Figuur 1). Proefpersoon 1 vormde hierop een uitzondering, ofschoon het percentage goed opgeloste sommen tijdens de nameting (48%) gemiddeld hoger lag dan tijdens de meetsessies in de trainingsfase (39%). Bij proefpersoon 2 is de stabilisatie van het trainingseffect zeer duidelijk waarneembaar, ook proefpersoon 2 presteerde tijdens de nametingen (85% goed) gemiddeld genomen beter dan tijdens de meetsessies in de trainingsfase (64% goed) evenals proefpersoon 4 (nameting: 61% goed, meetsessies tijdens de training: 36% goed) en proefpersoon 5 (nameting: 73% goed, meetsessies tijdens de training: 36% goed).

De open rondjes geven het aantal zelfstandig goed opgeloste opgaven in de trainingsfase per sessie weer (zie Figuur 1 en 2). Met uitzondering van de curven van proefpersoon 1 en proefpersoon 6 laten ook deze curven een duidelijke prestatieverbetering zien. Ondanks het strenge scoringscriterium dat gehanteerd werd binnen de trainingssessies geven de meeste proefpersonen er blijk van de aangeleerde oplossingsroute geheel foutloos te kunnen uitvoeren. Hiervoor moest de proefpersoon immers alle stappen in de juiste volgorde zonder hulp of feedback uitvoeren.

#### Transfertaak

De resultaten van de transfertaak staan door middel van een asterisk weergegeven in Figuur 1 en 2. In tegenstelling tot de getrainde opgavetypen, waar de irrelevante informatie op een vaste plaats in de opgave stond, werd in de transfertaak de plaats van de irrelevante infor-

matie systematisch gevarieerd in opgavetypen van dezelfde soort. In vergelijking met de prestaties op de nametingen (gemiddeld 67% goed) laten de proefpersonen 1, 2, 4 en 5 een lichte prestatiedaling zien op de transfertaak (gemiddeld 62,5% goed). Ook de prestaties van proefpersonen 3 en 6 vallen enigszins terug op de transfertaak (gemiddeld 55% goed) in vergelijking met de prestaties op de meetsessies in de trainingsfase (gemiddeld 59,5% goed). Daarentegen laten de resultaten van de transfertaak (gemiddeld 60% goed) een duidelijke prestatieverbetering ten opzichte van de resultaten van de basislijn (gemiddeld 13,3% goed) zien.

#### Kwalitatieve foutenanalyse

Uit de percentages goed opgeloste sommen per opgavetype (oorzaak-veranderings-, combinatie- en vergelijkingstype) kan de moeilijkheidsgraad van de verschillende handelingspatronen tijdens de training afgeleid worden (zie Tabel 4).

De oorzaak-veranderingsopgaven lijken de proefpersonen de minste problemen op te leveren, gevolgd door de combinatie- en vergelijkingsopgaven. Binnen het oorzaak-veranderingstype werden de oorzaak-veranderings 3 opgaven (zie Tabel 3) het slechtst gemaakt. Bij deze opgaven moesten blokken toegevoegd worden aan een beginset, totdat het aantal van de eindset bereikt was. Wanneer de blokken eenmaal toegevoegd waren aan de beginset, werd de plaats van toevoeging onzichtbaar. Dit was de reden dat de beschreven onbekende kwantiteit ("Zij kreeg er *wat* appels bij") met behulp van rode blokken gelegd moest worden. De prestaties op de combinatie-opgaven komen ruwweg overeen met die op de vergelijkingsopgaven.

Het aantal fouten, dat binnen elke stap gemaakt werd, gaf een grote spreiding te zien. Zo werden in stap 1 nauwelijks fouten gemaakt (9 keer), terwijl het uitvoeren van stap 2 de meeste fouten opleverde (569 keer). Ver-

moedelijk ligt de verklaring in het verschillende aantal typen fouten, dat een proefpersoon binnen een stap kon maken. In tegenstelling tot stap 2, waarin 5 verschillende fouttypen mogelijk waren, konden bij het doorlopen van stap 1 maximaal 3 fouttypen voorkomen. Fouttype 5 kwam bij stap 1 nauwelijks voor omdat de eerste set in stap 1 in alle gevallen met witte blokken gelegd moest worden.

Tabel 5 geeft voor de verschillende opgavetypen het aantal en type fouten voor stap 2 weer. Opmerkelijk is het aantal fouten in de kleurkeuze van de blokken dat bij oorzaakveranderings-3 opgaven (OV3) wordt gemaakt. Veel proefpersonen gebruikten witte blokken in plaats van rode bij het toevoegen van blokken. Dit is niet zo verwonderlijk als men bedenkt dat pas in stap 3 de functie van de rode blokken duidelijk werd. Door het gebruik van rode blokken kon in de laatste stap de antwoordset eenvoudig bepaald worden.

Tabel 5 Aantal fouten per foutencategorie bij uitvoering van stap 2 per opgavetype

	Foutencategorie					
	1	2	3	4	5	6
Opgavetype						
OV2	0	14	0	-	-	0
OV3	2	0	6	14	38	3
OV4	1	6	7	-	-	0
C1	1	-	14	35	8	1
C2a	6	-	29	13	1	9
C2b	3	54	9	3	0	10
VG1	2	17	12	7	6	1
VG2	2	0	8	11	1	3
VG3	3	16	67	8	1	18
VG4	4	25	48	0	1	21

Foutencategorieën:

- 1 = geen enkele actie is ondernomen
- 2 = het toevoegen van blokken, terwijl blokken afgesplitst dienen te worden (OV2, OV4, C2b) of het afsplitsen van blokken, terwijl blokken toegevoegd dienen te worden (OV3, C1, C2a, VG1, VG2, VG3, VG4)
- 3 = het leggen van een verkeerd aantal blokken
- 4 = het leggen van een juist aantal blokken op een verkeerde plaats
- 5 = het leggen van een juist aantal blokken in de verkeerde kleur
- 6 = de stap wordt door de trainer voorgedaan na twee foutieve pogingen
- = niet van toepassing.

Bij combinatie 1 opgaven doen zich vooral fouten voor in het plaatsen van de tweede set ten opzichte van de eerste. De tweede set diende in een aparte rij, op enige afstand van de eerste gelegd te worden. Het kwam echter veelvuldig voor dat proefpersonen na het apart leggen van de tweede set, de beide sets naar elkaar toeschoven. Na bestudering van de opgavetekst lijkt dit niet zo verwonderlijk. Er wordt immers gevraagd naar een aantal objecten dat twee personen 'samen' bezitten. De vraagzin lijkt hierbij een extra handeling uit te lokken. Eenzelfde oplossingsstrategie bij opgavetype 1 met een combinatiestructuur werd door Verschaffel (1984) geconstateerd.

De meeste fouten bij opgavetype 2a met een combinatiestructuur (C2a) doen zich voor in het leggen van een verkeerd aantal blokken. Bij opgavetype 2b met een combinatiestructuur (C2b) voegden de proefpersonen vaak blokken toe in plaats van blokken af te splitsen. Beide fouttypen lijken terug te voeren op een verkeerde interpretatie van de opgavetekst. (Voor voorbeelden van opgavetypen 2a en 2b met een combinatiestructuur, zie Tabel 3)

Vermoedelijk wordt de grootste verzameling (de superset) in deze opgavetypen door veel proefpersonen beschouwd als een aparte set, die twee personen gezamenlijk bezitten. De beschreven subsets worden niet als deelverzamelingen van deze superset beschouwd. Dit leidt bij beide opgavetypen tot het leggen van twee sets, waarvan het aantal elementen bepaald wordt door de genoemde aantallen in de opgave (in de voorbeelden, 6 en 9). Bij opgavetypen 3 en 4 met een vergelijkingsstructuur (VG3 en VG4) leverde het leggen van het juiste aantal blokken de meeste problemen op. Ook bij deze opgaven lijkt een verkeerde interpretatie van de opgavetekst ten grondslag te liggen aan deze fout. In deze opgavetypen wordt het aantal blokken, dat gelegd moet worden, niet omschreven, maar wordt slechts gerefereerd aan het aantal objecten dat een persoon meer of minder bezit dan een andere persoon. De zin 'Piet heeft 5 appels meer/minder dan An' wordt wellicht opgevat als 'Piet heeft 5 appels' en 'Piet heeft meer/minder (appels) dan An'. Dit heeft het leggen van een verkeerd aantal blokken tot gevolg (zie ook Verschaffel, 1984). Proefpersonen kunnen in een impasse geraken, wanneer de eerste genoemde kwantiteit het aantal van de tweede

kwantiteit overschrijdt zoals bijvoorbeeld in: 'Piet heeft 7 knikkers. An heeft 2 knikkers meer dan Piet'. Immers, interpretatie van de tweede zin als 'An heeft 2 knikkers' en 'An heeft meer knikkers dan Piet' leidt tot een onoplosbaar probleem.

Tabel 6 geeft een overzicht van de prestaties op deze opgavetypen tijdens de basislijn-, trainings- en nametingsfase. De tabel laat een prestatieverbetering zien in het aantal goed opgeloste opgaven per opgavetype.

Tabel 6 Gemiddeld percentage goed opgeloste sommen tijdens de meetsessies van de basislijn-, trainings- en nametingsfase voor de opgavetypen oorzaak-verandering 3, combinatie 1, 2a en 2b en de vergelijking 3 en 4

	OV3	C1	C2a	C2b	VG3	VG4
Basislijnfase	13	40	3	2	2	5
Trainingsfase	70	70	34	26	14	37
Nametingsfase	87	96	69	57	24	53

## 5 Discussie

De trainingsprocedure heeft de vaardigheid in het oplossen van de aangeboden redactie-opgaven bij de kinderen die afkomstig waren uit het MLK-onderwijs duidelijk verbeterd. Beide statistische analysemethoden lieten een significant trainingseffect zien. De aangetoonde effectiviteit is in overeenstemming met de resultaten van twee andere experimenten, waarin de proefpersonen geïnstrueerd werden in het opbouwen van externe representaties voor eenvoudige optel- en aftrekvraagstukjes (Lindvall e.a., 1982; Van Lieshout, 1986). In beide onderwijsleerexperimenten werd proefpersonen het tekenen van diagrammen om redactie-opgaven op te lossen aangeleerd. Terwijl de proefpersonen in het onderzoek van Lindvall e.a. (1982) uit het regulier onderwijs kwamen, werden de proefpersonen in ons onderzoek geselecteerd uit het LOM-onderwijs (Van Lieshout, 1986) of het MLK-onderwijs (onderhavige experiment). Daarnaast werden de proefpersonen in onze experimenten, in tegenstelling tot de proefpersonen in het onderzoek van Lindvall e.a. zowel streng geformaliseerde oplossingsroutes aangeleerd als gestructureerde feedback gegeven. Ten slotte werd een strengere experimentele controle uitgevoerd door de keuze van het onderzoeksdesign.

De resultaten van het huidige experiment worden tevens ondersteund door de resultaten van een onderwijsexperiment, waarin kinderen uit het MLK-onderwijs eveneens geleerd werd blokken te gebruiken om redactie-opgaven op te lossen (Van Lieshout & Jaspers, 1987). In dit experiment werd slechts met witte blokken gewerkt en werd een staaf gebruikt om de antwoordset te markeren. Bovendien was het de proefpersonen toegestaan blokken te gebruiken tijdens de meetsessies. Aangezien deze sessies daarmee niet verschilden van de trainingssessies kan het trainingseffect niet verklaard worden uit de beschikbaarheid van blokkenmateriaal. Kennelijk moet het effect gezien worden als een gevolg van de inoefening van de oplossingsstrategieën. Een nadeel van de beschikbaarheid van blokkenmateriaal tijdens de meetsessies was dat de prestatieverbeteringen wel gezien kunnen worden als een gevolg van een verbeterde externe representatievaardigheid, wat niet hoeft te betekenen dat ook de interne verbeterd is. Door de afwezigheid van blokkenmateriaal in de meetsessies van het huidige experiment kan de prestatieverbetering gezien worden als het gevolg van een verbeterde interne representatie. De toename in het aantal goed opgeloste opgaven tijdens de trainingssessies indiceert dat de proefpersonen de geïnstrueerde oplossingsroutes succesvol leerden toepassen. De toename in het aantal goed opgeloste opgaven tijdens de sessies zonder training (meetsessies) kan een aanwijzing zijn voor verinnerlijking van de aangeleerde strategieën. Dit gold zelfs voor de opgavetypen, die de meeste fouten te zien gaven in het aanleren van de geïnstrueerde strategieën (zie Tabel 5 en 6). Wellicht werd door het vormen van betekenisvolle externe representaties de opbouw van interne probleemrepresentaties in termen van schematypen gestimuleerd (zie Heller, 1979).

Betekent dit nu dat het aanleren van specifieke probleemoplossingsstrategieën de vaardigheid in het oplossen van redactie-opgaven in het algemeen bevordert? Een definitieve conclusie lijkt voorsnog voorbarig. Met zekerheid kan aangenomen worden dat de kinderen de getrainde opgavetypen beter leerden te onderscheiden en op te lossen. Hoewel het mogelijk is dat zij slechts algoritmische oplossingsprocedures aanleerden voor de opgavetypen, die werden aangeboden. Deze opgavetypen vertegenwoordigen namelijk

slechts een deelverzameling van de totale verzameling opgavetypen, die onderscheiden kan worden (Vergnaud, 1982; Verschaffel, 1987).

Ofschoon de prestaties van de kinderen op de transfertaak terugvielen, was bij alle proefpersonen een prestatieverbetering ten opzichte van de basislijn waarneembaar. Hierbij moet echter opgemerkt worden dat de opgaven uit de transfertaak van hetzelfde type waren als de getrainde opgaven. Slechts de plaats van de irrelevante informatie werd systematisch gevarieerd. Het is voornamelijk de vraag of zich een vergelijkbare prestatieverbetering zal voordoen op een transfertaak, die samengesteld is uit andere opgavetypen. Hiermee lijkt een eindconclusie uitgesteld te moeten worden totdat ook transfereffecten naar niet getrainde opgavetypen onderzocht zijn.

Eerder bespraken we een door ons ontwikkeld trainingsprogramma, waarin kinderen een algemenere taakstrategie werd aangeleerd (Van Lieshout & Anbeek, 1988; Van Lieshout, 1987a, 1987b). In deze training werden kinderen geoefend in het selecteren van belangrijke informatie uit de opgavetekst en werd hun aandacht gericht op belangrijke aspecten van de taak. Ook dit trainingsprogramma is effectief gebleken. De ontwikkeling van een derde trainingsprogramma, samengesteld uit de componenten van de eerste en tweede training wordt overwogen.

Tevens zou toekomstig onderzoek gericht kunnen zijn op transfereffecten naar nieuwe probleemttypen. Vermoedelijk oefent de algemene trainingsprocedure in vergelijking tot de huidige een grotere invloed uit op niet getrainde probleemttypen, aangezien deze training minder specifiek is voor bepaalde opgavetypen (Van Lieshout, 1986). Ten slotte kan aan de hand van onderzoek nagegaan worden of kinderen zich laten differentiëren op specifieke vaardigheden, die belangrijk geacht worden voor het correct oplossen van redactieopgaven. Als kinderen daarin verschillen, dan kan de remediëring van een kind door opname van bepaalde trainingscomponenten mogelijk individueel aangepast worden. Zo kan het voorkomen dat bepaalde kinderen slechts getraind hoeven te worden in het representeren van redactieopgaven, terwijl het trainen van andere kinderen een algemene taakstrategie of een combinatie van beiden vereisen (Van Lieshout, 1986).

## Literatuur

- Bebout, H., *Children's symbolic representation of addition and subtraction verbal problems*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, 1986.
- Bilskey, L. H. & T. Judd, Sources of difficulty in the solution of verbal arithmetic problems by mentally retarded and non-retarded individuals. *American Journal of Mental Deficiency*, 1986, 90, 395-402.
- Blumberg, C. J., Comments on a 'simplified time-series analysis for evaluating treatment interventions'. *Journal of Applied Behavioral Analysis*, 1984, 4, 539-542.
- Brown, A. L., J. C. Campione & J. D. Day, Learning to learn: On training students to learn from texts. *Educational Researcher*, 1981, 2, 14-21.
- Carpenter, T. P., J. Hiebert & J. M. Moser, Problem structure and first grade children's initial solution processes for simple addition and subtraction problems. *Journal for Research in Mathematics Education*, 1981, 12, 27-39.
- Carpenter, T. P., J. Hiebert & J. M. Moser, The effect of instruction on children's solutions of addition and subtraction word problems. *Educational Studies in Mathematics*, 1983, 14, 55-72.
- Carpenter, T. P. & J. M. Moser, The acquisition of addition and subtraction concepts in grades one through three. *Journal for Research in Mathematics Education*, 1984, 15, 179-202.
- Corte, E. De & L. Verschaffel, Oplossingsprocessen van eersteklappers bij eenvoudige redactieopgaven. In E. De Corte (Ed.), *Onderzoek van Onderwijs-leerprocessen. Stromingen en actuele Onderzoeksthema's*. Den Haag: S.V.O., 1982.
- Corte, E. De & L. Verschaffel, Redactie-opgaven in Vlaamse rekenmethoden voor de eerste klas. In E. De Moor (Ed), *PANAMA Cursusboek 2. Beschrijvingen over Reken-/Wiskundemethoden* (pp. 15-21). Utrecht: Stichting Opleiding Leraren/Vakgroep Onderzoek Wiskunde-onderwijs en Onderwijs Computercentrum, Rijksuniversiteit Utrecht, 1984.
- Corte, E. De & L. Verschaffel, Oogbewegingen van eersteklappers tijdens het oplossen van redactieopgaven. *Pedagogische Studiën*, 1987, 64, 137-149.
- Corte, E. De, L. Verschaffel & L. De Win, Influence of rewording verbal problems on children's problem representation and solutions. *Journal of Educational Psychology*, 1985, 77, 460-470.
- Goodstein, H. A., J. F. Cawley, S. Gordon, & J. Helfgott, Verbal problem solving among educable mentally retarded children. *American Journal of Mental Deficiency*, 1971, 76, 238-241.
- Hall, R. J., An information-processing approach to the study of exceptional children. In: B. K. Ke-

- ogh (Ed.), *Advances in Special Education: Vol. 2 Perspectives on Applications* (pp. 79-110). Greenwich, Connecticut: Jai Press, 1980.
- Heller, J.I., *Schemata in the Solution of Arithmetic Word Problem Solving*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, 1979.
- Ibarra, C.G. & C.M. Lindvall, Factors Associated with the Ability of Kindergarten Children to Solve Simple Arithmetic Story Problems. *Journal of Educational Research*, 1982, 75, 149-155.
- Jaspers, M.W.M. & E.C.D.M. van Lieshout, A training procedure aiming at improving word problem solving for children with mathematical learning deficiencies. In: J.J. Dumont, & H. Naken (Eds.), *Learning disabilities: Vol. 2. Cognitive, social and remedial aspects*. Lisse: Swets & Zeitlinger (in druk).
- Kratochwill, T.R., Foundations of time-series research. In: T.R. Kratochwill (Ed.), *Single subject research strategies for evaluating change*. New York: Academic Press, 1978.
- Lieshout, E.C.D.M. van, *Developing a computer-assisted strategy training procedure for children with learning deficiencies to solve addition and subtraction word problems*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco (ERIC Documents Reproduction Service No. ED 271 285), 1986.
- Lieshout, E.C.D.M. van, *A computer assisted training procedure to improve arithmetical word problem solving in mildly retarded children*. Poster presented at the EARLI conference, Tübingen, Germany, 1987a.
- Lieshout, E.C.D.M. van, Monitoring task behavior with a touchscreen as a means to train children with learning deficiencies to solve arithmetic word problems. In: J. Moonen, & T. Plomp (Eds.), *EURIT 86. Developments in educational software and courseware* (pp. 95-99). Oxford: Pergamon, 1987b.
- Lieshout, E.C.D.M. van, *Een metacognitief georiënteerde computergestuurde training ter bevordering van het oplossen van redactiesommen door moeilijk lerende kinderen*. Paper gepresenteerd tijdens de 'Onderwijs Researchdagen', Leuven, België, 1988.
- Lieshout, E.C.D.M. van & G.H.J. Anbeek, De computer als hulpmiddel in het speciaal onderwijs. *Tijdschrift voor Orthopedagogiek*, 1986, 25, 78-87.
- Lieshout, E.C.D.M. van & G.H.J. Anbeek, Using a touchscreen to monitor and to modify task behavior during arithmetic word problem solving. In: F.J. Maarse, L.J.M. Mulder, W.P.B. Sjouw, & A.E. Akkerman (Eds.), *Computers in Psychology: Methods, Instrumentation and Psychodiagnostics*. Lisse: Swets & Zeitlinger, 1988.
- Lieshout, E.C.D.M. van & M.W.M. Jaspers, A training procedure for children with learning deficiencies to improve their representation of simple arithmetic word problems. Paper presented at the EARLI conference, Tübingen, Germany, 1987.
- Lindvall, C.M., J.L. Tamburino & L. Robinson, *An exploratory investigation of the effect of Teaching Primary Grade Children to Use Specific Problem Solving Strategies in Solving Simple Arithmetic Story Problems*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, New York, 1982.
- Moser, J.M. & T.P. Carpenter, *Using the microcomputer to teach problem-solving skills: program development and initial study* (Working Paper No. 328). Madison: Wiscconsin Center for Education Research, 1982.
- Oud, J.H.L., Onderzoek van orthopedagogische en onderwijskundige interventies aan de hand van tijdreeksen: een MANOVA-procedure. *Tijdschrift voor Onderwijsresearch*, 1981, 6, 267-291.
- Riley, M.S., J.G. Greeno & J.I. Heller, Development of Problem Solving Abilities in Arithmetic. In: H. Ginsburg (Ed.), *The Development of Mathematical Thinking*. New York: Academic Press, 1981.
- Sternberg, R.J., Cognitive-behavioral approaches to the training of intelligence in the retarded. *The Journal of Special Education*, 1981, 15, 165-183.
- Tryon, W.W., A simplified time-series-analysis for evaluating treatment interventions. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 1982, 3, 423-429.
- Vergnaud, G., A classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and subtraction problems. In: T.P. Carpenter, J.M. Moser & T.A. Romberg (Eds.), *Addition and subtraction: a cognitive perspective* (pp. 39-59). Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1982.
- Verschaffel L., *Representatie- en oplossingsprocessen van eersteklassers bij aanvankelijke redactie-opgaven over optellen en aftrekken. Een theoretische en methodologische bijdrage op basis van longitudinale, kwalitatief psychologische studie*. Unpublished doctoral dissertation, University of Leuven, Belgium, 1984.
- Verschaffel, L., Semantische structuurkenmerken, cognitieve schemata en aanschouwelijke modellen bij aanvankelijke redactie-opgaven. *Tijdschrift voor Onderwijsresearch*, 1987, 12, 165-172.

## *Curricula vitae*

*M. W. M. Jaspers* (1959) studeerde psychologie aan de Universiteit van Amsterdam, met als specialisatie functieleer. Van 1984 tot 1985 was zij als wetenschappelijk assistent werkzaam bij de vakgroep methodenleer aan de Universiteit van Amsterdam. Vanaf 1985 is zij als junior-medewerker aan de Katholieke Universiteit te Nijmegen aangesteld op een project, waarin computergestuurde trainingen voor het oplossen van redactie-opgaven worden ontwikkeld en geëvalueerd.

*E. C. D. M. van Lieshout* (1945) studeerde psychologische functieleer aan de Katholieke Universiteit te Nijmegen. Thans is hij hoofddocent rekenproblemen aan de vakgroep orthopedagogiek van dezelfde universiteit en verricht daar onderzoek op het gebied van redactierekenen en computergestuurde instructie voor kinderen met rekenproblemen. Eerder publiceerde hij over oogbewegingsonderzoek, strategietraining en aandachtsproblemen.

*Adres van de auteurs:* Katholieke Universiteit, Vakgroep Orthopedagogiek, Postbus 9103, 6500 HD Nijmegen

*Manuscript aanvaard 31-10-'88*

## **Summary**

Jaspers, M. W. M. & E. C. D. M. van Lieshout. 'A computer assisted instruction program for children with learning problems, aimed at the acquisition of external representations of arithmetic word problems.' *Pedagogische Studiën*, 1989, 66, 240-255.

In order to develop computer assisted instruction to solve arithmetic word problems of mildly retarded children, an experiment was performed in which attention was drawn to the internal representation of the problems. Therefore, a training procedure was constructed to instruct children to represent the actions and relationships described by manipulating cubes. These mildly retarded children were taught to build external representations that fit in with the specific semantic problem structures. The results, which were obtained in a multiple baseline design across subjects, showed a significant increase in performance due to this training procedure. This experiment was a pilot study for subsequent research with computer assisted instruction.