



Realistisch rekenen door slechtziende kinderen en zeer zwakke rekenaars³

J.G. van Hell, N. Boswinkel, Y.A.J.M. Zeeuwen & S.J.A. de Crom
Radboud Universiteit Nijmegen, Freudenthal Instituut,
PI-school Hondsborg, SBO De Spreekhoorn

Meer en meer scholen binnen het Speciaal BasisOnderwijs (SBO) en het Speciaal Onderwijs (SO) gaan over op een reken-wiskundemethode die gebaseerd is op realistische principes. In dit artikel gaan wij in op leerlingkenmerken en de hieruit voortvloeiende implicaties voor realistisch rekenonderwijs voor twee specifieke doelgroepen uit het S(B)O: zeer zwakke rekenaars met een lage intelligentie en slechtziende kinderen.

Tevens doen wij verslag van twee exploratieve studies bij deze kinderen. In deze studies is voor beide groepen leerlingen een korte lessenserie realistisch rekenen ontwikkeld en aangeboden, aangepast aan hun specifieke vaardigheden (en beperkingen daarin) en behoeften. In een kwalitatieve beschrijving van opgedane ervaringen en observaties richten wij ons op het gebruik van contexten, de betrokkenheid, houding en motivatie van leerlingen, de aard van de interacties tussen leerlingen, verwachtingen ten aanzien van de begeleider, en individuele verschillen tussen leerlingen. Met deze ervaringen en observaties, en de theoretische inbedding ervan, hopen we een bijdrage te leveren aan het ontwikkelen van lessenseries, toegesneden op de specifieke vaardigheden en behoeften van slechtziende kinderen en zeer zwakke rekenaars.

1 Inleiding

Het merendeel van de reguliere basisscholen in Nederland is in het afgelopen decennium overgegaan tot het invoeren van een reken-wiskundemethode die uitgaat van een realistische benadering. Een grootschalige overgang van een traditioneel mechanistische naar een realistische benadering heeft in het speciaal onderwijs (nog) niet plaatsgevonden. De laatste jaren lijkt hierin verandering te komen: in toenemende mate zijn scholen binnen het Speciaal BasisOnderwijs (SBO) en Speciaal Onderwijs (SO) op zoek naar realistische reken-wiskundemethoden die geschikt zijn (gemaakt) voor hun leerlingenpopulatie. Boswinkel en Moerlands (2001) tekenden uit de monden van leerkrachten uit het SBO een aantal redenen op die samenhangen met een groeiende belangstelling voor realistische reken-wiskundemethoden. Leerkrachten lijken in toenemende mate de waarde van de uitgangspunten van het realistische rekenonderwijs voor hun leerlingen in te zien, bijvoorbeeld voor wat betreft het werken met betekenisvolle contexten en de positieve invloed hiervan op de interesse en motivatie van leerlingen. Daarnaast acht men het, tegen de achtergrond van het 'Weer Samen Naar School'-beleid, van belang dat het S(B)O en het regulier onderwijs inhoudelijk op elkaar zijn afgestemd. Deze ontwikkelingen hebben mede geleid tot de uitvoering van het project Speciaal Rekenen (Boswinkel, Baltussen, Hoogendijk & Moerlands, 2002) met onder meer als doelstelling het toegankelijk maken van bestaand realis-

tisch reken-wiskundemateriaal voor het S(B)O en het maken van nieuw materiaal ten behoeve van leerlingen in deze onderwijsvormen. Uit vooronderzoek is gebleken dat scholen voor S(B)O redelijk tot goed uit de voeten kunnen met bestaande methoden voor het reguliere onderwijs (Boswinkel & Moerlands, 2001). Het ontwerpen van een geheel nieuwe methode voor het S(B)O lijkt dus niet nodig. Wel werd geconstateerd dat het gebruik in het S(B)O vraagt om het ontwikkelen van materialen die zijn aangepast aan de specifieke doelgroepen. Dit omvat onder meer het ontwikkelen van lessenseries, waarin een deel van een leerlijn opnieuw wordt doorlopen, maar dan op andere wijze of met ander materiaal. Deze lessenseries worden ontwikkeld voor kinderen voor wie bijvoorbeeld de bestaande methode te snel gaat of waarin materiaal wordt gebruikt dat niet geschikt is voor de specifieke doelgroep.

In dit artikel wordt ingegaan op leerlingkenmerken en de hieruit voortvloeiende implicaties voor aanpassingen in het realistisch reken-wiskundeonderwijs voor twee specifieke doelgroepen uit het S(B)O: zeer zwakke rekenaars met een lage intelligentie (MLK-niveau) en slechtziende kinderen. Daarnaast wordt verslag gedaan van twee exploratieve studies bij deze kinderen. Aansluitend bij de wenselijkheid van het ontwikkelen van aangepaste lessenseries zoals hierboven beschreven, is aan beide groepen kinderen een korte lessenserie realistisch rekenen aangeboden, aangepast aan hun specifieke vaardigheden (en beperkingen daarin) en behoeften. In dit artikel ligt de nadruk op een kwalitatieve beschrijving van de opgedane

ervaringen, observaties bij kinderen, en aanbevelingen. Wij hopen hiermee een bijdrage te kunnen leveren aan het ontwikkelen van lessenseries, toegesneden op de specifieke vaardigheden en behoeften van zeer zwakke rekenaars en slechtziende kinderen.

2 Realistisch rekenen

Basisprincipes, en verwachtingen vaardigheden leerkrachten en leerlingen

De realistische benadering van reken-wiskundeonderwijs berust op vijf principes (Treffers & Feijs, 1987; Verschaffel, 1995): (a) het gebruik van contexten; (b) het gebruik van schematische en symbolische voorstellingen en modellen; (c) de eigen ideeën en aanpak van leerlingen staan centraal; (d) onderwijs is interactief; (e) het verwechten van de leergangen.

De realistische benadering van reken-wiskundeonderwijs stelt andere eisen aan vaardigheden van leerkrachten en leerlingen dan een meer traditionele benadering (Buys, 1999; Fraivillig, Murphy & Fuson, 1999; Gravemeijer, 1995; Milo & Ruijssenaars, 2003; Vedder, 2002). Het onderwijs steunt op de eigen inbreng en constructies van kinderen, wat maakt dat leerkrachten het leren moeten gaan zien als constructieve activiteit waarbij de leerlingen en hun aanpak en ideeën centraal staan, en niet de klassieke eenzijdige instructie van de leerkracht, het leerboek en een voorgeschreven volgorde van lessen (Buys, 1999). Instructie binnen het realistisch reken-wiskundeonderwijs behelst het voorleggen van betekenisvolle en inleefbare probleemsituaties, het gezamenlijk doordenken van deze situaties en uit passende oplossingen algemene werkwijzen genereren die leiden tot inzichtelijke, flexibele rekenkennis. De leerkracht dient te zorgen voor leiding en sturing, opdat leerlingen inzicht, kennis en vaardigheden verwerven. Dit betekent bijvoorbeeld dat de leerkracht niet vraagt naar het goede antwoord, maar een geschikte aanpak aanschouwelijk maakt op een manier die nauw aansluit bij hetgeen een aantal kinderen zelf naar voren heeft gebracht.

Een realistische aanpak brengt dus een verandering in het didactisch contract met zich mee (Gravemeijer, 1995) en daarmee een verandering in de sociale normen en de socio-reken-wiskundige normen (*socio-mathematical norms*, Cobb, Boufi, McClain & Whitenack, 1997; McClain & Cobb, 2001). Traditionele sociale normen (bijvoorbeeld: de leerkracht stelt de vraag, de leerling antwoordt en de leerkracht evalueert het antwoord) moeten worden vervangen door sociale normen die aansluiten bij de realistische aanpak (bijvoorbeeld: het bespreken van de oplossingsstrategie van een leerling die leidt tot een fout antwoord is geen 'straf', maar helpt om het inzicht te vergroten). Ook de socio-reken-wiskundige normen, nor-

men die direct betrekking hebben op opvattingen over wat rekenen-wiskunde is, moeten worden bijgesteld. Hieronder vallen bijvoorbeeld gemeenschappelijke opvattingen over wat reken-wiskundig gezien de meer elegante of efficiënte oplossingsstrategieën zijn.

Ook aan leerlingen stelt de realistische aanpak specifieke eisen (Boswinkel & Moerlands, 2001; Milo & Ruijssenaars, 2003). Milo en Ruijssenaars (2003) omschrijven leerlingvaardigheden die binnen deze aanpak een zwaar gewicht krijgen, en vooral voortvloeien uit de realistische principes gerelateerd aan contextgebruik en interactief onderwijs. Het gebruik van contexten doet een beroep op de taalvaardigheid van leerlingen: leerlingen moeten beschikken over een behoorlijke woordenschat en leesvaardigheid, en moeten in staat zijn informatie uit de context om te zetten naar meer formele rekentaal. Dat het gebruik van contexten steunt op de taalvaardigheid van leerlingen, hoeft overigens niet te betekenen dat taalzwakke leerlingen in het nadeel zijn bij deze vorm van rekenonderwijs. Doordat kinderen zelf een betekenisvolle context voor het rekenen construeren en nader vormgeven, biedt dit de leerkracht ook mogelijkheden beter aan te kunnen sluiten bij het taalniveau en de belevingswereld van het kind (Van den Boer, 2001).

Ook de interactieve vorm van onderwijs stelt specifieke eisen aan leerlingvaardigheden. Het verwoorden van een oplossingsstrategie doet een beroep op de verbale vaardigheden van leerlingen en vereist dat leerlingen verschillende representatieniveaus van rekenopgaven (concreet, mentaal en verbaal) kunnen onderscheiden en integreren. Het luisteren naar andere leerlingen stelt hoge eisen aan de luistervaardigheid en concentratie van leerlingen, en aan hun vermogens tot aandachts- en gedragsregulatie. Om vervolgens de verschillende oplossingsstrategieën van medeleerlingen te kunnen begrijpen, vergelijken en evalueren moeten leerlingen beschikken over de nodige cognitieve bagage (bijvoorbeeld om te kunnen wisselen tussen verschillende representatieniveaus van opgaven of om de verschillende oplossingsstrategieën op hun waarden te schatten). Tevens wordt hierbij een beroep gedaan op het kortetermijngeheugen (bijvoorbeeld bij het vasthouden van de verwoorde strategieën) en het langetermijngeheugen (bijvoorbeeld bij het integreren van opgedane inzichten in reeds aanwezige kennis).

3 Slechtziende en blinde kinderen

Leerlingkenmerken en implicaties voor realistisch reken-wiskundeonderwijs

Vanwege hun visuele beperking hebben blinde en slechtziende kinderen een beperktere ervaringswereld dan ziende kinderen en beleven zij de wereld anders (Linders, 1998). Kinderen met visuele beperkingen ervaren in

hoofdzaak de dingen die in hun directe omgeving voelbaar of hoorbaar aanwezig zijn. Daarnaast verloopt het ontdekken van hun leefomgeving niet zomaar spontaan. Vanwege hun visuele beperking worden zij minder geprikkeld om op ontdekking uit te gaan. Blinde en slechtziende kinderen overzien de omgeving niet, of minder goed, en komen daardoor minder snel in aanraking met objecten die hun ontwikkeling bevorderen. Door hun beperkte ruimtelijke oriëntatie is het voorstellingsvermogen dat weer belangrijk is voor de opbouw van begrip van de wereld, van veel kinderen met een visuele beperking relatief zwak.

De ontwikkeling van rekenvaardigheden, -kennis en -inzicht van kinderen met een visuele beperking is slechts mondjesmaat onderzocht. Ahlberg en Csocsán (1999) concluderen op basis van hun onderzoek bij 25 blinde kinderen tussen vijf en negen jaar dat de ontwikkeling van getalbegrip en kardinaliteit bij blinde kinderen op specifieke punten anders is dan bij ziende kinderen. Zo maakten blinde kinderen, in tegenstelling tot ziende kinderen, geen spontaan gebruik van hun vingers tijdens tellen of om getallen te modelleren. Doordat blinde kinderen hun vingers niet kunnen waarnemen zonder te voelen, zullen zij niet spontaan ervaren dat vingers verbonden kunnen worden met getallen en zullen zij niet spontaan profiteren van de ondersteuning die vingerbeelden bieden voor getalbegrip en rekenkundige operaties.

Het gebruik van vingers is een van de vele activiteiten, in het dagelijks leven en op school, die bijdragen aan de ontwikkeling van rekenkennis en die sterk visueel georiënteerd zijn. Vanwege de visuele beperkingen van blinde en slechtziende kinderen is het van belang extra zorg te besteden aan specifieke aanpassingen in het rekanaanbod. Een voorbeeld van een dergelijk op blinde kinderen toegespitst aanbod voor de ontwikkeling van getalbegrip wordt gegeven door Liedtke (1998), waarin het 'visualiseren' van getallen via vingers en concreet materiaal centraal staat.

Het belang van het werken met concreet materiaal sluit aan bij generieke principes die Lowenfeld (1952; zie ook Kirk, Gallagher & Anastasiow, 2000) noemt voor aanpassing van instructie op de onderwijsbehoeften van kinderen met een visuele beperking: concreetheid, verenigen van ervaringen en het direct aanleren van kennis en vaardigheden die ziende kinderen indirect en spontaan aanleren. Om de omgeving goed te begrijpen is het voor kinderen met visuele beperkingen belangrijk om te werken met concrete objecten. Daarnaast is het van belang dat deze kinderen een 'totaal-plaatje' krijgen aangeboden door de onderlinge relaties tussen de concrete objecten uit te leggen. Ten slotte is het belangrijk kinderen met visuele beperkingen te stimuleren in het ontdekken door ze in contact te brengen met hun omgeving en met objecten die ze niet 'direct' waarnemen.

De principes genoemd door Lowenfeld zijn uitstekend

inpasbaar in een realistische aanpak, en sluiten deels zelfs aan bij de vijf principes van realistisch reken-wiskunde-onderwijs zoals hiervoor besproken. Door situaties uit het dagelijks leven als uitgangspunt te nemen binnen het gebruik van contexten, kan nauw aangesloten worden bij de belevingswereld, en specifieke aspecten daarin, van blinde en slechtziende kinderen. Dit biedt de mogelijkheid ze in contact te brengen met objecten uit de omgeving, en hen op deze manier te stimuleren de omgeving te verkennen. Om zich een voorstelling te kunnen maken van hun omgeving, zullen kinderen de aangeboden context zelf moeten ervaren, en is het belangrijk dat zij gestuurd worden in hun waarneming en ontdekking, zodat zij een totaalbeeld krijgen van de omgeving. Via concrete modellen en symbolische voorstellingen van objecten uit de omgeving kan dan de relatie gelegd worden met meer formele rekenopgaven. In een volgende paragraaf wordt uitgelegd hoe wij deze principes in de lessenserie hebben uitgewerkt.

4 (Zeer) zwakke rekenaars

Leerlingkenmeren voor realistisch reken-wiskundeonderwijs

Zeer zwakke rekenaars hebben vanwege hun cognitieve beperkingen moeite met zowel het leren in de dagelijkse leefsituatie als met het schoolse leren (Geary, Brown & Samaranayake, 1991). In tegenstelling tot wat bij blinde en slechtziende kinderen het geval is, is relatief veel onderzoek verricht naar de rekenvaardigheid van (zeer) zwakke rekenaars, vooral wat betreft numerieke vaardigheden, tellen en rekenvaardigheden (Geary, 2004). Onderzoek naar de numerieke vaardigheden (als het identificeren van getallen of het vergelijken van de grootte van getallen) en de telvaardigheid toont aan dat deze vaardigheden bij veel zwakke rekenaars weliswaar vertraagd zijn, maar niet kwalitatief verschillen van die van (jongere) kinderen zonder rekenproblemen, in ieder geval wat betreft het verwerken van eenvoudige getallen (Geary, 1993; Geary, Hoard & Hamson, 1999). Wel bleken zwakke rekenaars relatief veel problemen te hebben met het bijhouden van getelde elementen, wat leidt tot onderstellingen of dubbeltellingen. Dit laatste probleem wordt toegeschreven aan de problemen die veel zwakke rekenaars hebben met het vasthouden van informatie in het werkgeheugen (Wilson & Swanson, 2001).

Onderzoek naar rekenvaardigheden toont aan dat zwakke rekenaars vrijwel dezelfde strategieën gebruiken als kinderen zonder rekenproblemen, maar dat eerstgenoemde kinderen een tragere ontwikkeling doormaken in het gebruik van steeds meer geavanceerde strategieën, langer gebruikmaken van (minder elegante) telstrategieën en relatief veel telfouten maken. Het meest opvallend is echter

dat zwakke rekenaars, ondanks herhaalde leerervaringen, slechts zeer moeizaam vooruitgang boeken in het automatiseren van basiskennis van rekenfeiten en hardnekkige problemen ervaren in het ophalen van basale rekenfeitenkennis uit het geheugen (Geary et al., 1991).

Veel zwakke rekenaars hebben ook een achterstand op het gebied van taal- en leesvaardigheid (Light & DeFries, 1995). Andere leerlingkenmerken die volgens Miller en Mercer (1997) veelal gepaard gaan met rekenproblemen, zijn een geschiedenis van faalervaringen die bijdraagt tot de ontwikkeling van aangeleerde hulpeloosheid en een passieve houding tijdens de rekenlessen, en problemen wat betreft aandacht, visueel-ruimtelijke vaardigheden, auditieve verwerking, werkgeheugen en langetermijngeheugen, fijn-motorische vaardigheden (in casu schrijven), meta-cognitieve vaardigheden, en emotionele problemen (zoals een negatief zelfbeeld of rekenangst). Goldman, Hasselbring et al. (1997) wijzen op het inerte kennis-probleem bij zwakke rekenaars: rekenkundige kennis wordt nauwelijks of slechts in een beperkt aantal probleemsituaties ingezet, omdat leerlingen niet inzien wanneer en hoe ze hun kennis moeten gebruiken in een breder scala van situaties.

Wat impliceren de leerlingkenmerken van zwakke rekenaars voor een rekenmethode uitgaande van een realistische aanpak? Het gebruik van contexten voor het leren en het toepassen van de leerstof (principe (a)), het aansluiten bij informele rekenkennis van leerlingen (principe (c)) en het gebruik van voorstellingen en modellen om kinderen te helpen de relatie te leggen tussen informele context en formele opgaven (principe (b)) lijken voor zwakke rekenaars heel belangrijk. Leerlingen moeten leren hoe en wanneer zij hun rekenkennis moeten inzetten in diverse probleemsituaties. Dit vereist dat declaratieve (feiten)kennis, procedurele en conceptuele kennis van leerlingen is geïntegreerd. Door rekenkennis te oefenen en toe te passen in alledaagse, betekenisvolle contexten gebruiken leerlingen zowel declaratieve, procedurele als conceptuele kennis, en leren zij deze drie kennisaspecten te integreren bij het oplossen van rekenvraagstukken. Juist voor zwakke rekenaars is het belangrijk, vanwege het inerte kennis-probleem, rekenkennis en -vaardigheden in te bedden in betekenisvolle situaties, aan te sluiten bij de informele kennis van de leerlingen en voort te bouwen op eigen constructies. Ook het probleem van zwakke rekenaars in het opslaan en ophalen van rekenkennis in het langetermijngeheugen is mogelijk gebaat bij een aanpak waarbij de declaratieve kennis niet in isolatie wordt getraind (bijvoorbeeld inslijpen via kale sommen), maar wordt geïntegreerd met procedurele en conceptuele kennis binnen betekenisvolle contexten. Het gebruik van betekenisvolle contexten werkt ook motiverend en maakt dat leerlingen een actieve rol krijgen (Goldman, Hasselbring et al., 1997).

Een actieve en betrokken houding wordt ook gestimuleerd door aan te sluiten bij de eigen ideeën en aanpak van

leerlingen en de interactieve vorm van onderwijs. Met betrekking tot dit laatste principe worden door sommige leerkrachten en onderzoekers kanttekeningen geplaatst. Milo en Ruijssenaars (2003) concluderen dat een zekere mate van structurering van de instructie bij zwakke rekenaars het meest wenselijk is: leerlingen uit hun onderzoek bleken meer baat te hebben bij een voorgeschreven strategie dan bij het mogen gebruiken van een strategie van eigen voorkeur.

Het in deze paragraaf besproken onderzoek (met uitzondering van Milo & Ruijssenaars, 2003) is in hoofdzaak uitgevoerd bij kinderen met een laag-gemiddelde of hogere intelligentie. De zeer zwakke rekenaars uit ons onderzoek functioneren op MLK-niveau en hebben een beneden-gemiddelde intelligentie. Onderzoek toont aan dat deze kinderen een aanzienlijk tragere vooruitgang boeken in het rekenonderwijs en langere perioden kennen waarin hun kennis op hetzelfde niveau blijft, of lijkt te blijven (Parmar, Cawley & Miller, 1994). Ook moet bij deze kinderen meer tijd en aandacht worden besteed aan het inleefbaar maken van de context. Boswinkel en Moerlands (2001) observeerden dat voor sommige zeer zwakke rekenaars de relatie tussen een concrete situatie (hier: vader en moeder vogel en hun vier jongen) en de representatie ervan (via zes fiches) zeker niet vanzelfsprekend was en dat het inzicht in de relatie zeer traag tot stand kan komen. Daarnaast hebben deze kinderen, meer nog dan zwakke rekenaars met een laag-gemiddelde of hogere intelligentie, problemen met de transfer van kennis en hebben zij moeite de geleerde kennis toe te passen in andere, nieuwe probleemsituaties (Milo & Ruijssenaars, 2003). In de volgende paragraaf wordt verslag gedaan van een exploratieve studie naar de implementatie van een korte lessenserie realistisch rekenen, aangeboden aan slechtziende kinderen en zeer zwakke rekenaars.

5 Implementatie van lessenseries en verslag van observaties

Aan het onderzoek namen twee groepen leerlingen uit het S(B)O deel: een groep slechtziende kinderen en een groep zeer zwakke rekenaars. Voor beide groepen is een op hen toegesneden lessenserie ontwikkeld, gebaseerd op de principes van de realistische reken-wiskundendidactiek.⁴

Slechtziende kinderen

De slechtziende kinderen ($n = 6$), allen jongens, bezochten een SO-school voor blinde en slechtziende kinderen. Subgroep 1 bestond uit twee zevenjarige jongens en één tienjarige jongen die functioneerden op niveau midden groep 3; het laatste kind is een zij-instromer die op achtjarige leeftijd in Nederland is komen wonen. Subgroep 2

bestond uit drie achtjarige jongens die op niveau eind groep 3 functioneerden. Alle kinderen zijn zeer slechtziend, maar kunnen wel allemaal zwartdruk lezen, eventueel vergroot. In figuur 1 zijn de leeftijd, verbale IQ-score en de score op de Cito-toets Rekenen-Wiskunde bij aanvang van de training weergegeven.

kind	leeftijd (in mnd)	niveau	verbaal IQ	Cito Rekenen-Wiskunde
kind 1	89	midden groep 3	95	30
kind 2	91	midden groep 3	83	15
kind 3*	120	midden groep 3	48	6
kind 4	103	eind groep 3	76	35
kind 5	99	eind groep 3	105	56
kind 6	107	eind groep 3	74	43

* kind 3 is een zij-instromer en woont vanaf achtjarige leeftijd in Nederland

figuur 1: leeftijd (in maanden), rekenniveau, IQ-scores en Cito Rekenen-Wiskunde scores van slechtziende kinderen

Lessenseries slechtziende kinderen

Er zijn twee lessenseries ontwikkeld, een voor de kinderen rekenend op niveau midden groep 3 en een voor de kinderen rekenend op niveau eind groep 3. Beide lessenseries bestonden uit twaalf bijeenkomsten van ongeveer dertig tot veertig minuten, en werden begeleid door Y. Zeeuwen, laatstejaarsstudente Orthopedagogiek. De bijeenkomsten vonden twee keer per week plaats. De rest van de week volgden de kinderen het normale rekenprogramma in de klas ('Wis en Reken'). Elke bijeenkomst werd op video opgenomen voor analyse na afloop van de training.

De doelstelling van de lessenserie, aangeboden aan kinderen rekenend op niveau midden groep 3, richt zich op het ontwikkelen van het getalbegrip tot 20, het bewust worden van structuur door middel van vingerbeelden, het bewust maken van een getal in een reeks en niveauverplaatsing van begripsvorming naar getalrelaties. Bij het ontwikkelen van deze lessenserie is met name aandacht besteed aan de aard van de context en het gebruik ervan. Er is gezocht naar contexten waarmee de kinderen dagelijks in aanraking komen, en dus zelf kunnen ervaren. Tijdens deze training is, in navolging van bevindingen en aanbevelingen van Ahlberg en Csocsán (1999), en Kirk et al. (2002, Liedtke (1998) en Lowenfeld (1952), gebruikgemaakt van vingerbeelden en concrete materialen die in de directe schoolomgeving van het kind (het lokaal) aanwezig waren. De eerste lessen bijvoorbeeld waren gericht op het bewustmaken van de twee- en vijfstructuur en hiermee tellen, en eenvoudige rekenkundige operaties uitvoeren, gebruikmakend van vingers en tenen, lichaamsdelen waarvan er twee bestaan, en twee- of vijf-groepjes van concrete materialen uit de directe omgeving

(bijvoorbeeld, schoenen, magneetronpjes, blokken).

In een volgende les moesten kinderen bijvoorbeeld vingerbeelden gebruiken in het kraken van steeds langere codes van een kluis met snoepgoed. Telkens werd één kind een meercijferige code getoond en moest hij het cijfer via vingerbeelden aan een ander kind 'doorseinen'.

Dit kind schreef het cijfer op en seinde het door aan het volgende, en laatste kind, die het cijfer ook opschreef. Dit herhaalde zich totdat alle cijfers waren doorgeseind. Als de totale cijfercode (opgeschreven door de laatste leerling) ook de oorspronkelijke code was, was de kluis gekraakt.

De doelstelling van de korte lessenserie aangeboden aan de tweede subgroep slechtziende kinderen, rekenend op niveau eind groep 3, begin groep 4, was het ontwikkelen van getalbegrip tot 100, het bewustworden van ordinaliteit en kardinaliteit, het bewustmaken van de plaats van een getal in de telrij en het bewustmaken van een hoeveelheidsgetal. Ook bij deze lessenserie is gezocht naar een concrete context die kinderen zelf kunnen ervaren.

De context die is gekozen is het traplopen. Bij aanvang van de lessenserie is de begeleider samen met de kinderen gaan traplopen in een gebouw op het terrein. Tijdens het traplopen werd ingegaan op het synchroon tellen, de positie van een getal ten opzichte van een ander getal, de positie van een getal ten opzichte van een tiental en het tellen in stappen van twee. Zo konden leerlingen zelf bijvoorbeeld ervaren hoe de positie van twee getallen ten opzichte van elkaar is, en hoe je sneller boven bent door in stappen van twee te lopen.

In de daaropvolgende bijeenkomsten is deze context verder uitgewerkt door zelf trappen te bouwen met blokken, trappen te tekenen, uit te knippen en aan elkaar te plakken. Op deze manier is er een overstap gemaakt naar andere materialen waarbij dezelfde opdrachten nog een keer zijn geoefend. Uiteindelijk is de overstap gemaakt naar een werkblad van een gebouw met meerdere verdiepingen die door trappen met elkaar verbonden zijn, en op deze manier een 'getallenlijn' van 1 tot 100 weergaf. Dit schematische model hielp kinderen een relatie te leggen

tussen de informele context (traplopen en trappen bouwen) en de meer formele getallenlijn en rekenopgaven. Beide groepen kinderen kregen rekenonderwijs via de realistische methode 'Wis en Reken' en waren dus al bekend met de basale principes van het realistisch rekenen. De lessenseries zijn met name gericht op het afstemmen en toespitsen van de gebruikte context op specifieke kenmerken, belevingswereld en voorstellingsvermogen van slechtziende kinderen en de hieruit volgende onderwijsbehoeften. Daarnaast werd er in de lessenseries langer met een context doorgewerkt dan in de methode Wis en Reken het geval is. Ook werd meer aandacht besteed aan het luisteren naar elkaar, het discussiëren over ideeën en het reflecteren op het eigen denken dan kinderen gewend waren in hun reguliere rekenlessen.

Observaties lessenseries slechtziende kinderen

Uit observaties van de video-opnamen sprongen drie aspecten in het oog: het gebruik van de context, verwachtingen van de leerlingen ten aanzien van de begeleider en de invloed die uitgaat van individuele verschillen tussen leerlingen.

De trappen en het traplopen, de context gekozen voor de eind-groep 3 lessenserie, bleek uitstekend aan te sluiten bij de belevingswereld van de kinderen. Ze deden enthousiast mee met de oefeningen gerelateerd aan traplopen. Het via traplopen zelf ervaren en actief ontdekken van (variëaties in) tellen en de positie van getallen in de telrij, maakte dat leerlingen zich een goede voorstelling konden maken van de gebruikte context als basis voor het leren en toepassen van de lesstof. Terug in de klas konden ze de actief fysiek beleefde contextsituatie goed transformeren naar abstractere representaties van trappen, en zetten zij deze modellen ook daadwerkelijk in bij de meer formele rekenopgaven. Tijdens het werken met de werkbladen met een trap bijvoorbeeld, tekenden de leerlingen een deur en een poppetje aan het begin van de trap om zo het 'trappen lopen' te verbeelden.

Verder viel op dat met name de kinderen in de lessenserie midden groep 3 een traditionele, sterk-sturende rol van de begeleider verwachtten. Tijdens de eerste bijeenkomsten waren de kinderen erg druk en moesten zij vaak gecorrigeerd worden in hun gedrag. Hierdoor nam de begeleider veel leiding, en deze houding werkte ook door tijdens de 'feitelijke' rekenles. In de eerste lessen bestond de interactie hoofdzakelijk uit een vraag van de begeleider, een antwoord van een leerling, gevolgd door een bevestiging of verbetering van het antwoord door de begeleider. Zodra de begeleider een meer afwachtende houding aannam en ruimte bood voor een grotere inbreng van de leerlingen, ontstond er bij hen onduidelijkheid. De leerlingen leken niet te weten wat er van hen verwacht werd, dachten niet na over de probleemstelling die hen voorgelegd was en richtten hun aandacht op andere zaken (bijvoorbeeld ongericht met de materialen op tafel spelen). Ook hadden de leerlingen moeite met vraagstellingen met een open

karakter en probeerden door het vragen van hulp en aanwijzingen de openheid van de opgaven zoveel mogelijk te beperken (bijvoorbeeld: 'Ik snap het niet. Moet ik soms dit doen?')

In de loop van de training veranderde de aard van de interacties. De leerlingen leken nu beter aan de situatie gewend en luisterden ook beter naar elkaar. Het komt nu ook voor dat een leerling een andere leerling attendeert op het maken van een denkfout en uitlegt wat er fout is gegaan. Niettemin werd duidelijk dat een verandering in het didactische contract, en daarmee in de sociale normen die een realistische benadering met zich meebrengt (Cobb et al., 1997; Gravemeijer, 1995; McClain & Cobb, 2001), voor leerlingen onwennig kan zijn en de nodige inspanningen kan vereisen, ook in het geval van leerlingen die, zoals de slechtziende leerlingen uit onze studie, al bekend zijn met een realistische methode (maar nog niet noodzakelijkerwijs met een realistische didactiek).

Een derde punt dat duidelijk naar voren kwam uit de observaties was de invloed die uitgaat van grote individuele verschillen tussen leerlingen. Eén leerling vertoonde kenmerken van een stoornis in het autistisch spectrum en vroeg door zijn drukke gedrag en willekeurige productie van geluiden veel aandacht van de begeleider. Ook interfereerde zijn gedrag met de interacties tussen leerlingen, drong informatie moeilijker tot hem door en kon hij verschillende keren niet meer volgen wat er in de les gebeurde. Daarnaast bleek dat verschil in intelligentie tussen leerlingen een behoorlijke invloed had op het verloop van de lessen, en dat deze invloed groter was dan wij op voorhand hadden ingeschat. Kinderen met een lager intelligentieniveau bleken beduidend meer moeite te hebben met de lesstof, en hadden vaak extra instructie nodig om de taak te kunnen maken. Verschillen in intelligentieniveau beïnvloedden ook de interacties tussen leerlingen: leerlingen met een relatief laag intelligentieniveau brachten tijdens de discussie niet zelf hun oplossingsstrategieën naar voren en leken de uitleg van andere kinderen niet te begrijpen.

Zeet zwakke rekenaars

De zeer zwakke rekenaars ($n = 5$), vier jongens en één meisje, bezochten allen een SBO-school, MLK-niveau. De kinderen, variërend in leeftijd van 9;3 tot 10;5 jaar, waren afkomstig uit dezelfde niveaugroep rekenen. Zij rekenden op niveau midden groep 3, optellen en aftrekken tot 10. In figuur 2 zijn leeftijd, verbale, performale en totale IQ-scores en de scores op de 'Cito-toets Rekenen-Wiskunde' en de 'Utrechtse Getalbegrip Toets' (Van Luit, Van der Rijt & Pennings, 1994) bij het begin van de training weergegeven.

De zeer zwakke rekenaars hadden een laag niveau van intelligentie. Daarnaast was hun taalvaardigheid zeer zwak. De scores van de kinderen op de actieve en passieve woordenschattaken van de TAK (Verhoeven, Vermeer & Guchte, 1986) en de zinsbegrip- en tekstbegriptaak van

de 'Taaltests voor Kinderen' (Van Bon, 1982) lagen op het niveau van een gemiddelde zes- tot zevenjarige. Het profiel van taalvaardigheid en intelligentie van de kinderen komt dus overeen met dat van zeer zwakke rekenaars, beschreven in de literatuur (bijvoorbeeld Geary, 2004).

veaus. Gestart werd met een kennismaking met de vingerbeelden, door middel van verkenning van het eigen lichaam en daaraan gekoppeld verschillende hoeveelheden. Ook werd gewerkt met materialen als een eierdoos, magneetjes, MAB-materiaal, dobbelstenen en kaartjes met

kind	Leeftijd (in mnd)	VIQ*	PIQ*	TIQ	Cito Reken-Wi*	UGT*
kind 1	126	68	49	57	9	23
kind 2	116	55	75	62	17	33
kind 3	122	62	70	62	14	36
kind 4	111	62	76	65	11	30
kind 5	128	66	65	62	14	34

*) VIQ = verbale intelligentiescore; PIQ = performale intelligentiescore; TIQ = totale intelligentiescore
Cito Reken-WI = Cito Rekenen-Wiskunde, M3; UGT = Utrechtse Getalbegrip Toets

figuur 2: leeftijd (in maanden), verbale, performale en totale IQ-scores, en scores op de 'Cito Rekenen-Wiskunde' en de 'Utrechtse Getalbegrip Toets' van de zeer zwakke rekenaars

Observaties tijdens reguliere rekenlessen in de klas leerden dat de stof op traditioneel mechanistische wijze (hoofdzakelijk op het niveau van formele bewerkingen) werd aangeboden. De leerkracht had een sterk sturende rol en de houding van de leerlingen was passief. De leerkracht had voor alle leerlingen dezelfde leerweg uitgestippeld, waarin de leerstof in kleine stapjes werd aangeboden, gericht op het inslijpen van sommen tot 10. De leerlingen werkten, individueel, gedurende dertig minuten in werkboekjes met kale sommen (bijvoorbeeld, één werkblad bestond uit 110 optel- en aftreksommen van het type $2 + 4 =$; $8 - 2 =$; $3 + \dots = 4$) en leverden hun boekje na de les bij de leerkracht in.

Lessenserie zeer zwakke rekenaars

De lessenserie bestond uit twaalf bijeenkomsten van ongeveer dertig tot veertig minuten, en werd begeleid door S. de Crom, leerkracht en laatstejaarsstudent Orthopedagogiek. De bijeenkomsten vonden twee keer per week plaats en werden opgenomen op video voor analyse na afloop van de training. De rest van de week volgden de kinderen het reguliere (traditioneel mechanistische) rekenprogramma in de klas.

De doelstellingen van de lessenserie waren: (1) het telbaar representeren van benoemde aantallen met bijvoorbeeld vingers, streepjes en stippen en deze vaardigheid in toepassingsituaties 'erbij' en 'eraf' benutten; (2) het verkennen van structuren met behulp van vingerbeelden tot tien en/of twintig ('bijna' dubbelen, vijven en een tien) (Treffers, Van den Heuvel-Panhuizen & Buys, 1999). Kinderen werden nadrukkelijk aangemoedigd te verwoorden wat ze aan het doen zijn, hoe ze iets doen, en waarom ze dat op die manier doen.

Binnen de lessenserie is gewerkt op verschillende ni-

daarop verschillende cijfers van 1 tot 10. De laatste bijeenkomsten waren gewijd aan de koppeling van begrip, via getalrelaties, naar de formele bewerkingen. Deze koppeling vond bijvoorbeeld plaats door op een *whiteboard* met magneetjes verschillende hoeveelheden te structureren, waarna de leerlingen de bijbehorende somnotaties eronder schreven. Een rode draad door de training was het maken en spelen van een ganzenbordspel, waarbij in het spel de leerstof geïntegreerd werd.

Observaties lessenserie zeer zwakke rekenaars

Uit de observaties kwamen twee aspecten duidelijk naar voren: de betrokkenheid van leerlingen en hun actieve houding en de interacties tussen leerlingen.

Al vanaf de eerste les waren de leerlingen gedurende de hele lessenserie intensief betrokken bij de lessen en hadden zij een actieve houding. De leerlingen zaten op het puntje van hun stoel, voorovergebogen over de tafel, om niets te missen van bijvoorbeeld het rekenen met eierdozen en blokjes, zoals uit het volgende fragment uit bijeenkomst 9 blijkt:

Een leerling heeft 10 blokjes in haar hand. Ze legt 5 blokjes aan één kant van de eierdoos. De begeleider vraagt aan de andere kinderen hoeveel blokjes de leerling nu nog in de hand heeft. In koor roepen de andere kinderen: 'Vijf, want vijf en vijf is tien.'

De betrokken en actieve houding van de leerlingen is opvallend: de opzet en realistische didactiek van de lessenserie was wezenlijk anders dan de kinderen in hun reguliere rekenlessen gewend waren. Aan het begin van de lessenserie moesten de leerlingen wennen aan de actieve rol die zij toebedeeld kregen. Spoedig namen zij echter een betrokken en actieve houding aan. Wat hierin mogelijk van positieve invloed is geweest, is dat de begeleider

aan het begin van elke bijeenkomst duidelijke regels stelde (bijvoorbeeld ten aanzien van beurt nemen tijdens interacties).

Duidelijk was ook dat de kinderen (weer) plezier beleefden in het rekenen. Een onderdeel van de lessenserie dat heeft bijgedragen aan het plezier in rekenen was het ganzenbordspel. Dit spel hadden de kinderen tijdens de tweede en derde bijeenkomst zelf bedacht en gemaakt. Het bestond uit een bord met daarop de cijfers 1 tot en met 20, en verschillende vakjes waar opdrachten moesten worden uitgevoerd, bijvoorbeeld het opzetten van vingerbeelden. Met dit ganzenbordspel werd beoogd kinderen op een andere manier met de getallen 1 tot 20 bezig te laten zijn en op speelse wijze vingerbeelden in te oefenen. De kinderen vonden het spelen van dit spel erg leuk. De begeleider maakte aan het begin van elke bijeenkomst duidelijk dat het spel gespeeld zou worden aan het eind van de bijeenkomst, als de kinderen hun best zouden doen. Dit vooruitzicht motiveerde de kinderen hun beste beentje voor te zetten (zelfs zo dat kinderen elkaar soms sommeerden beter hun best te doen). Opvallend was echter dat de kinderen zo geconcentreerd werkten, dat zij pas aan het eind van de bijeenkomst vroegen of er nog tijd over was om het spel te spelen. De toevoeging van het ganzenbordspel aan de training had dus een positieve invloed op de motivatie van de kinderen. Daarnaast waren kinderen gedreven en actief betrokken, en vonden gedurende het spel interacties plaats tussen kinderen, dé oogmerken van het realistisch reken-wiskundeonderwijs (zie bijvoorbeeld Van den Heuvel-Panhuizen, 2001). Een spelvorm als een zelfgemaakt ganzenbord blijkt een goede leervorm om te integreren in de realistische reken-wiskundelessen aan zeer zwakke rekenaars, en mogelijk ook aan andere kinderen rekenend op niveau groep 3.

Het plezier in het rekenen en de actieve houding van de leerlingen kwam ook tot uitdrukking in de interacties tussen de leerlingen. De leerlingen luisterden naar elkaar en reageerden op elkaars antwoorden, zoals bijvoorbeeld blijkt uit onderstaand fragment (namen zijn gefingeerd).

- Begeleider: Wat hebben handen met rekenen te maken?
Sharon: Kun je tellen. Dan heb je een som, doe je 6 en ik weet hem niet dan doe ik gewoon ... uhm, dan doe ik 9 en ik wil 4 maken, maar dat kan toch niet 4, als ik 4 wil maken, dan doe ik gewoon 1,2,3,4 (5 over, laat volle hand zien).
Maarten: Maar op school mag je niet je vingers gebruiken als je gaat rekenen.
Begeleider: Waarom mag je die niet gebruiken?
Maarten: Omdat dat spieken is en je mag niet spieken en dat mag niet op school, dat is verboden.
Sharon: Nee, ik doe het gewoon. Je kan het wel thuis doen.
Maarten: Nee de rekenkist mag je wel gebruiken, maar vingers niet.
Sharon: Maar dat is toch hetzelfde?
Maarten: Nee, dat is niet hetzelfde want de rekenkist dat zijn blokjes.
Sharon: Ja maar als je 9 hebt en je wilt 5 maken dan moet je bij blokjes moet je toch tellen?

[...]

- Begeleider: Oké, ik hoor Sharon, Jan en Aäron zeggen dat het hetzelfde is en Diego en Maarten vinden van niet. Waarom vinden we het hetzelfde?
Sharon: Omdat je wilt uh... 9 maken en dat 9, 9 eraf 3 dat kan je toch ook gewoon met de blokjes doen, dan ...
Maarten: Ik weet het al ...
Sharon: Dan doe je gewoon 9 en 3 weg en dat kan je ook zo doen (laat op haar vingers zien) 9 en 3 weg.
Maarten: Ik weet het al, vingers is makkelijker dan blokjes!
Begeleider: Waarom zijn vingers makkelijker dan blokjes?
Maarten: Vingers kan je makkelijk zo doen (zet 7 in één beweging op), en blokjes moet je een paar regels zetten.
Begeleider: Maar waarom is het dan verboden op school om met vingers te werken?
Sharon: Ik doe het toch bij meneer in de klas! (een ander kind roept ook 'ik doe het toch.')
- Maarten: Omdat je wat moet gaan leren en niet met vingers gaan leren. Anders kan je naar de kleuters gaan, want hun doen wel met vingers.

Dit fragment is afkomstig uit een herhalingsles van de vingerbeelden die in de eerste vijf lessen aan bod waren gekomen. De kinderen hadden alleen tijdens hun reguliere rekenles met de rekenkist gewerkt. Uiteindelijk was de vraag wat je met je vingers kunt doen en wat ze met rekenen te maken hebben. Sharon en Maarten vergelijken uit zichzelf de vingers met de blokjes uit de rekenkist. Er werd dus door beide kinderen een verband gelegd tussen de verschillende materialen en beiden verdedigden hun standpunt. Toen de begeleider hun standpunten kort had samengevat gaven ook de overige kinderen, Aäron, Jan en Diego hun mening: Aäron en Jan waren het met Sharon eens, terwijl Diego zich bij Maartens mening aansloot.

Dit voorbeeld is niet een eenmalige, en toevallige gebeurtenis. Ook in andere situaties legden leerlingen relaties tussen materialen, vingerbeelden en de vijfstructuur, zij het soms na aansporing van de begeleider, en ontstond er soms discussie tussen leerlingen. Onderstaande interactie ontstond toen de kinderen werd gevraagd wat je zowel met je handen als met de eierdoos kunt doen.

- Begeleider: Wat kun je zowel met je handen als met de eierdoos doen?
Sharon: Met eierdozen kun je tellen.
Maarten: Je hoeft niet meer te tellen ...
Sharon: Met handen en eierdozen kun je dus eigenlijk sommen maken.

Wat verder opviel was dat kinderen hun oplossingsstrategieën, die vaak verschillend van aard waren, tijdens de lessenserie naar voren brachten, met aandacht naar elkaars strategie luisterden en soms ook op een strategie of antwoorden reageerden door te zeggen 'Ik weet ook nog een manier', of 'je kan ook'. Bijvoorbeeld toen Jan

gevraagd werd om zeven te laten zien met magneten op het magneetbord, hing hij dit op als 1 - 3 - 3. Maarten stak daarop zijn vinger omhoog en hing 4 - 3 op. In een andere situatie, tijdens de tiende bijeenkomst, kregen de kinderen blokjes in handen en werd hen gevraagd hoe ze bijvoorbeeld met de eierdoos konden controleren hoeveel blokjes ze hadden gekregen. Aäron legde spontaan de blokjes in de eierdoos van 10 en telde hardop: '2, 4, 6, 8'. Jan gebruikte een andere strategie en legde de blokjes in een rij van vijf en van drie en liet daarna acht zien met behulp van vingerbeelden (een volle hand en drie). Maarten gebruikte net als Aäron de eierdoos en lichtte toe: 'Twee zijn er weg en tien en twee eraf is acht'. Vervolgens vroeg de begeleider of hij acht ook nog op een andere manier zou kunnen laten zien. Maarten antwoordde direct: 'Vier en vier'. Dat de zeer zwakke rekenaars verschillende oplossingsmanieren lieten zien, met aandacht naar elkaar luisterden en op elkaars inbreng reageerden is opmerkelijk, en suggereert dat ook de principes van voortbouwen op eigen ideeën en aanpak van leerlingen en interactief rekenonderwijs van waarde kunnen zijn voor zeer zwakke rekenaars.

6 Conclusies

Uit de observaties van de rekenlessen binnen de lessenseries komen vijf punten duidelijk naar voren. Het leren en oefenen van de rekenstof binnen een betekenisvolle context helpt de leerlingen om rekenkennis, -vaardigheden en -inzicht te integreren bij het oplossen van rekenvraagstukken. Belangrijk is dat deze contexten inleefbaar zijn. Het zelf fysiek ervaren van een context kan helpen deze inleefbaar te maken: de trapcontext (traplopen, trappen bouwen en trapmodellen) bleek voor de slechtziende kinderen een uitstekende context.

Een realistische benadering bleek ook een gunstige invloed te hebben op de motivatie en betrokkenheid van leerlingen, en moedigde een actieve houding van leerlingen aan. Ook het zelf bedenken en bouwen van een spel, dat in de lessen steeds terugkomt om de leerstof inzichtelijk te maken en te oefenen, draagt bij aan de motivatie voor en het plezier in rekenen. Deze observaties sluiten aan bij ervaringen van andere onderzoekers met kinderen uit speciale populaties (bijvoorbeeld Boswinkel & Moerlands, 2001; Buys, 1999; cf. Van Luit & Naglieri, 1999). De actieve en betrokken houding kwam, vooral bij de zeer zwakke rekenaars, ook duidelijk naar voren bij de interacties tussen leerlingen: kinderen verwoordden hun oplossingsstrategie, voerden discussies over gebruikte strategieën, antwoorden, of andere zaken die betrekking hadden op de leerstof, verdedigden hun standpunt en probeerden elkaar te overtuigen (ondanks hun zwakke taalvaardigheid en laag intelligentieniveau). Daarnaast bleken kinderen verbanden te leggen tussen verschillende

materialen, en maakten zij dit tijdens de les onderwerp van discussie. Twee principes van de realistische benadering zijn het centraal stellen van de eigen ideeën en aanpak van leerlingen en voortbouwen op eigen constructie, en het interactief onderwijs. Bij dit laatste principe gaat het vooral om interacties of discussies die het reflecteren op het eigen denken stimuleren: door eigen ideeën, constructies en oplossingsstrategieën naar voren te brengen en te vergelijken, kunnen leerlingen ontdekkingen doen en van elkaar leren. Onze bevindingen suggereren dat deze principes ook realiseerbaar kunnen zijn bij zeer zwakke rekenaars.

Bij een van de lessenseries uitgevoerd bij slechtziende kinderen kwam duidelijk naar voren dat het principe van interactief onderwijs niet vanzelfsprekend is: de kinderen stonden onwennig tegenover de actieve inbreng die er van hen werd verwacht. De duur van de lessenserie was te kort om bij hen het ingeslepen patroon van klassieke instructie volledig te doorbreken. Hierin ligt ook de wezenlijke invloed van de aanpak van de leerkracht besloten: rekenen moet worden gezien als een constructieve activiteit, waarbij de leerlingen en hun ideeën en aanpak centraal staan.

Ten slotte bleek uit de observaties bij slechtziende kinderen dat grote onderlinge verschillen in denkniveau en denkt tempo, of de aanwezigheid van een bijkomende (gedrags)stoornis, op gespannen voet kunnen staan met het interactieprincipe van de realistisch benadering. De confrontatie met variaties in het denken van andere leerlingen en met andere oplossingsstrategieën kan zeker een waardevolle bron zijn voor het eigen denken (Treffers & Feijs, 1987; Treffers & Veltman, 1993), maar als leerlingen niet op een enigszins vergelijkbaar denkniveau en -tempo functioneren, zullen leerlingen met bijvoorbeeld een hoger intelligentieniveau niet optimaal geprikkeld worden in hun denkgedrag en zullen leerlingen met een lager intelligentieniveau snel afhaken. Vanwege de inherente heterogeniteit van de populatie kinderen binnen het S(B)O, en de comorbiditeit met andere problemen als gedragsproblemen, verdient dit aspect dus extra aandacht in de implementatie van een realistische benadering binnen dit type onderwijs.

Noten

1

2

3 De auteurs van dit artikel bedanken de kinderen die hebben deelgenomen aan de lessenseries voor hun inzet en inspiratie. Daarnaast bedanken wij twee anonieme beoordelaars en J. Nelissen voor hun commentaar op een eerdere versie van dit artikel.

Correspondentie over dit artikel kan gestuurd worden aan: J.G. van Hell, Radboud Universiteit Nijmegen, Faculteit der Sociale Wetenschappen, Sectie Orthopedagogiek: Leren en Ontwikkeling, Postbus 9104, 6500 HE Nijmegen.

4 Een gedetailleerde beschrijving van de lessenseries is op te vragen bij de auteurs.

Literatuur

- Ahlberg, A. & E. Csocsán (1999). How children who are blind experience numbers. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 93, 549-560.
- Boer, C. van den (2001). Ik zie, ik zie wat jij niet ziet? Ik hoor, ik hoor wat jij niet hoort. *Tijdschrift voor nascholing en onderzoek in het reken-wiskundeonderwijs*, 19, 25-33.
- Bon, W.H. J. van (1982). *Taaltests voor Kinderen*. Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Boswinkel, N. & F. Moerlands (2001). Speciaal rekenen. *Tijdschrift voor nascholing en onderzoek van het reken-wiskundeonderwijs*, 19, 3-13.
- Boswinkel, N., M. Baltussen, W. Hoogendijk & F. Moerlands (2002). *Tussenrapportage Project Speciaal Rekenen*. Utrecht: Freudenthal Instituut (interne publicatie).
- Buys, K. (1999). Realistische instructie: anders en toch hetzelfde. *Willem Bartjens*, 18, 13-20.
- Cobb, P., A. Boufi, K. McClain & J. Whitenack (1997). Reflective discourse and collective reflection. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28, 258-277.
- Fraivillig, J.L., L.A. Murphy & K.C. Fuson (1999). Advancing children's mathematical thinking in everyday mathematics classrooms. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30, 148-170.
- Geary, D.C. (1993). Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin*, 114, 345-362.
- Geary, D.C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 37, 4-15.
- Geary, D.C., S.C. Brown & V.A. Samaranayake (1991). Cognitive addition: A short longitudinal study of strategy choice and speed-of-processing differences in normal and mathematically disabled children. *Developmental Psychology*, 27, 787-797.
- Geary, D.C., M.K. Hoard & C.O. Hamson (1999). Numerical and arithmetical cognition: Patterns of functions and deficits in children at risk for a mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 74, 213-239.
- Goldman, S.R., T.S. Hasselbring & the Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1997). Achieving meaningful mathematics literacy for students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 30, 198-208.
- Gravemeijer, K. (1995). Het belang van social norms en socio-math norms voor realistisch reken-wiskundeonderwijs. *Tijdschrift voor nascholing en onderzoek in het reken-wiskundeonderwijs*, 14, 17-23.
- Heuvel-Panhuizen, M. van den (2001). Realistic mathematics education in the Netherlands. In: J. Anghileri (ed.). *Principles and practices in arithmetic teaching*. Buckingham/Philadelphia: Open University Press, 44-63.
- Kirk, S.A., J.J. Gallagher & N.J. Anastasiow (2000). *Educating exceptional children*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Liedtke, W. (1998). Fostering the development of number sense in young children who are blind. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 92, 346-349.
- Light, J.G. & J.C. DeFries (1995). Comorbidity of reading and mathematics disabilities: Genetic and environmental etiologies. *Journal of Learning Disabilities*, 28, 96-106.
- Linders, C.M. (1998). *Zweeftaal en andere raadsels in het woordbegrip van blinde kinderen*. Huizen: Visio.
- Lowenfeld, B. (1952). What is special about education? The child who is blind. *Exceptional Children*, 19, 96-102.
- Luit, J.E.H. van, B.A.M. van der Rijt & A.H. Pennings (1994). *Utrechtse Getalbegrip Toets*. Doetinchem: Graviant.
- Luit, J.E.H. van & J.A. Naglieri (1999). Effectiveness of the MASTER program for teaching special children multiplication and division. *Journal of Learning Disabilities*, 32, 98-107.
- McClain, K. & P. Cobb (2001). An analysis of sociomathematical norms in one first-grade classroom. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32, 236-266.
- Miller, S.P. & C.D. Mercer (1997). Educational aspects of mathematics disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 30, 47-56.
- Milo, B.F. & A.J.J.M. Ruijsenaars (2003). Instructie en leerlingkenmerken - (on)mogelijkheden van realistische instructie in het sbo. *Tijdschrift voor nascholing en onderzoek van het reken-wiskundeonderwijs*, 22, 27-33.
- Parmar, R.S., J.F. Cawley & J.H. Miller (1994). Differences in mathematics performance between students with learning disabilities and students with mild retardation. *Exceptional Children*, 60, 549-563.
- Treffers, A. & E. Feijs (1987). Realistisch reken-wiskundeonderwijs. *Willem Bartjens*, 6, 185-193.
- Treffers, A., M. van den Heuvel-Panhuizen & K. Buys (1999). *Jonge kinderen leren rekenen: Tussendoelen annex leerlijnen*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Vedder, P. (2002). Realistisch rekenen en rekenzwakke, allochtone kinderen. *Tijdschrift voor nascholing en onderzoek van het reken-wiskundeonderwijs*, 20, 15-20.
- Verhoeven, L., A. Vermeer & C. van de Guchte, (1986). *Taaltoets Allochtone Kinderen*. Tilburg: Zwijsen.
- Verschaffel, L. (1995). Visies op reken/wiskunde-onderwijs. In: L. Verschaffel & E. De Corte (eds.). *Naar een nieuwe reken/wiskundendidactiek voor de basisschool en basiseducatie. Deel: achtergronden*. Brussel: Studiecentrum Open Hoger Onderwijs, 94-128.
- Weelden, J. van (1988). *Moeilijk lerende kinderen*. Rotterdam: Lemniscaat.
- Wilson, K.M. & H.L. Swanson (2001). Are mathematics disabilities due to a domain-general or a domain-specific working memory deficit? *Journal of Learning Disabilities*, 34, 237-248.