

Effecten van het leren schematiseren van jonge leerlingen op hun latere prestaties in het reken-wiskundeonderwijs

M. Poland, B. van Oers en J. Terwel

Samenvatting

Dit artikel betreft een anderhalf jaar durend experimenteel onderzoek naar het leren schematiseren van jonge kinderen en de effecten hiervan op hun latere leerresultaten in het reken-wiskundeonderwijs. Leerlingen in de experimentele groep participeerden in een programma waarin het schematiseren expliciet werd onderwezen en begeleid. In de controlegroep werd geen specifieke aandacht besteed aan het schematiseren. De vraagstelling was: Wat zijn de effecten van een experimentele interventie gericht op het leren schematiseren van jonge kinderen (groep 2 basisschool) op hun latere leerresultaten bij reken-wiskunde (groep 3)? Er werden vijf toetsen afgenomen om de wiskundige ontwikkeling in kaart te brengen. Na de interventieperiode werd aan de hand van een speciaal ontwikkelde toets vastgesteld of het mogelijk is om leerlingen op deze jonge leeftijd te leren schematiseren. Vervolgens is een analyse uitgevoerd naar de effecten van het programma op de latere wiskundige prestaties van de leerlingen zoals gemeten met Cito-toetsen. Het onderzoek toont aan dat jonge kinderen kunnen leren schematiseren en dat het experimentele programma een significant positief effect heeft op hun prestaties bij reken-wiskunde. Ruim een jaar na de interventie werd een retentietoets afgenomen. Hieruit bleek echter dat op dat moment geen verschil meer kon worden aangetoond tussen de experimentele en controle leerlingen. In de discussie wordt ingegaan op deze uitkomsten en worden suggesties gedaan voor vervolgonderzoek.

1 Probleemstelling en hypothese

Er is in de literatuur veel aandacht voor de moeilijkheden die kinderen (4 à 5 jaar oud) al in de eerste jaren van de basisschool ervaren

in het rekenwiskunde-onderwijs (vgl. Carruthers & Worthington, 2003; 2005; Hughes, 1986; Stern, 1997). Het gaat om problemen zoals het niet kunnen ordenen van getallen naar grootte, het vertalen van eenvoudige situaties naar rekensommetjes, maar ook om het correct kunnen uitvoeren van cijferopgaven in het aanvankelijk rekenen. Vaak wordt de oorzaak daarvan gezocht in cognitieve achterstanden van kinderen. Een mogelijke oplossing wordt soms gezocht in het oefenen van voorbereidende rekentaken in groep 2 (ordenen, classificeren, cijferoefeningen). Deze taken zijn dezelfde als de rekentaken in groep 3, maar dan van een lager niveau.

In dit onderzoek zoeken we naar een andere oplossing. Vooronderstelling is dat de rekenproblemen voortkomen uit een 'kloof' tussen het concreet-praktisch denken (dat wil zeggen denken dat gebaseerd is op aanschouwing en probeerend handelen) in groep 2 en het logisch-symbolisch denken (denken dat gebaseerd is op het regelgeleid manipuleren van symbolen) in groep 3 (zie Van Parreren, 1981, p. 169-170). Kinderen van 5-6 jaar zijn niet gewend te denken aan de hand van representaties als symbolen en schema's, zoals we die veelvuldig terugzien in het reken-wiskunde onderwijs. Bovendien zijn kinderen zich vaak nog niet bewust van de functie van deze symbolen en representaties (Munn, 1998).

Carruthers en Worthington (2003) schetsen rekenproblemen als een vertaalprobleem van kinderen van hun eigen informele notatiewijze naar abstract symbolisch redeneren. Het lijkt daarom zinvol kinderen te begeleiden bij het overbruggen van de kloof tussen informele en formele wiskunde. De veronderstelling is dat dit op te lossen is door jonge kinderen te leren schematiseren.

De vraagstelling van ons onderzoek is: Wat zijn de effecten van een experimentele interventie gericht op het leren schematiseren van jonge kinderen op hun latere leerresulta-

ten bij rekenwiskunde? De hypothese luidt: Leerlingen van 5 jaar die in een experimenteel programma hebben geleerd te schematiseren, behalen op de leeftijd van 6 jaar betere resultaten in het reken-wiskundeonderwijs dan hun leeftijdsgenoten die niet aan dit programma hebben deelgenomen. Een preliminaire vraag is of het wel mogelijk is kinderen in de leeftijd van 5 jaar te leren schematiseren. De verwachting is dat dit inderdaad mogelijk is. Het onderzoek zal allereerst op deze preliminaire vraag antwoord moeten geven, alvorens de hoofdvraag naar de effecten te beantwoorden.

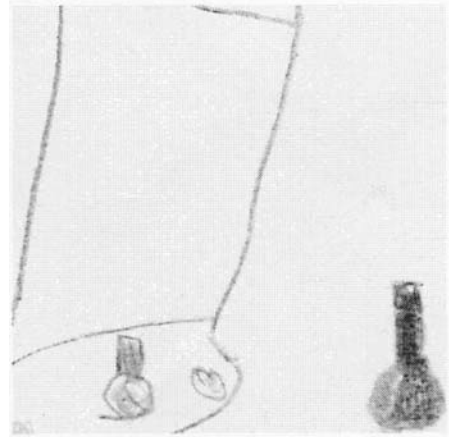
2 Theoretisch kader

Schematiseren kan beschreven worden als het construeren en verbeteren van symbolische representaties. Een symbolische representatie is een algemeen concept dat verwijst naar diverse vormen van representatie van denkbeelden, objecten of vraagstukken met behulp van artificiële hulpmiddelen (daar kunnen dus formele symbolen onder vallen, zoals + of =, maar ook woorden, schema's, diagrammen, modellen en dergelijke, zie onder andere Cobb, 2000). Het maken van een schematische representatie is een belangrijke stap bij het oplossen van problemen. Door middel van schematiseringen kunnen mensen hun gedachten en kennis organiseren (Davydov, 1988; Gravemijer, Lehrer, Van Oers, & Verschaffel, 2002; Nunes, 1997). Schematiseren is een specifieke, symbolische vorm van representeren. Men kan daarbij denken aan het tekenen van situaties, objecten, relaties en processen, maar ook aan het kunnen vertalen, uitleggen of specificeren van een tekening aan de hand van symbolen, een verbale beschrijving of een psychomotorische activiteit (zie ook Lampert & Blunk, 1998).

Schematiseringen vormen de brug tussen het concreet praktische denken van jonge kinderen en het logische-symbolische denken in de latere ontwikkeling. "This bridging function as attributed to schematising is an important argument in favour of schematising in early childhood" (Dijk, Van Oers, & Terwel, 2004, p. 75).

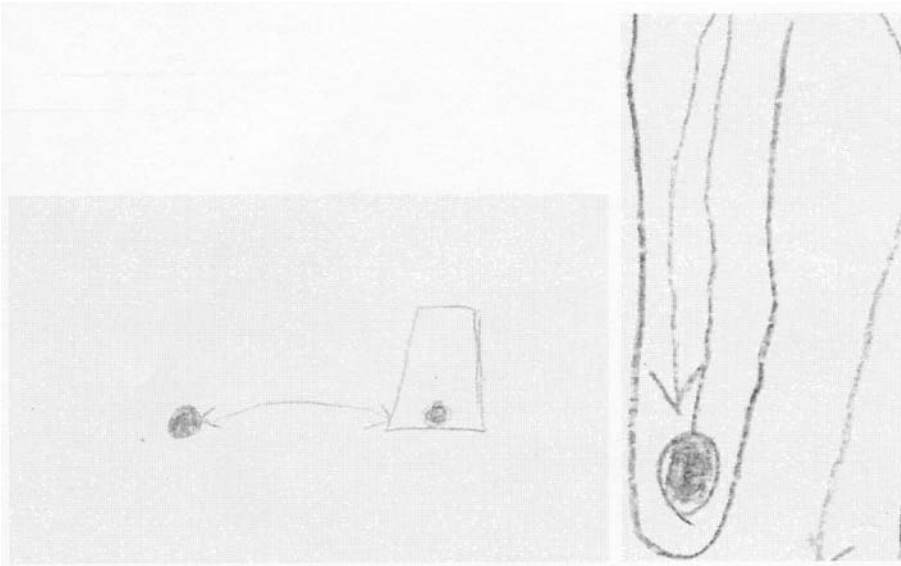
Men kan twee vormen van schematiseren

onderscheiden: *statisch* (het weergeven van situaties zonder verandering) en *dynamisch* schematiseren (het weergeven van actie, verandering, transformatie, verplaatsing, relaties). In onderstaande figuren zien we beide typen schematisering geïllustreerd. In beide gevallen probeert een leerling weer te geven dat de proefleider een groene knikker in een glazen pot legt en een rode er uit haalt. In Figuur 1 zien we dat de leerling alleen de situatie aan het eind schetst, zonder dat de transformatie uit de tekening blijkt (statische representatie). In Figuur 2 daarentegen zien we dat de leerling ook de beweging van de knikkers representeert (dynamische representatie).



Figuur 1. Een voorbeeld van statische schematisering.

Beide vormen van schematiseren verdienen aandacht, maar de ontwikkeling van dynamisch schematiseren dient vooral benadrukt te worden in het onderwijs aan jonge kinderen, omdat dynamisch schematiseren een beroep doet op inzicht in relaties en transformaties. Transformatie verwijst naar een proces van doelbewust veranderen van objecten of situaties. Dit inzicht is noodzakelijk om het wiskundig denken te stimuleren, omdat transformatie centraal staat in de wiskunde, zoals bijvoorbeeld al bij eenvoudige rekensommen als $5 - 2$, waarbij het inzicht dat een hoeveelheid (5) getransformeerd moet worden naar een nieuwe hoeveelheid die 2 kleiner is, essentieel is (Van Oers & Poland, 2007). Voor verdere voorbeelden en



Figuur 2. Dynamische schematisering. Twee kinderen probeerden te representeren dat de onderzoeker een rode knikker uit een potje haalde en er een groene in deed.

toelichtingen bij typen schematisering, zie Poland (2007).

Sommige kinderen hebben moeilijkheden met het leren wiskundig te denken. Deze problemen beginnen zodra ze in groep 3 komen, doordat daar een kwalitatieve verandering in de activiteiten en het leren van kinderen wordt verondersteld waar de leerlingen onvoldoende op voorbereid zijn. In groep 2 is het voor kinderen nog niet direct noodzakelijk om hun kennis en gedachten te organiseren op de manier waarop dat wel noodzakelijk is in hun latere ontwikkeling.

Als kinderen tussen de 3 en 7 jaar oud zijn, is spel hun leidende activiteit, tenzij er sprake is van ernstige mentale beperkingen. Er zijn in de aard van het spel wel individuele en interculturele verschillen aanwijsbaar, maar in de meeste gevallen blijkt het spel voor deze kinderen een belangrijke context voor betekenisvol leren. Wanneer ze ongeveer 7 jaar zijn, ontstaat er vaak een discrepantie tussen wat een kind wil leren (nog niet zelf kan) en de dingen die hij zelf kan doen. Die crisis is de psychologische motor van ontwikkeling (Van Oers & Wardekker, 1997, p. 193). In de periode na het spel wordt het leren de leidende activiteit. Volgens Davydov wordt in die tijd de basis van het latere constructieve leren gevormd. Opzettelijk leren

treedt op aan de hand van modellen en schema's en op basis van de discussie over hun betekenis (zie Davydov, 1988). In die fase zijn kinderen gemotiveerd om te 'leren om te weten' (Van Oers & Wardekker, 1997, p. 194). In deze periode proberen kinderen te switchen tussen abstract en concreet denken. Volgens Davydov (in Van Oers & Van Dijk, 2004), zijn schematische representaties de beste manier om heen en weer te schakelen tussen het abstracte en het concrete.

Tegen bovenstaande achtergrond is het belangrijk om strategieën te vinden die nieuwe leerprocessen uitlokken in de kleuterjaren en die de overgang naar de volgende leidende activiteit kunnen ondersteunen (Van Oers, 1994). In de context van het spel liggen de wortels van leerprocessen die in de latere ontwikkeling de hoofdrol spelen (Karpov, 2005). In de context van het spel leren jonge kinderen ook te communiceren en hun eigen activiteiten te coördineren. Al in deze fase kunnen kinderen leren omgaan met schematiseringen.

De gedachte om de ontwikkeling te stimuleren is een belangrijk aspect van Vygotsky's idee over onderwijs (vgl. zijn concept Zone van naaste ontwikkeling). Kinderen moeten begeleid worden om zich bepaalde vaardigheden eigen te maken, om van het ene naar

het andere stadium te gaan. In het onderwijs zijn daarom drie criteria van belang ((Van Oers, 1994, p. 21, vergelijk ook Van Parreren, 1988):

- 1) Onderwijs aan jonge kinderen moet serieus rekening houden met de huidige capaciteiten en interesses van kinderen en proberen deze uit te breiden en te verbeteren;
- 2) In het onderwijs moeten nieuwe cognitieve instrumenten worden geïntroduceerd, en
- 3) Deze introductie dient bij te dragen aan het huidige leven van de kinderen en de mogelijkheden van kinderen te vergroten om in nieuwe activiteiten mee te kunnen doen ter voorbereiding op een nieuw ontwikkelingsstadium.

Vygotsky benadrukte dat de leerkracht op de interesses en de capaciteiten van de kinderen zelf moet bouwen als beginpunt van verdere ontwikkeling. Daarom moet onderwijs voortuitlopen op de ontwikkeling van kinderen (zie Vygotsky, 1978). Onderwijs moet kinderen instrumenten aanreiken ter voorbereiding op een nieuwe manier van wiskundig denken en communiceren. Daarbij kan men kinderen aanmoedigen schematische representaties van hun gedachten of ideeën te maken. Zoals Carruthers & Worthington (2003) stellen: "children's own mathematical graphics support children in developing their competences" (p. 78). In de context van het spel kunnen kinderen op een betekenisvolle manier kennismaken met de functie van symbolen en schema's.

Van Oers (1994, 1996) heeft in een aantal case studies laten zien dat schematiserende activiteiten toegankelijk zijn voor jonge leerlingen (groep 2 en 3), maar het is niet duidelijk of deze activiteiten via onderwijs planmatig en opzettelijk verbeterd kunnen worden. Venger (1986) heeft daar in zijn onderzoek ook evidentie voor aangedragen, maar gebruikte daarbij geen controlegroepen. Het is daardoor niet uitgesloten dat dit schematiseren een product is van een algemene cognitieve ontwikkeling. Om het effect van het leren schematiseren op het leren rekenen (in groep 3) vast te stellen, moeten we dus een groep leerlingen vinden die zich op dat vlak positief onderscheidt van een andere

groep leerlingen. Omdat de kans niet groot is die groepen in de huidige onderwijspraktijk te vinden, hebben we eerst een jaar geïnvesteerd om de experimentele groepen te vormen die significant beter zijn in schematiserende activiteiten dan een controle groep.

3 Methode

3.1 Onderzoekssituatie en deelnemers

Het onderzoek is uitgevoerd op 6 scholen voor Ontwikkelingsgericht Onderwijs. Het totale onderzoek duurde anderhalf jaar, waarvan één jaar (in groep 2) besteed werd aan een interventie voor het leren schematiseren. De effecten op het leren rekenen werden vervolgens gemeten in groep 3. Ontwikkelingsgericht Onderwijs is een visie op onderwijs, gebaseerd op de cultuurhistorische theorie (Vygotskij c.s. in Van Parreren, 1988; Van Oers, 2007, 2009), waarin het handelingsgerichte leren in de context van betekenisvolle activiteiten centraal staat (Janssen-Vos, 2008). In dit onderzoek is gekozen voor Ontwikkelingsgerichte scholen, omdat de studie van leer- en ontwikkelingsprocessen in de context van Ontwikkelingsgericht Onderwijs een zwaartepunt vormt in ons onderzoekprogramma aan de Vrije Universiteit Amsterdam. Voor deze scholen is de introductie van culturele instrumenten (zoals bijvoorbeeld schema's) om ontwikkelingsstimulerende leerprocessen vorm te geven, een bekend uitgangspunt. De drie scholen in de experimentele conditie introduceerden het schematiseren in groep 2 (75 leerlingen). De drie controle scholen hebben geen expliciete aandacht besteed aan schematiserende activiteiten in groep 2 (58 leerlingen).

De scholen zijn geselecteerd op basis van hun welwillendheid om mee te doen aan het onderzoek, hun visie op onderwijs en hun contact met de nascholer die in ons onderzoek betrokken is. We hebben de zes scholen verdeeld over drie koppels. De scholen zijn gematched op basis van het aantal jaar waarin leerkrachten op een ontwikkelingsgerichte manier werken, de leerlingpopulatie, het aantal leerlingen, locatie (stad, dorp). Alle scholen waren openbare scholen. Twee van de

scholen stonden in een grote stad, twee scholen stonden in middelgrote steden en twee scholen stonden in plaatsen dichtbij grotere steden. Twee van de scholen zijn 'zwarte' scholen: één in de experimentele en één in de controle groep. De meesten van de leerlingen op deze laatste scholen zijn kinderen van immigranten. Het is belangrijk op te merken dat we geen 'gemiddelde' Nederlandse scholen beschrijven, dus de bevindingen kunnen niet worden gegeneraliseerd naar alle scholen in Nederland. Echter, gelet op de overeenkomstige kenmerken van de scholen in de twee condities is een vergelijking mogelijk (schoolpopulatie, leerkrachtvaardigheden, curriculummateriaal, locatie, periode van ontwikkelingsgericht werken).

3.2 Het interventieproces

De interventie duurde een vol schooljaar in groep 2 van september 2002 tot juni 2003. In plaats van een volledig vooraf vastgesteld experimenteel onderwijsprogramma, is een nascholer ingezet als deel van het experiment. Het was zijn taak om leerkrachten te leren om met kinderen te schematiseren. Hij was in staat om theoretische concepten te vertalen naar praktijksituaties voor wat betreft schematiseren vanuit spelsituaties.

Een vaststaand programma in de interventie zou in contrast staan met het concept van Ontwikkelingsgericht Onderwijs. Onderzoek heeft bovendien geleerd dat leerkrachten aangereikte methoden naar eigen inzicht invullen. Om dit te minimaliseren hebben we gekozen voor een meer interactieve sturing van het innovatieproces, zoals in designexperimenten (Van den Akker, Gravemeijer, McKenny, & Nieveen, 2006).

De leerkrachten in het onderzoek krijgen al verschillende jaren nascholing van dezelfde nascholer. Echter, voor aanvang van het onderzoek was geen van deze leerkrachten nageschoold op het gebied van leren schematiseren aan leerlingen. In de training en begeleiding door de nascholer hebben de experimentele leerkrachten geleerd deze activiteiten te organiseren op een manier die betekenisvol is voor de leerlingen. Daarnaast werd aandacht besteed aan de culturele betekenis van deze activiteiten (*negotiation of meaning*) en het signaleren en creëren van

mogelijkheden om kinderen verder te helpen in ontwikkeling (Fijma, 2003). Mede omdat de nascholer en de leerkrachten er aan gewend waren op deze manier met elkaar te werken, leek dit de beste manier te zijn om consistent structuur te geven aan de experimentele setting.

De onderzoeker en nascholer hebben de drie experimentele scholen elke maand bezocht tijdens de interventieperiode om het invoeringsproces te observeren en eventueel bij te sturen. Na elk bezoek reflecteerden onderzoeker en nascholer op hun ervaringen in de klas en met name op het schematiseren. Na deze reflectie werd het onderzoeksplan waar nodig bijgesteld voor een volgend bezoek. De betrokkenen leerden dus door te doen; theorieën over de introductie van schematiserende activiteiten werden bijgesteld door praktijkervaringen. De nascholer leerde de leerkrachten hoe schematiserende activiteiten kunnen ontstaan en hoe leerkrachten deze kunnen vormgeven. De nascholer lette er vooral op dat schematiseringen waar mogelijk werden geïntroduceerd en op een betekenisvolle manier werden verbonden met de activiteiten van de leerlingen. Waar nodig gaf de nascholer advies voor verbetering van de activiteiten (zie Appendix 1 voor voorbeeld).

Leerlingen werden bijvoorbeeld uitgedaagd een tekening te maken van hun spelactiviteiten, zoals het bouwen van een boot in de bouwhoek. Daarbij werden zij in het bijzonder gestimuleerd een dynamische schematisering van die activiteit te maken, door bijvoorbeeld het bouwproces weer te geven. Leerkrachten moesten zelf ook de functie leren zien van het tekenen van zo een activiteit. Vaak is de tekening eerst een statische schematische weergave die alleen het eindstadium van de activiteit representeert. Een strategie om een dynamische weergave, die processen symboliseert, te ontwikkelen kost meer tijd, omdat het meer inzicht vereist in relaties en transformaties.

In het designexperiment werd gestreefd naar een vernieuwing die voor leerkrachten en leerlingen betekenisvol, functioneel en kennisrijk was.

De nascholer heeft ook de controlescholen elke maand bezocht tijdens de interventieperiode. Echter, er was een verschil in de in-

houd van deze bezoeken vergeleken met de bezoeken aan de experimentele scholen. In de experimentele groepen werd er veel nadruk gelegd op dynamisch schematiseren en de reflectie op schematiseren. In de controle-groepen was geen specifieke of systematische aandacht voor schematiseren.

3.3 Instrumenten

De Utrechts Getalbegrip Test (UGT)

Om de voorbereidende rekvaardigheden en getalbegrip van kinderen te toetsen is aan het begin van het onderzoek de Utrechts Getalbegrip Test afgenomen (Van Luit & Van de Rijt, 1997). Deze test diende als voortoets om te bepalen of er voorafgaande aan het onderzoek verschillen bestonden tussen de condities voor wat betreft aanvankelijk wiskundig denken. De maximaal haalbare score op de UGT is 40.

De Schematiseringstoets

Aan het einde van het onderzoeksjaar in groep 2 is de toets Schematiseren afgenomen ter bepaling van het niveau van schematiseren aan het einde van de interventieperiode. Deze individuele toets is op video opgenomen. Elke leerling werd gevraagd om drie opgaven op te lossen. Aangezien de kinderen nog niet kunnen lezen of schrijven, is een proefsituatie gecreëerd waarin de kinderen geobserveerd en gefilmd konden worden en waar mondelinge toetsing plaatsvond. Geen van de kinderen was van te voren vertrouwd met deze opgaven, omdat de opgaven nu niet vanuit een spelactiviteit ontstonden en daardoor min of meer contextloos waren. Er werd dus ook getoetst of kinderen een transfer konden maken. Omdat de kinderen in de experimentele groep uitvoerig hebben geoefend met (dynamische) schematiseringen, werd verwacht dat zij beter in staat zouden zijn de toets te maken dan de leerlingen in de controle groep en de gevraagde transfer konden maken (zie Appendix 2 voor de vragen en de scoringswijze). Hierbij dient opgemerkt te worden dat om praktische redenen (toets is individueel en tijdrovend) slechts 54 van de 133 leerlingen (een gematched koppel uit de experimentele groep en de controlegroep) hebben deelgenomen aan de speciaal ontwikkelde schematiseringstoets.

De Cito-toetsen

Cito-rekentoetsen uit het Leerlingvolgsysteem (groep 3) zijn afgenomen om de wiskundige leerresultaten van de kinderen in beide condities te meten en daarmee de effecten van de interventie op verschillende tijdstippen vast te stellen (zie www.cito.nl). De Cito-toets beoogt wiskundige vaardigheden te meten en is een gestandaardiseerde toets. De Cito-toetsen zijn vier keer afgenomen in de periode van januari 2003 - juni 2004. De laatste afname is een jaar na afloop van de interventie afgenomen om de retentie van het effect te meten.

4 Resultaten

4.1 Schematiseren

De preliminaire vraag voor het onderzoek – kunnen jonge kinderen leren schematiseren? – is te beantwoorden aan de hand van de Schematiseringstoets. Deze toets werd afgenomen in juni 2003, aan het einde van de interventieperiode. De interobserver agreement was 0,93 (Cohens κ). Tabel 1 geeft een overzicht van de gemiddelde scores op schematiseren van beide condities en de uitkomst van een t-toets.

Tabel 1

De resultaten van de experimentele groep (N = 35) vergeleken met de resultaten van de controle groep (N = 19) op de schematiseringstoets

Conditie	Gem.	SD
Experimenteel	3,43	1,51
Controle	1,74	1,20

Op basis van de data in Tabel 1 kunnen we concluderen dat er een significant verschil is met betrekking tot schematiseren tussen de gemiddelde score van de beide condities ($F(1, 53) = 1,05; p \leq 0,001$). De experimentele conditie scoort 1,69 punten hoger op de toets dan de controle groep. De effectgrootte is 1,4 hetgeen als groot kan worden geïnterpreteerd.

4.2 De voormeting (UGT)

Tabel 2 laat zien dat de controlegroep hoger scoorde op de voormeting (UGT) dan de ex-

perimentele groep. In een eenwegsvariantie-analyse vonden we een significant verschil op de voormeting tussen de twee condities ($F(1, 132) = 5,8; p = 0,02$).

Tabel 2

Scores op de voortoets (UGT) voor de experimentele groep ($N = 75$) en de controlegroep ($N = 58$). (NB. Maximaal haalbare score: 40)

Conditie	Gem.	SD	Min.	Max.
Experimenteel	15,92	7,8	3	33
Controle	19,12	7,5	4	33

4.3 De vier effectmetingen met de Cito-toetsen

De vier effectmetingen aan de hand van de Cito-toetsen vonden halfjaarlijks plaats in de periode van januari 2003-juni 2004.

Tabel 3

Leerresultaten (in percentages van de maximum score) op de Cito-toets voor de experimentele groep ($N = 75$) en de controlegroep ($N = 58$). (NB maximaal haalbare score: 100)

	Gem.	SD	Min.	Max.
Controle-programma				
Testmoment 2 (januari, 2003)	48,20	9,45	23,30	66,99
Testmoment 3 (juni, 2003)	56,33	15,59	25,24	100
Testmoment 4 (februari, 2004)	50,06	17,89	7,79	84,42
Testmoment 5 (juni, 2004)	59,12	15,82	23,91	86,96
Experimenteel programma				
Testmoment 2 (januari, 2003)	43,76	13,27	19,42	76,70
Testmoment 3 (juni, 2003)	51,32	15,89	27,18	100
Testmoment 4 (februari, 2004)	55,26	19,45	19,48	100
Testmoment 5 (juni, 2004)	57,22	16,36	20,65	100

Op basis van de data in deze tabel kunnen we een effectgrootte van de interventie op testmoment 4 berekenen van 0,29. Houden we echter rekening met de verschillen die er al waren op testmoment 2 (waarop de controlegroep beter presteerde dan de experimentele groep), dan zien we dat de experimentele groep aanzienlijk meer vooruit is gegaan dan de controlegroep en krijgen we een effect-

grootte van 0,54. Figuur 3 geeft een grafische representatie van de vier effectmetingen.

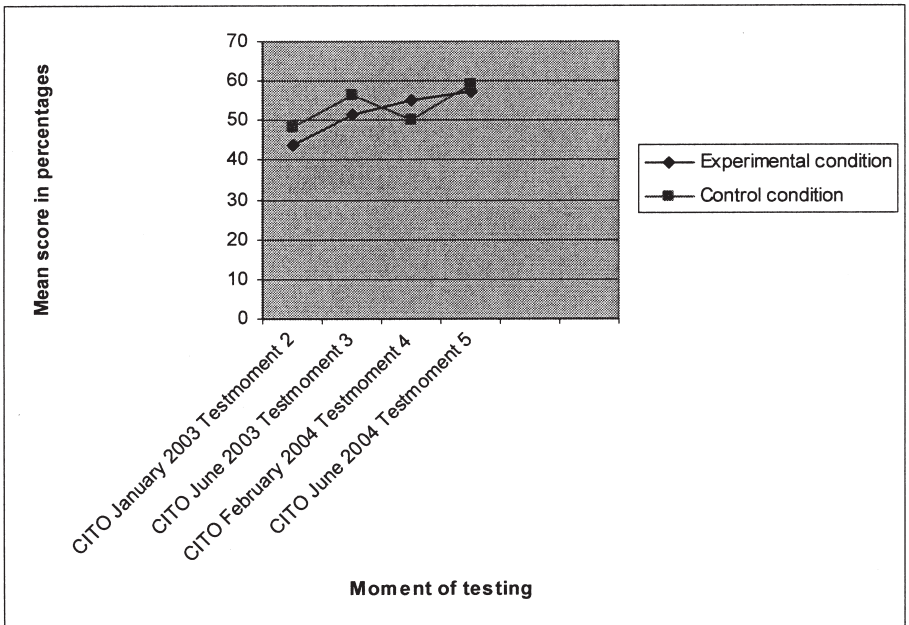
Uit Tabel 3 en Figuur 3 is af te leiden dat de controlegroep hoger scoort op de Cito-toets bij testmoment 2 en 3. Deze uitkomsten zijn geheel in lijn met de resultaten op de voormeting (UGT, Tabel 2). Kennelijk zijn de controleleerlingen in ons onderzoek gemiddeld betere leerlingen, waar het gaat om rekenprestaties. Echter, om het effect van het schematiseren op het leren rekenen in groep 3 te kunnen onderzoeken liep het experiment door en is de cruciale toets dus op testmoment 4 (de posttest). Op dat moment zien we dat de uitkomst veranderd is. Nu scoren de experimentele leerlingen significant hoger dan de controleleerlingen. Op basis hiervan concluderen we dat de interventie een positief effect heeft gehad op de wiskunde-prestaties van de leerlingen. De kinderen in onze experimentele groep zijn blijkbaar goed voorbereid op het reken-wiskundeonderwijs. Deze kinderen hebben ervaring opgedaan met wiskundig denken en hadden daardoor minder problemen met de rekenopgaven in groep 3. De kinderen in de controlegroep hebben deze ervaring niet en hebben daardoor meer moeite met rekenopgaven.

Echter, op de laatste Cito-toets (de retentietoets) die een jaar na de interventie werd afgenomen, is deze voorsprong van de experimentele leerlingen niet meer te zien.

4.4 Correlaties en regressie analyse

In de voorgaande paragrafen hebben we de Cito-scores omgezet naar percentuele scores, in overeenstemming met de Cito-handleiding. Deze percentages maken de presentatie van de gegevens gemakkelijker te begrijpen. Echter, om de oorspronkelijke dataverdeling het meest recht te doen, geven we nu de voorkeur aan de originele scores voor de correlaties en regressieanalyse. Tabel 4 geeft de correlaties tussen de variabelen.

Vervolgens is een regressieanalyse uitgevoerd naar de scores op de Cito-eindtoets (toetsmoment 4). Omdat de B-coëfficiënt van de Cito-toets op toetsmoment 2 (januari 2003) niet significant was, is deze toets niet in de eindanalyse opgenomen. De uitkomsten van de finale regressieanalyse worden weergegeven in Tabel 5.



Figuur 3. Leerresultaten op de 4 toetsmomenten.

Op basis van Tabel 5 concluderen we dat na controle voor initiële verschillen in voorkennis – zoals gemeten met de UGT en Cito-toets – studenten in de experimentele groep betere prestaties leveren op de Cito-eindtoets dan de controleleerlingen. De interventie verklaart 7,4 procent van de variantie in de eindtoets bovenop de variantie die reeds door voorkennis werd verklaard. Dit is een significant en praktisch relevant effect.

De betekenis van dit effect kan nog worden onderstreept door de berekening van de effectgrootte. Zoals eerder is aangegeven, is de effectgrootte, berekend aan de hand van de gemiddelde Cito-scores februari 2004, 0,29 (zie Tabel 3 voor de gemiddelde scores op de

natoets per conditie). Corrigeren we voor de verschillen tussen de condities bij de Cito-meting op meetmoment 2 dan is de effectgrootte zelfs 0,54 (zie Tabel 3 voor de gemiddelde scores op deze toets per conditie).

Zowel de verklaarde variantie (7,4 procent) als de effectgrootte (resp. 0,29 en 0,54) geven aan dat het gaat om een belangrijk effect van de interventie. In dit type interventiestudies is een dergelijk percentage verklaarde variantie aanzienlijk te noemen. En in het algemeen wordt er vanuit gegaan dat effectgrootten van 0,20 en hoger betekenisvol zijn (zie Cohen, 1988). De uitkomsten van deze regressieanalyse wordt grafisch weergegeven in Figuur 4.

Tabel 4

Correlaties tussen de variabelen in de regressie analyse

	UGT september 2002	Cito januari 2003	Cito juni 2003	Cito februari 2004	Cito juni 2004
UGT september 2002	1	0,774	0,800	0,686	0,699
Cito januari 2003		1	0,795	0,620	0,701
Cito juni 2003			1	0,655	0,699
Cito februari 2004				1	0,753
Cito juni 2004					1

Tabel 5

Samenvatting van de multipele lineaire regressieanalyse voor de scores op the Cito-toets afgenomen in februari 2004

Variabele	B	SE	Sig.	R ²	R ² change	F change	Sig.
Conditie	4,740	1,156	≤0,001	0,589	0,074	16,820	≤0,001
UGT september 2002 (voortoets)	0,524	0,112	≤0,001	0,473	0,437	86,324	≤0,001
Cito juni, 2003	0,442	0,127	0,001	0,515	0,042	8,161	0,005

4.5 Retentie van het effect

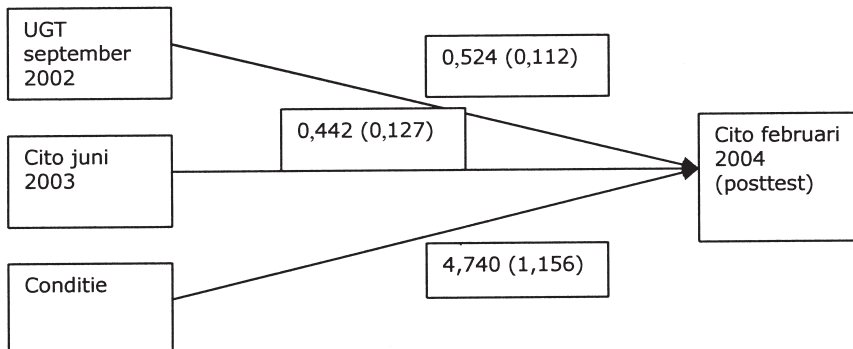
In juni 2004 werd de Cito-toets voor de laatste keer afgenomen ter bepaling van een eventueel retentie-effect. Uit de eerder gepresenteerde Tabel 4 en Figuur 3 is al in voorlopige zin af te leiden dat de extra leerwinst van de experimentele leerlingen op de Cito-eindtoets niet kon worden vastgehouden op de Cito-retentietoets. Ook in een analyse naar de regressie van deze retentietoets op de eerdere metingen kon geen effect meer worden aangetoond van conditie. De conclusie is dus dat het effect van de interventie een jaar later is verdwenen. In de discussie komen we hierop terug.

5 Conclusie en discussie

Is het mogelijk om kinderen van 5 jaar (groep 2) te leren schematiseren en wat zijn de effecten hiervan op hun latere leerresultaten (groep 3) bij reken-wiskunde? Dat was de hoofdvraag voor het onderzoek waarbij 133 leerlingen en 6 scholen waren betrokken. Er zijn drie conclusies uit het onderzoek te trekken. Uit het onderzoek blijkt allereerst dat het

inderdaad mogelijk is jonge kinderen te leren schematiseren. Ten tweede blijkt dat de interventie gericht op het leren schematiseren het beoogde effect heeft op de latere wiskunde-prestaties zoals gemeten met de eindtoets. Het experimentele programma blijkt een significant deel van de variantie in de rekenprestaties te kunnen verklaren. Zowel de verklaarde variantie als de effectgrootten geven aan dat het gaat om een belangrijk effect van de interventie. Ten slotte kan worden vastgesteld dat de voorsprong die de experimentele leerlingen op de eindtoets hadden behaald niet kon worden vastgehouden. Een jaar na de interventie is een retentiemeting verricht waaruit bleek dat het effect van de interventie niet meer kon worden aangetoond.

Wat betekenen deze conclusies in het licht van het theoretisch kader en gelet op de wijze waarop het onderzoek is uitgevoerd? Hoewel slechts een deel van de leerlingen de schematiseringstoets had afgelegd, menen we toch de preliminaire vraag – of jonge kinderen kunnen leren schematiseren – positief te kunnen beantwoorden. Ook de observaties en de video-opnamen ondersteunen die conclusie (Poland, 2007).



Figuur 4. Uiteindelijke uitkomsten van de analyse.

De aanleiding voor dit onderzoek was dat veel kinderen in groep 3 van de basisschool problemen ervaren met rekenen en wiskunde. De theoretische vooronderstelling was dat deze problemen voortkomen uit een 'kloof' tussen het concreet-praktisch denken in groep 2 en het logisch-symbolisch denken in groep 3. Kinderen van 5-6 jaar zijn niet gewend te denken aan de hand van representaties als symbolen en schema's in het reken-wiskundeonderwijs. Bovendien zijn kinderen zich niet bewust van de functie van deze representaties. De hypothese voor dit onderzoek was: dat jonge kinderen die vooraf in een experimenteel programma hebben geleerd te schematiseren betere resultaten boeken in het reken-wiskundeonderwijs in groep 3 dan hun leeftijdsgenoten die niet aan zo een programma hebben deelgenomen. Deze hypothese werd bevestigd. In de eerste helft van groep 3 – waarin de genoemde kloof optreedt tussen het concreet-praktisch denken in groep 2 en het logisch-symbolisch denken in groep 3 – ziet men een positief effect van de interventie. Dat dit effect een jaar na de interventie niet meer aantoonbaar was is teleurstellend en verdient nadere discussie en onderzoek. Er is een aantal verklaringen denkbaar.

Een mogelijke verklaring ligt in de wijze van toetsen (Cito) in combinatie met het schoolaanbod. Scholen staan onder druk om te presteren op de Cito-toetsen en stellen hun onderwijs daar voor een belangrijk deel op af. De Cito-toetsen zijn echter zo gemaakt dat scholen met verschillende methoden daar toch goed op moeten kunnen presteren. Het is dus niet verwonderlijk dat de controlegroepen aan het eind van het schooljaar met onderwijs zonder schematiseren toch behoorlijk op die toetsen scoorden, gezien de resultaten op de Cito-toetsen. Het kan niet worden uitgesloten dat de retentietoets te weinig opgaven bevatte waarmee de leerlingen uit de experimentele groep hun speciale verworvenheden konden laten zien.

Een andere verklaring kan worden gezocht in een *resource*theoretische verklaring, in combinatie met de manier waarop de leerlingen voor de condities zijn geselecteerd. De *resource*theorie veronderstelt dat er verschil is tussen leerlingen met betrekking tot de kennis en vaardigheden die ze op school voor

het leren kunnen inzetten, op grond van hun sociaalculturele achtergrond (Brekelmans, Van den Eeden, Terwel, & Wubbels, 1997; Terwel, 1994). Leerlingen met laagopgeleide ouders en uit gezinnen met een lage sociaal-economische status (SES) zouden het daarvoor slechter kunnen doen op school. Het valt niet uit te sluiten dat de experimentele groep meer van deze leerlingen bevat dan de controlegroep en dat de statistische controle in dat opzicht nog niet voldoende is geweest. Mogelijk hebben niet gemeten variabelen – die met SES samenhangen – een rol gespeeld. Het vrij kleine aantal deelnemende scholen hebben we via matching verdeeld over een controlegroep en experimentele groep. De scholen werden gematched in paren, lettend op schoolkenmerken als ligging (stad of kleine gemeente), aantal jaren ervaring van de leerkracht met het schoolconcept (Ontwikkelingsgericht Onderwijs), proportie allochtone leerlingen, en aantal deelnemende leerlingen. Daarbij werd helaas geen SES-score vastgesteld. Het is niet uitgesloten dat de *sampling* toch ongunstig is uitgevallen wat betreft de sociaalculturele achtergrond (en de *resources* die ze op grond daarvan meebrengen) van de control- en experimentele groep. Op de voortoets (UGT) presteerden de leerlingen uit de controlegroep significant beter dan de experimentele leerlingen. Vanuit een *resource*-theoretisch perspectief is het dus mogelijk dat de controleleerlingen 'betere' leerlingen waren. Op 4 van de 5 metingen in dit onderzoek scoorden de controleleerlingen beter dan de experimentele leerlingen. Wellicht waren de controleleerlingen (door onze manier van samenstellen van de control- en experimentele groep) vaker afkomstig van uit gezinnen met hoogopgeleide ouders en mogelijk hadden zij gemiddeld ook een hoger IQ (Cito-scores correleren hoog met IQ). Alleen op meetmoment 4 (na afloop van de interventie) sloeg het beeld om in het voordeel van de experimentele leerlingen. Dat is een duidelijk effect van de interventie. Na het beëindigen van de interventie doofde het effect van de interventie uit, wellicht doordat de controleleerlingen van huis uit – qua hulpbronnen – over een betere uitgangspositie beschikten en hun milieuvorsprong konden heroveren.

Het onderzoek geeft voldoende ondersteuning aan de mogelijkheden van betekenisvol schematiseren bij jonge kinderen ter ondersteuning van hun beginnend mathematisch denken. Voor wat betreft de precieze condities om alle leerlingen daarvan ook op langere termijn te kunnen laten profiteren is verdergaand en strenger gecontroleerd onderzoek nodig.

Literatuur

- Akker, J. van den, Gravemeijer, K., McKenny, S., & Nieveen, N. (2006). *Educational design research*. London: Routledge.
- Brekelmans, M., Eeden, P. van den, Terwel, J. & Wubbels, Th. (1997). Student characteristics and learning environment interactions in mathematics and physics education: a resource perspective. *International Journal of Educational Research*, 27, 283-292.
- Carruthers, E., & Worthington, M. (2003). *Children's mathematics. Making marks, making meaning*. London: Paul Chapman Publishing.
- Carruthers, E., & Worthington, M. (2005). Making sense of mathematical graphics: The development of understanding abstract symbolism. *European Early Childhood Education Research Journal*, 13, 57-78.
- Cobb, P. (2000). From representation to symbolizing: Introductory comments on semiotics and mathematical learning. In P. Cobb, E. Yackel & K. McClain (Eds.), *Symbolizing and communicating in mathematics classrooms* (pp. 17-36). Mahwah, N.J.: Erlbaum.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Davydov, V. V. (1988). Problems of developmental teaching. *Soviet Education*, 30, (8, 9, 10).
- Dijk, E. F., Oers, B. van, & Terwel, J. (2004). Schematising in early childhood mathematics education: Why, when and how? *European Early Childhood Education Research Journal*, 12, 71-83.
- Fijma, N. (2003). Mathematics learning in a play-based curriculum. How to deal with heterogeneity. In B. van Oers (Ed.), *Narratives of childhood, theoretical and practical explorations for the innovation of early childhood education* (pp. 146-162) Amsterdam: VU University Press.
- Gravemeijer, K., Lehrer, R., Oers, B. van, & Verschaffel, L. (Eds.) (2002). *Symbolizing modeling, and tool use in mathematics education*. Dordrecht, Nederland: Kluwer.
- Hughes, M. (1986). *Children and Number. Difficulties in learning mathematics*. New York: Basil Blackwell.
- Janssen-Vos, F. (2008). *Basisontwikkeling voor peuters en de onderbouw*. Assen, Nederland: van Gorcum
- Karpov, Y.V. (2005). *The Neo-Vygotskian approach to child development*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lampert, M., & Blunk, M. L. (Eds.) (1998). *Talking mathematics in school. Studies of teaching and learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Luit, J. E. H. van, & Rijt, B. A. M., van de. (1997). Stimulation of early mathematical competence. In Beishuizen et.al. (Eds.), *The Role of Contexts and Models in the Development of mathematical strategies and procedures* (pp. 215-237). Utrecht, Nederland: Freudenthal Institute.
- Munn, P. (1998). Symbolic function in preschoolers. In C. Donlan (Ed.), *The development of mathematical skills*. (pp. 47-71). Hove, Verenigd Koninkrijk: Psychology Press.
- Nunes, T. (1997). System of signs and mathematical reasoning. In T. Nunes & P. Bryant (Eds.), *Learning and teaching mathematics. An international perspective* (pp. 29-44). Hove, Verenigd Koninkrijk: Psychology Press.
- Oers, B. van. (1994). Semiotic activity of young children in play: The construction and use of schematic representations. *European Early Childhood Education Research Journal*, 2, 19-33.
- Oers, B. van. (1996). Are you sure? Stimulating mathematical thinking during young children's play. *European Early Childhood Education Research Journal*, 4, 71-87.
- Oers, B. van. (2007). Onderwijs en ontwikkeling bij jonge kinderen. *Basisschoolmanagement*, 20 (6), 12-6.
- Oers, B. van. (2009). Narrativiteit in leerproces. *Pedagogische Studiën*, 86, 147-156.
- Oers, B., van, & Dijk, I. van. (2004). Curriculum and the development of model-based thinking. In J. Terwel & D. Walker (Eds.), *Curriculum as a shaping force. Toward a principled approach in curriculum theory and practice* (pp. 51-72).

- New York: Nova Science Publishers Inc.
- Oers, B. van, & Poland, M. (2007). Schematising activities as a means for young children to think abstractly. *Mathematics Education Research Journal*, 19(2), 10-22.
- Oers, B., van, & Wardekker, W. L. (1997). De Cultuurhistorische School in de pedagogiek. In S. Miedema (red.), *In pedagogische meervoud* (171-213). Houten, Nederland: Bohn Stafleu Van Loghum.
- Parreren, C. F. van. (1981). *Onderwijsproceskunde*. Groningen, Nederland: Wolters-Noordhoff.
- Parreren, C. F. van. (1988). *Ontwikkelen onderwijs*. Amersfoort, Nederland: Acco.
- Poland, M. (2007). *The treasures of schematising*. Enschede, Nederland: Ipskamp.
- Stern, E. (1997). Early training: Who, what, when, why, and how? In Beishuizen et.al. (Eds.), *The role of contexts and models in the development of mathematical strategies and procedures* (pp. 239-253). Utrecht, Nederland: Freudenthal Institute.
- Terwel, J.(1994). *Samen onderwijs maken. Over het ontwerpen van adaptief onderwijs*. Inaugurale rede. Universiteit van Amsterdam. Groningen, Nederland: Wolters-Noordhoff.
- Venger, L.A (1986). *Razvitie poznavatel'nich sposobnostej v processe doškol'nogo vospitanie* [Ontwikkeling van cognitieve vaardigheden in de kleuteropvoeding]. Moskou: Pedagogika.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Manuscript aanvaard: 9 oktober 2009

Auteurs

Mariëlle Poland was ten tijde van het onderzoek aio bij de afdeling Onderwijspedagogiek van de Vrije Universiteit Amsterdam. Thans parttime medewerker bij genoemde afdeling. **Bert van Oers** is bijzonder hoogleraar Cultuurhistorische Onderwijspedagogiek, aan de afdeling Onderwijspedagogiek & Opvoedingsfilosofie van de Vrije Universiteit Amsterdam. **Jan Terwel** is emeritus hoogleraar Onderwijspedagogiek bij de afdeling Onderwijspedagogiek en Opvoedingsfilosofie aan de Vrije Universiteit Amsterdam.

Correspondentieadres: M. Poland, Vrije Universiteit, Afdeling Onderwijspedagogiek en Opvoedingsfilosofie, Van der Boechorststraat 1, 1081 BT, Amsterdam. E-mail: m.poland@psy.vu.nl.

Abstract

The effects of schematising in early childhood on the learning outcomes in later mathematics education

This article describes a study into the effects of schematising in early childhood on pupils' learning outcomes in later mathematical understanding. Pupils in an experimental condition learned to schematise throughout one year. In the control group no attention was given to schematising. The research was conducted in the second and third grade (age 5-6 and 6-7) during 2 years (N = 133). In this period 5 tests were administered in order to determine pupils' mathematical development. The results show that young children are able to learn to schematise and that this had positive effects on their later mathematical learning outcomes. A retention test after one year showed no differences between the experimental and the control condition. Explanation for these results are discussed.

Appendix 1. Voorbeelden van schematisering in de lessen

In de weken voor kerst hebben de kinderen het over de kerststal gehad en een aantal leerlingen heeft tijdens een spelactiviteit een kerststal gebouwd. Het onderwerp leeft bij de kinderen en de leerkracht merkt dat deze betekenisvolle spelactiviteit vraagt om verrijking. Een uitstekende gelegenheid om schematiseren uit te lokken. Immers, schematiseren kan het beste uit een betekenisvolle activiteit opgestart worden. Nadat de kinderen klaar waren met het bouwen van de kerststal, vroeg de leerkracht de leerlingen op advies van de nascholer om het gebouw te gaan tekenen door middel van het tekenen van blokken, hoeveelheden, volgorde etc. Een ander voorbeeld. De klas heeft een kringgesprek over piraten en schatten. De leerlingen gaan enthousiast aan de slag met het tekenen van schatkaarten. Uiteindelijk daagt de leerkracht de kinderen uit een plattegrond van de klas te maken zodat ze daar een schatkaart van kunnen maken en ook schatten kunnen gaan zoeken aan de hand van pijltekeningen en symbolenschema's. Er wordt zodoende geschematiseerd en schematiseringen worden ook gelezen. De activiteiten worden regelmatig besproken en geëvalueerd met een nascholer.

Appendix 2. De schematiseringstoets

Vraag 1

De onderzoeker laat een potje zien met een rode knikker erin. Naast de pot ligt een groene knikker. De onderzoeker vraagt het kind om te kijken wat er gebeurt. De onderzoeker haalt de rode knikker uit de pot en stopt de groene erin. Ze vraagt het kind om te vertellen, maar ook te tekenen wat er gebeurd is.

Vraag 2:

De onderzoeker vraagt: Op dit blad zie je een driehoek, gemaakt van drie staafjes. Hier heb jij ook drie staafjes. Kun je me nu laten zien wat er op de tekening gebeurt met behulp van jouw drie staafjes? Het kind moet opmerken dat er twee pijlen naast de driehoek staan die betekenen dat de twee staafjes naar beneden moeten zakken.

Vraag 3:

De onderzoeker vertelt het kind dat er een muis door het lokaal heeft gelopen en dat die de route zoals in de tekening hieronder staat heeft gelopen. De onderzoeker vraagt het kind dezelfde route te lopen.

Leerresultaten rekenen en wiskunde, testmoment 3

Om de gegevens van de toets Schematiseren te scoren hebben we een aantal criteria geformuleerd. De toets bestond uit drie vragen en kinderen konden 0, 1 of 2 punten behalen voor elke vraag; 2 punten als het antwoord helemaal correct was (correcte uitvoering en correcte interpretatie), 1 punt als de vraag gedeeltelijk goed was (correcte uitvoering of correcte interpretatie) en in alle andere gevallen 0 punten. De maximale score was dus 6 punten.