

# Structurele ondersteuning aan kleuters met een achterstand in getalbegrip

S.W.M. Toll en J.E.H. van Luit

## Samenvatting

Kleuters met een benedengemiddeld getalbegrip vormen een risicogroep voor het ontwikkelen van rekenproblemen in de latere schooljaren. Vroege interventie kan hen helpen om met een zelfde niveau als hun klasgenoten te starten aan de formele rekenactiviteiten in groep 3 (in Vlaanderen: klas 1). In dit onderzoek wordt de vraag beantwoord of een specifiek daartoe ontwikkeld remediërend programma voor kleuterrekenen hiervoor een effectieve manier is. Tevens wordt nagegaan in hoeverre de lengte van de interventie invloed heeft op de effectiviteit en in hoeverre de beheersing van specifieke rekentaal en werkgeheugen een rol spelen bij de vooruitgang die kinderen boeken tijdens de 1½ jaar durende interventieperiode. Benedengemiddeld scorende kleuters zijn op basis van aselechte toewijzing ingedeeld in een controleconditie of één van de twee interventiecondities. Het onderzoek wijst uit dat zowel de lange als korte interventie effectief is om getalbegrip te bevorderen, maar dat de kinderen in de lange interventieconditie meer vooruit gaan. Bovendien blijkt dat zowel kennis van specifieke rekentaal als een goed ontwikkeld werkgeheugen een positief effect hebben op de vooruitgang van kinderen.

## 1 Inleiding

### 1.1 Kleuters met een achterstand in getalbegrip

Om een start te kunnen maken met het leren van basisrekenfeiten in groep 3 (in Vlaanderen: klas 1) moet een kind over bepaalde voorbereidende rekenvaardigheden beschikken. Het gaat hierbij om vaardigheden als (verbaal) tellen, het kennen van de getalsymbolen en het begrijpen van deze symbolische representatie, het direct kunnen overzien en benoemen van kleine hoeveelheden, het onderscheiden van getalpatronen en het vergelijken van numerieke hoeveelheden (Butterworth, 2010; Desoete, Ceulemans, De Weerd, & Pieters, 2012; Fuchs et al., 2010; Kroesbergen, Van Luit, Van Lieshout, Van Loosbroek, & Van de Rijt, 2009; Moeller, Pixner, Zuber, Kaufmann, & Nuerk, 2011). Deze voorbereidende rekenvaardigheden worden vaak geschaard onder het begrip ‘getalbegrip’ (Van de Rijt, Van Luit, & Pennings, 1999). Het leren van deze vaardigheden is voor de meeste kinderen een natuurlijk proces dat wordt veroorzaakt door informeel leren in de thuis- en (voor)schoolsituatie (zie Ginsburg, Lee, & Boyd, 2008). Helaas ontwikkelt deze informele kennis niet bij alle kinderen spontaan en natuurlijk, dus niet zonder enige vorm van instructie. Kinderen laten daarom op vijfjarige leeftijd al grote verschillen zien in het niveau van getalbegrip (zie Aunio, Hautamäki, Sajaniemi, & Van Luit, 2009). Dit niveauverschil betekent dat een deel van de kinderen, dat geen adequate remediële instructie heeft ontvangen tijdens de kleuterschoolperiode, de overstap naar groep 3 maakt met een achterstand in getalbegrip. Uit onderzoek blijkt dat de kinderen die achterlopen in getalbegrip aan het begin van groep 3 nauwelijks in staat zijn het verschil met hun klasgenoten in te lopen tijdens de basisschoolperiode op het gebied van algemene rekenvaardigheid (Jordan, Glutting, & Ramineni, 2010; Toll, Van der Ven, Kroesbergen, & Van Luit, 2011) en op het gebied van het automatiseren van rekenfeiten (Locuniak & Jordan, 2008).

### 1.2 De rol van specifieke rekentaal en werkgeheugen

Op basis van onderzoek blijkt een aantal factoren, zoals de beheersing van specifieke rekentaal en de capaciteit van het (werk)geheugen, een belangrijke rol te spelen in de ontwikkeling van getalbegrip. Zowel werkgeheugen en rekentaal zullen daarom als verklarende factoren worden opgenomen in de huidige studie.

Met rekentaal worden de telwoorden bedoeld, concepten zoals meer, minder, half en heel, en ruimtelijke woorden zoals hoger, lager, onder en boven (Van Luit, 2011). Rekentaal blijkt een rol te spelen in het leren van exacte getallen (Spelke & Tsvikin, 2001) en begrip van dergelijke woorden helpt een kind bij het gebruik van numerieke concepten (Gelman & Butterworth, 2005), en niet andersom, zoals Halberda, Taing, en Litz (2008) vonden voor de relatie tussen tellen en het begrip ‘meeste’.

Een belangrijke cognitieve factor die herhaaldelijk onderzocht is in relatie tot (vorbereidende) rekenvaardigheden is de capaciteit van het werkgeheugen (zie Gathercole, Pickering, Knight, & Stegmann, 2004). Werkgeheugen kan worden gedefinieerd als de vaardigheid om informatie tegelijkertijd op te slaan en te manipuleren, dus het vermogen om inkomende informatie te controleren en te coderen en de inhoud van het geheugen te actualiseren door oude items te vervangen door

nieuwere en meer relevante informatie (zie Baddeley, 1986; Just & Carpenter, 1992). Werkgeheugen wordt ook wel omschreven als de vaardigheid om informatie tijdelijk op te slaan en te herzien met nieuwe informatie. De structuur van het werkgeheugen blijkt al stabiel en meetbaar te zijn op vierjarige leeftijd (Alloway, Gathercole, Kirkwood, & Elliott, 2008). Alloway, Gathercole, en Pickering (2006) hebben een model ontwikkeld waarbij vier componenten onderscheiden worden. Enerzijds wordt onderscheid gemaakt tussen het kortetermijn geheugen (opslaan van informatie) en het werkgeheugen (het herzien van de opgeslagen informatie op basis van nieuwe informatie) en anderzijds wordt onderscheid gemaakt tussen een visuele en een verbale component. In de visuele component gaat het om visueel aangeboden informatie, terwijl het in de verbale component verbaal aangeboden informatie betreft.

Het werkgeheugen wordt gezien als belangrijk voor rekenprestaties, omdat aangeboden informatie opgeslagen en bewerkt dient te worden tijdens het oplossen van rekengerelateerde problemen (Raghubar, Barnes, & Hecht, 2010). Een toenemend aantal onderzoeken bevestigt dan ook de relatie tussen werkgeheugen en rekenniveau (zie Holmes & Adams, 2006; Passolunghi, Mammarella, & Altoè, 2008; Toll et al., 2011) en werkgeheugen en rekenontwikkeling tijdens de basisschoolperiode (Geary, 2011). Ook op kleuterleeftijd wordt er een relatie gevonden tussen werkgeheugen en getalbegrip (zie Espy et al., 2004; Kroesbergen, Van de Rijt, & Van Luit, 2007; Kytälä, Aunio, & Hautamäki, 2009). De resultaten van deze studies bevestigen het belang om het werkgeheugen al in een vroege fase van getalbegripontwikkeling in kaart te brengen (Klein & Bisanz, 2000). Er is echter nog geen overeenstemming of het verbale of het visuele werkgeheugen een grotere rol speelt in de rekenontwikkeling. Beide componenten zijn herhaaldelijk en met positief resultaat onderzocht in relatie tot rekenvaardigheid en -ontwikkeling (zie Krajewski & Schneider, 2009).

### **1.3 Ondersteuning aan kinderen met een achterstand in getalbegrip**

Interventies die ontwikkeld zijn om rekengerelateerd leren bij kinderen in de leeftijd van 3 t/m 5 jaar te faciliteren blijken een sterk positief effect te hebben op het leren rekenen van deze kinderen vele jaren later (Clements & Sarama, 2011). Binnen het onderwijskundig onderzoeksveld, zijn verschillende studies verschenen die de effectiviteit van getalbegripprogramma's of curricula voor kleuterrekenen zijn nagegaan (Clements, Sarama, Spitler, Lange, & Wolfe, 2011; Kaufmann, Delazer, Pohl, Semenza, & Dowker, 2005). Enkele van deze studies richten zich op specifieke doelgroepen met kinderen die een verhoogd risico hebben op rekenproblemen, zoals kinderen met een laag sociaal economische status (Baroody, Eiland, & Thompson, 2009; Jordan, Glutting, Dyson, Hassinger-Das, & Irwin, 2012), kinderen in het speciaal basisonderwijs (Van Luit & Schopman, 2000), of kinderen die onder een bepaald niveau scoren op een getalbegriptoets (Van de Rijt & Van Luit, 1998). De resultaten van deze studies bevestigen het belang van effectieve instructie op het gebied van getalbegrip of het ontvangen van aanvullende ondersteuning in de kleuterklassen, zodat deze kinderen in groep 3 kunnen starten met een vergelijkbare beheersing van getalbegrip als hun leeftijdsgenoten. Op de Nederlandse en Vlaamse markt is een breed scala aan materialen en methoden beschikbaar, zoals: Kompas, Pluspunt, Reken sprong, Schatkist rekenen en Wereld in Getallen, waarvan het deel voor groep 1 en 2 kan worden ingezet bij het stimuleren van vaardigheden die te scharen zijn onder 'getalbegrip'. Eerder uitgevoerde interventies bevestigen daarnaast dat de lengte van de interventie er toe doet (Schopman & Van Luit, 1999). Uit de literatuur (Kroesbergen & Van Luit, 2003) blijkt alleszins de meerwaarde van langdurige training. Langdurige structurele ondersteuning vraagt echter ook intensieve personeelsinzet. Dit brengt de vraag met zich mee in hoeverre langdurige interventie voor de doelgroep meer oplevert dan een intensievere interventie in een substantieel kortere tijdsperiode.

Studies naar de effectiviteit van ondersteuning van getalbegrip laten bovendien zien dat er verschillende domeinen zijn waarin de kinderen kunnen worden gestimuleerd. Zo blijken instructie in strategisch tellen (Fuchs et al., 2010) en het oefenen met lineaire getalrepresentaties door het spelen van lineaire bordspellen (Siegler, 2009) effectieve manieren om de ontwikkeling van rekengerelateerde vaardigheden bij jonge kinderen te bevorderen. Hetzelfde geldt voor het ondersteunen van het abstract redeneervermogen, met andere woorden het leren kiezen van het figuur dat er niet bij hoort of het leren sorteren van objecten op basis van één dimensie (Kidd, Pasnak, Gadzichowski, Ferral-Like, & Gallington, 2008; Pasnak et al., 2009). Ook interventiestudies die zich richten op het combineren van meerdere domeinen binnen getalbegrip (Kaufmann et al., 2005) laten positieve resultaten zien. Ondanks de steeds verder groeiende aandacht in de literatuur voor dit

onderwerp is het echter nog niet duidelijk hoeveel domeinen kunnen worden onderscheiden binnen getalbegrip. In de huidige studie zal de effectiviteit worden nagegaan van het remediërende programma voor kleuterrekenen *Op Weg Naar Rekenen*<sup>1</sup> (Van Luit & Toll, 2013), dat speciaal ontwikkeld is voor kleuters met een benedengemiddelde score op getalbegrip. Binnen *Op Weg Naar Rekenen* wordt onderscheid gemaakt in negen domeinen, die algemeen geaccepteerd zijn als aspecten van getalbegrip: de beheersing van specifieke rekentaal zoals rangtelwoorden en positiewoorden (Kleemans, Segers, & Verhoeven, 2011; Schleppegrell, 2010); redeneervaardigheden zoals classificeren, vergelijken en ordenen (Kidd et al., 2008; Pasnak et al., 2009); meten en meetkunde (Clements & Sarama, 2011); telvaardigheden, zoals het akoestisch tellen, synchroon en resultaatief tellen (Fuchs et al., 2010; Gelman, 2008; Threlfall & Bruce, 2005); gestalten, zoals de vingerstructuren, de dobbelsteenstructuur en de turfstructuur (Andres, Di Luca, & Pesenti, 2008; Case et al., 1996; Rips, Bloomfield, & Asmuth, 2008); het begrijpen van de getalsymbolen (Carruthers & Worthington, 2005), kennis van de getallenlijn, zoals het schatten van de relatieve positie van een getal op een lijn (Aunio, Hautamäki, & Van Luit, 2005; Siegler, 2009) en eenvoudige bewerkingen (Carruthers & Worthington, 2004). Bovendien is daar het tiende domein werkgeheugen aan toegevoegd gebaseerd op de cognitieve factor werkgeheugen (Espy et al., 2004; Kroesbergen et al., 2007; Kytälä et al., 2009). In het programma worden taken aangeboden waarbij de kinderen uitgedaagd worden numerieke informatie (symbolen of hoeveelheden) te onthouden. In het huidige onderzoek zijn zowel rekentaal als werkgeheugen opgenomen als verklarende variabele en tevens als interventiedomein binnen het programma *Op Weg Naar Rekenen*.

Naast de identificatie van de best passende inhoud in een effectief getalbegripprogramma, beschrijft recent onderzoek ook een aantal uitdagingen waar rekening mee dient te worden gehouden bij het ondersteunen van kleuters met een achterstand in getalbegrip. De hoofdkenmerken van het programma *Op Weg Naar Rekenen* zijn op deze uitdagingen gebaseerd (zie paragraaf 2.4). De eerste uitdaging richt zich op de specifieke rekentaal die nodig is om rekentaken te kunnen uitvoeren. Deze taal (de telwoorden, maar ook concepten zoals meer, minder, hoger en lager) helpt een kind bij het gebruik van numerieke concepten (Gelman & Butterworth, 2005). Onderzoek laat dan ook zien dat sommige kinderen juist problemen ervaren met zogenaamde rekentaal (Ginsburg, 1972; Kleemans et al., 2011; Schleppegrell, 2010). Klivanoff, Levine, Huttenlocher, Vasilyeva, en Hedges (2006) stellen dat deze rekentaal daarom expliciet aan bod dient te komen binnen het rekenaanbod voor kleuters. Een tweede uitdaging heeft te maken met de verschillende instructietypes die een leerkracht kan inzetten om aan de individuele behoeften van een kind te voldoen. Voor veel kinderen met speciale behoeften blijkt directe instructie de meest effectieve manier, terwijl andere kinderen juist meer baat blijken hebben bij een leerling-gecentreerde instructie (Kroesbergen & Van Luit, 2003). Ondanks dat bekend is dat kinderen individu bepaald profiteren van verschillende aanpakken, zeker wanneer het gaat om het aanleren van rekenstrategieën en -concepten, wordt hier in het meeste aanbod weinig tot geen aandacht aan besteed (Van Luit, 2011). Ten slotte blijkt ook het aanleren van de exacte betekenis van Arabische getalsymbolen (zoals wij in Nederland en Vlaanderen gebruiken), dat een absolute vereiste is om meer geavanceerde rekentaken te kunnen uitvoeren, een uitdaging. Vaak wordt dit proces aangeleerd door concrete hoeveelheden direct te koppelen aan getalsymbolen. Voor laagpresterende kleuters is dit echter geen vanzelfsprekende relatie. Zij zijn daarom meer gebaat bij een internalisatieproces dat in drie stappen plaatsvindt (Pape & Tchoshanov, 2001), waarbij de koppeling tussen concrete objecten (stap 1) en de mentale betekenis van getalsymbolen (stap 3) wordt gefaciliteerd door een semiconcrete tussenstap (stap 2) zoals de dobbelsteenstructuur als gestructureerde representatie van niet-manipuleerbare aantallen.

#### **1.4 Het huidige onderzoek**

De bestaande literatuur biedt helder en eenduidig bewijs dat getalbegrip op kleuterleeftijd een belangrijke voorspeller is voor latere prestaties op het gebied van rekenen en wiskunde. Ook laat onderzoek zien dat kinderen met beperkt getalbegrip een risicogroep vormen voor het ontstaan van rekenproblemen in de basisschool of zelfs het voortgezet onderwijs (zie Jordan, Kaplan, Oláh, & Locuniak, 2006; Mazzocco & Thompson, 2005; Morgan & Farkas, 2009). Als gevolg daarvan is in verschillende studies gepleit voor het ondersteunen van deze risicogroep door het aanbieden van preventieprogramma's op dit gebied (zie Jordan et al., 2010; Toll et al., 2011). De effectiviteit van dergelijke vroege getalbegripinterventies is aangetoond bij normaal presterende kinderen (zie

Kaufmann et al., 2005), maar ook bij kinderen met een zwak getalbegrip (Van Luit & Schopman, 2000). Eerder uitgevoerde interventies stellen daarnaast dat langdurige ondersteuning meer opbrengt dan een korte training (Kroesbergen & Van Luit, 2003). Onderzoek laat bovendien zien dat de beheersing van specifieke rekentaal (zie Spelke & Tsivkin, 2001) en de kwaliteit van het werkgeheugen (Bull, Espy, & Wiebe, 2008; Kroesbergen et al., 2009; Mabbott & Bisanz, 2008; Passolunghi et al., 2008) belangrijke voorspellers zijn voor algemene rekenvaardigheid op de basisschool. Onderzoek laat zien dat het mogelijk is om kinderen met een beperkt werkgeheugen te ondersteunen op het gebied van getalbegrip (Toll & Van Luit, 2013). Het aantal onderzoeken dat het testen van de effectiviteit van een interventie combineren met de rol van het werkgeheugen is echter beperkt. In het huidige onderzoek<sup>2</sup> zal binnen een experimenteel design de effectiviteit worden nagegaan van het remediërende programma voor kleuterrekenen *Op Weg Naar Rekenen*. Van dit programma bestaan twee versies; een complete versie (1½ jaar durende interventie) en een korte versie (½ jaar durende interventie). Daarom zal nagegaan worden in hoeverre de lengte van de interventie een rol speelt. Ook zal het belang van specifieke rekentaal en werkgeheugen onderzocht worden. De volgende onderzoeksvragen zullen worden beantwoord:

1. Is *Op Weg Naar Rekenen* een effectief programma om kleuters met een benedengemiddelde score op getalbegrip structureel te ondersteunen?
2. Is de effectiviteit van de complete versie van *Op Weg Naar Rekenen* vergelijkbaar met de effectiviteit van de korte versie van *Op Weg Naar Rekenen*?
3. In welke mate spelen de beheersing van specifieke rekentaal, kortetermijn geheugen en werkgeheugen een rol bij de ontwikkeling van het getalbegrip?

## 2 Methode

### 2.1 Proefpersonen

De resultaten gepresenteerd in dit artikel maken deel uit van een 2½ jaar durend longitudinaal onderzoek naar de ontwikkeling van getalbegrip en de mogelijkheden deze ontwikkeling te stimuleren bij benedengemiddeld scorende kleuters. In dit onderzoek hebben 1040 kinderen (539 jongens, 51.7%) geparticipeerd afkomstig van 31 scholen (30 reguliere en 1 sbo-school) uit tien verschillende provincies in Nederland. De ouders van de kinderen hebben ingestemd met deelname. Aan het begin van het onderzoek, toen de kinderen halverwege groep 1 zaten, zijn alle kinderen getoetst met de Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised (UGT-R; Van Luit & Van de Rijt, 2009). Op basis van deze scores zijn de kinderen ingedeeld in een bovengemiddeld scorende groep (BOG; scores boven het 50<sup>e</sup> percentiel) en een benedengemiddelde groep (BEG; scores onder het 50<sup>e</sup> percentiel). De bovengemiddelde groep functioneert in dit onderzoek als referentieconditie (REF, N = 630). De kinderen in de benedengemiddelde groep (N = 410) zijn gematcht op schoolniveau in groepjes van drie kinderen op basis van hun score op de UGT-R. Vervolgens is binnen een school steeds één kind random toegewezen aan de eerste interventieconditie en twee kinderen aan de controleconditie, totdat het maximaal aantal kinderen per conditie was bereikt. Een jaar later, toen de kinderen halverwege groep 2 zaten, is bovenstaande matchingsprocedure herhaald voor uitsluitend de kinderen in de controleconditie. Deze kinderen zijn random toegewezen aan de tweede interventieconditie of de controleconditie. De eerste interventieconditie (INT1.5, N = 155) kreeg gedurende 1½ jaar (halverwege groep 1 t/m eind groep 2) het interventieprogramma *Op Weg Naar Rekenen* onderwezen, terwijl de tweede interventieconditie (INT0.5, N = 105) het programma een ½ jaar kreeg aangeboden (halverwege t/m eind groep 2). Net als de controleconditie (CON, N = 150) gedurende de hele onderzoeksperiode (1½ jaar) volgde de tweede interventieconditie het reguliere curriculum gedurende het eerste jaar van het onderzoek. De kenmerken van de vier condities en de totale onderzoeksgroep zijn weergegeven in Tabel 1. Het relatief kleine aantal kinderen in INT0.5 kan worden toegeschreven aan de tweede fase van de bovenstaande matchingsprocedure. Helaas ontbreekt van 170 kinderen informatie over het leerlinggewicht. Dit is toe te schrijven aan verschillen in leerlingadministratie van de deelnemende scholen. Een Chi-kwadraat toets laat zien dat er een verband bestaat tussen leerlinggewicht en groep ( $\chi^2(9) = 23.49, p = .01$ ). Kinderen in de drie condities met een benedengemiddelde score hebben relatief vaker een leerlinggewicht (0.3 of 1.2) dan kinderen in de

referentiegroep met een bovengemiddelde score. Deze samenhang wordt niet gevonden voor leerlinggewicht en conditie ( $\chi^2(6) = 6.06, p = .42$ ).  
(Hier ongeveer Tabel 1 plaatsen)

## 2.2 Procedure

Het getalbegrip van de kinderen is op drie momenten gemeten: halverwege groep 1, halverwege groep 2 en eind groep 2. Halverwege groep 1 is ook het werkgeheugen van de kinderen gemeten. Rekentaal is halverwege groep 2 gemeten. Alle toetsen zijn individueel afgenomen, in een vaste volgorde door getrainde testassistenten. Op basis van de getalbegripmetingen halverwege groep 1 en halverwege groep 2 zijn de kinderen toegewezen aan de vier condities (zie 2.1 voor uitleg). De kinderen die zijn toegewezen aan één van de interventiecondities kregen gedurende 1½ jaar (eerste interventieconditie) of gedurende een ½ jaar (tweede interventieconditie) het programma *Op Weg Naar Rekenen* tweemaal per week in sessies van 30 minuten aangeboden in groepjes van 3 tot 5 kinderen. De kinderen namen niet deel aan de reguliere voorbereidende rekenlessen binnen de klas. De kinderen in de controleconditie en in de referentieconditie (en ook de kinderen uit de tweede interventieconditie gedurende het eerste jaar) kregen het reguliere curriculum systematisch aangeboden (één uur per week) gebaseerd op een gestandaardiseerde, vaststaande rekenmethode. De daadwerkelijke uitvoering van het programma *Op Weg Naar Rekenen* is gecontroleerd op drie manieren: (1) na iedere sessie vulde de leerkracht voor iedere groepje een digitale checklist in met gestandaardiseerde vragen over de uitvoering en het gedrag van de kinderen; (2) eenmaal in de twee weken, dus iedere vierde sessie, is een sessie opgenomen op video; (3) iedere school is ten minste eenmaal bezocht tijdens de uitvoering van een interventiesessie en de desbetreffende leerkrachten zijn zesmaal bijeengekomen tijdens zogenaamde ‘terugkomdagen’.

## 2.3 Instrumenten

### *Getalbegrip*

Getalbegrip is gemeten met de *Utrechtse Getalbegrip Toets – Revised* (UGT-R; Van Luit & Van de Rijt, 2009). De UGT-R is een taakgerichte, gestandaardiseerde en genormeerde toets bedoeld voor kinderen in de leeftijd van 4 t/m 7 jaar. De toets bestaat uit negen componenten en 45 items (vijf items per component): vergelijken, classificeren, één-één correspondentie, ordenen, telwoorden gebruiken, synchroon en verkort tellen, resultaatief tellen, toepassen kennis van getallen en schatten. Van de toets bestaan twee versies; versie A en versie B. In dit onderzoek is versie A halverwege groep 1 en halverwege groep 2 afgenomen en versie B eind groep 2. De minimumscore is 0 en de maximumscore is 45.

### *Werkgeheugen*

Het kortetermijn- en werkgeheugen van de kinderen is gemeten met vier computertaken afkomstig uit de Nederlandse versie van de *Automatized Working Memory Assessment* (AWMA; Alloway, 2007). Iedere taak stopte automatisch wanneer een kind drie foute antwoorden binnen een testblok (bestaande uit zes opgaven) gaf. Elk van de vier taken startte met een oefensessie en beoogde een eigen onderdeel van werkgeheugen te meten. De capaciteit van het visuele kortetermijn geheugen is gemeten met *Dot Matrix*. In deze taak kregen de kinderen een 4 x 4 matrix te zien waarbij kort een rode stip verscheen in één van de kaders. De kinderen werd gevraagd om de plek waar de stip verscheen aan te wijzen. De taak startte met een testblok waarbij één stip per keer verscheen, maximaal oplopend tot een testblok met zeven stippen per keer. Het visuele werkgeheugen is gemeten met de *Odd One Out* taak, waarbij kinderen het figuur dienden aan te wijzen dat verschilde van de andere twee figuren in de rij en de kinderen dienden de plek van dit figuur (of meerdere figuren in de opvolgende testblokken) te onthouden. Het verbale kortetermijn geheugen is gemeten met *Word Recall Forwards*. In deze taak kregen de kinderen een reeks woorden te horen, startend met één woord en oplopend tot maximaal zeven woorden, waarna de kinderen gevraagd werden de reeks in dezelfde volgorde te herhalen. Het verbale werkgeheugen is gemeten met *Word Recall Backwards*. In deze taak kregen de kinderen opnieuw een reeks woorden (starten met twee woorden en maximaal oplopend tot zeven woorden) te horen, maar de kinderen moesten in deze taak de woorden in omgekeerde volgorde herhalen.

### *Rekentaal*

Om de beheersing van specifieke rekentaal te meten is de subtest ‘Gezinsbegrip 1’ van *Taaltoets Alle Kinderen* (TAK; Verhoeven & Vermeer, 2006) gebruikt. De kinderen kregen bij iedere opgave een zin

te horen die overeenkwam met één van de drie plaatjes. Alleen de 22 opgaven die betrekking hadden op 'hoeveelheidswaarden' (halve, alle, evenveel) en op 'ruimtelijke waarden' (achter, tussen, tegenover) zijn gebruikt als indicator voor specifieke rekentaal.

## 2.4 Interventie


### *Doel en setting*

Het hoofddoel van het programma *Op Weg Naar Rekenen* (Van Luit & Toll, 2013) is om kinderen te stimuleren bij het leren van voorbereidende rekenvaardigheden en hiermee de overgang tussen het informele en formele basisrekenen in groep 3 te vergemakkelijken. Onder begeleiding van een ervaren leerkracht, is het programma tweemaal per week aan kleine groepjes (3 – 5 kinderen) onderwezen. Voor deze opzet is gekozen vanwege de cruciale rol die een leerkracht speelt bij het helpen van leerlingen en het evalueren van hun vooruitgang (Kroesbergen & Van Luit, 2003).

Van het programma bestaan twee versies; een normale en een korte versie. De normale versie van het programma is gedurende 1½ jaar ( $\pm$  15 maanden, 45 schoolweken, 92 sessies) aangeboden van februari groep 1 tot juni groep 2. De korte versie is gedurende een ½ jaar ( $\pm$  4 maanden, 13 schoolweken, 28 sessies) aangeboden van februari groep 2 tot juni groep 2. Beide versies zijn ontwikkeld met complete instructiehandleiding en bijbehorende materialen. Elke sessie is verdeeld in twee of drie afzonderlijke taken. Iedere taak heeft haar eigen introductie, doelen, rekengerelateerde taal en instructie.

### *Programmamenmerken*

Het programma is speciaal ontwikkeld voor kleuters met een benedengemiddeld getalbegrip. Het programma bevat een intensieve vorm van herhaling, kleine taakgerichte subdoelen en heldere materialen. Daarnaast kent het programma drie hoofdkenmerken:

- *Het belang van taal.* Binnen het programma wordt uitgebreid aandacht besteed aan het leren van rekengerelateerde taal (zoals getalwoorden en concepten zoals meer, minder, hoger en lager). Een onderscheid wordt gemaakt tussen 'rekentaal', woorden die nodig zijn om rekenbewerkingen te kunnen uitvoeren (bijvoorbeeld: één, meer, minder of hoger), en 'instructietaal', taalbegrip dat nodig is om de desbetreffende taak op een aanvaardbare wijze te voltooien middels een adequate oplossing of strategie (bijvoorbeeld: in een rij of één-voor-één). Rekengerelateerde taal vormt een integraal onderdeel van het programma, omdat binnen iedere taak de belangrijke getallen en rekenwoorden uitdrukkelijk worden benoemd in de handleiding.
- *Het belang van instructie.* Het programma bevat twee stappen in de instructie binnen iedere taak. De taak wordt eerst aangeboden met een banende, leerling gecentreerde instructie en vervolgens, indien nodig, met een structuurverlenende, leerkrachtgecentreerde instructie met als laatste stap het modelleren van een adequate oplossing. Dit heeft als doel om adaptiviteit en differentiatie binnen de instructie te bevorderen, omdat de leerkracht op deze manier tegemoet kan komen aan de instructiebehoefte en het taalniveau van het individuele kind (adaptieve instructie). De handleiding bevat voor iedere taak concrete voorbeelden (materiaal, handeling en verbalisatie) van beide vormen van instructie.
- *Het belang van internalisatie.* Binnen het programma wordt materiaal op drie niveaus aangeboden om de vorming van mentale handelingen te ondersteunen: concreet materiaal (blokjes, pionnen), semiconcrete representaties van objecten (turfstructuur en dobbelsteenstructuur) en abstracte representaties van objecten. Een typerend kenmerk van het programma is het gebruik van de turfstructuur als perceptueel getalbeeld. Dit getalbeeld symboliseert de werkelijkheid, maar is abstracter. Hierdoor fungeert het als semiconcrete tussenstap. Hiermee wordt getracht een brug te slaan tussen aanwezige kennis en formele rekenvaardigheden. De turfstructuur helpt kinderen te begrijpen dat het getal 5, vijf objecten representeert en dat getallen gebaseerd zijn op bepaalde patronen (bijv. 5, 10, 15). Het aantal van vijf is gekozen, omdat patronen van vijf in het decimale systeem passen, maar ook omdat het overeenkomt met de natuurlijke vingertelstrategie van kinderen. Een aantal van vijf wordt weergegeven door vijf turven omcirkeld door een ovaal . Dit in tegenstelling tot de algemene wijze van turven, waarbij de vijfde lange turf de andere vier diagonaal doorstreept. Wanneer een kind door tellen ontdekt dat een ovaal altijd vijf turven bevat, kan het kind de ovaal  aannemen als een 'gestalt' van vijf. Op deze manier wordt het verkort tellen gestimuleerd.

### *Getalbegripdomeinen*

Binnen het programma wordt een breed scala aan vaardigheden geïntegreerd om de kinderen een complete basis aan te bieden waarop ze kunnen voortbouwen vanaf groep 3. Deze vaardigheden vallen binnen de tien domeinen die binnen het programma onderscheiden kunnen worden. Ieder domein is op zijn beurt weer ingedeeld in deelvaardigheden. Op deze manier komen alle aspecten van getalbegrip binnen het programma aan bod. De tien domeinen die worden onderscheiden zijn:

1. *Rekentaal*. Dit domein is onderverdeeld in positiewoorden (op, onder, naast, achter en tussen) en rangtelwoorden (eerste, tweede, derde, ...).
2. *Redeneervaardigheden*. Dit domein bevat vier subvaardigheden: (a) het *vergelijken* van objecten op kwalitatieve of kwantitatieve kenmerken, (b) het *classificeren* van objecten in een klasse of subklasse aan de hand van bepaalde criteria, (c) het *corresponderen* van hoeveelheden door het toepassen van de één-één-relatie en (d) het *rangordenen* van objecten aan de hand van bepaalde criteria.
3. *Verbaal tellen*. Dit domein richt zich op het akoestisch tellen, zowel voorwaarts als achterwaarts, en het verkort tellen in stappen van twee of drie.
4. *Concreet tellen*. Binnen dit domein krijgen kinderen strategieën aangereikt om de vingers of concreet materiaal te leren tellen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen synchroon tellen, resultatief tellen, verkort tellen in hoeveelheden van twee of drie en doortellen vanaf een hoeveelheid van vijf.
5. *(Semiconcrete) structuren*. Dit domein is onderverdeeld in de dobbelsteenstructuur (uitgedrukt in stippen of afbeeldingen) en de turfstructuur (uitgedrukt in turfjes of afbeeldingen). Het voornaamste doel binnen dit domein is om hoeveelhedsstructuren direct te leren herkennen en benoemen.
6. *Getalsymbolen*. Dit domein richt zich op het herkennen en benoemen van de getalsymbolen tot en met 20.
7. *Meten en meetkunde*. Binnen dit domein leren de kinderen verschillende vaardigheden binnen het domein meten en meetkunde. Er wordt aandacht besteed aan lengte en inhoud, vormen en figuren, construeren en oriënteren.
8. *De getallenlijn*. Kinderen leren in dit domein hoe de getallen t/m 20 zich tot elkaar verhouden op een lineaire lijn. Ze leren (het schatten van) de positie van de getallen op de lijn en leren wat de relatie tussen verschillende getallen is.
9. *Eenvoudige bewerkingen*. Binnen dit domein maken de kinderen kennis met de basisprincipes van eenvoudige transformaties zoals combinaties, optellen, aftrekken of het gelijkwaardig (eerlijk) verdelen, met behulp van de vingers of concreet materiaal.
10. *Werkgeheugen*. Dit domein richt zich op het stimuleren van het werkgeheugen door de kinderen uit te dagen om getalgerelateerde informatie, verbaal dan wel visueel, te onthouden.

De domeinen 3 t/m 6 richten zich op de vier aspecten van een getal: het verbale, concrete, semiconcrete en abstracte aspect. Om een volledig begrip van een bepaald getal te hebben dient een kind alle vier aspecten te beheersen en bovendien te begrijpen hoe deze vier aspecten aan elkaar gekoppeld kunnen worden. Zo leert een kind dat zes blokken hetzelfde is als de representatie van één ovaal en één turf, dat deze representatie overeenkomt met het getalsymbool 6 en dat het telwoord 'zes' gekoppeld kan worden aan dit getal en deze hoeveelheid. Binnen het programma wordt ruimschoots aandacht besteed aan het linken van de vier verschillende getalaspecten.

## 3 Resultaten

### 3.1 Beschrijvende statistieken

De statistische analyses zijn uitgevoerd in drie stappen. Allereerst zijn de beschrijvende statistieken van de vier condities opgevraagd. Deze waarden worden gepresenteerd in Tabel 2 en Tabel 3. Aan de hand van een multivariate variantie analyse is nagegaan of er verschillen tussen de condities bestaan op de score op de voormeting voor getalbegrip, de werkgeheugenscores en de score voor rekentaal. Voor alle variabelen is een significant effect voor groep gevonden. Post hoc toetsen (Bonferroni) zijn uitgevoerd om te corrigeren voor kanskapitalisatie. De Post hoc toetsen lieten eenzelfde patroon zien voor alle zes variabelen; de referentieconditie scoorde significant hoger dan de andere drie condities ( $REF > INT1.5 = INT0.5 = CONT$ ).

(Hier ongeveer Tabel 2 plaatsen)  
(Hier ongeveer Tabel 3 plaatsen)

### 3.2 Effectiviteit en lengte van interventie

Aan de hand van een enkelvoudige variantie analyse met covariaten is onderzocht of er verschillen tussen de condities bestaan op de nametingscores wanneer er gecontroleerd werd voor de voormetingscore en leeftijd. Door te controleren voor de voormetingscore werd het mogelijk gemaakt de gemiddelde vooruitgang van de vier condities te vergelijken. De partiële eta-squared ( $\eta^2$ ) wordt gegeven als maat voor effectgrootte. De kritieke waarde voor deze maat zijn .01 voor een klein effect, .06 voor een middelgroot effect en .14 voor een groot effect (Cohen, 1988). De variantie analyse onthulde een significant effect voor conditie ( $F(3, 966) = 49.52, p = .01, \eta^2 = .13$ ). De post hoc toetsen (Bonferroni) lieten zien dat de eerste interventieconditie relatief gezien de grootste groei doormaakte gedurende de interventieperiode van 1½ jaar ( $INT1.5 > INT0.5 = REF > CONT$ ). Het gemiddelde verschil (GV) met de andere drie groepen was significant (INT0.5:  $GV = 3.62, SE = 0.64, p < .01$ ; CONT:  $GV = 7.22, SE = 0.61, p < .01$ ; REF:  $GV = 2.29, SE = 0.52, p < .01$ ). De tweede interventieconditie liet een grotere vooruitgang zien dan de controleconditie ( $GV = 3.60, SE = 0.66, p < .01$ ), maar niet groter dan de referentieconditie ( $GV = -1.33, SE = 0.58, p = .14$ ). De controleconditie liet relatief gezien de geringste vooruitgang zien (REF:  $GV = -4.93, SE = 0.56, p < .01$ ).

### 3.3 De rol van rekentaal en werkgeheugen

Ten slotte is er een achterwaartse meervoudige lineaire regressieanalyse uitgevoerd om na te gaan in hoeverre rekentaal en de verschillende onderdelen van het (werk)geheugen de groei in getalbegrip bij de kinderen kunnen verklaren. De afhankelijke variabele was de nametingscore voor getalbegrip. De analyses testten of de variantie in getalbegrip op de nametingscore verklaard kon worden door werkgeheugen of rekentaal als aanvulling op de voormetingscore op getalbegrip en sekse. In de eerste stap zijn de zeven variabelen ingevoegd. In de daaropvolgende drie stappen zijn respectievelijk het visuele korte termijn geheugen, sekse en het verbale kortetermijn geheugen verwijderd uit het model. Het uiteindelijke model uit de vierde stap ( $F(4,867) = 136.08, p < .01$ ) wordt gepresenteerd in Tabel 4. Dit model laat zien dat 39% van de variantie op de nametingscore op getalbegrip verklaard wordt door de vier variabelen voormetingscore, rekentaal en visueel en verbaal werkgeheugen. De richting van de relaties geven aan dat er een positieve relatie bestaat tussen het getalbegrip op de nameting en het getalbegrip op de voormeting, de beheersing van rekentaal en de capaciteit van het visuele en verbale werkgeheugen.

(Hier ongeveer Tabel 4 plaatsen)

## 4 Conclusie en discussie

Het voornaamste doel van dit onderzoek was om de effectiviteit van het remediërende programma voor kleuterekenen *Op Weg Naar Rekenen* te meten en na te gaan of het mogelijk en zinvol is om het getalbegrip van benedengemiddeld presterende kleuters te stimuleren door hen structurele ondersteuning te bieden in groep 1 en/of 2. Kinderen met een benedengemiddelde score vormden de doelgroep van dit experimentele onderzoek, omdat zij een risicogroep zijn voor het ontwikkelen van rekenproblemen tijdens de basisschooljaren (zie Jordan et al., 2006; Morgan & Farkas, 2009). De benedengemiddeld scorende kinderen zijn op twee meetmomenten op schoolniveau gematcht in groepjes van drie kinderen op basis van hun getalbegrip en daarna random toegewezen aan de controleconditie of één van de twee interventiecondities. Terwijl de controleconditie en de referentieconditie (bovengemiddeld scorende kinderen) het systematisch aangeboden reguliere curriculum volgden, kreeg de eerste interventieconditie *Op Weg Naar Rekenen* aangeboden gedurende 1½ jaar. De tweede interventieconditie volgde in het eerste onderzoeksjaar het reguliere curriculum en kreeg daarna gedurende een ½ jaar de korte versie van *Op Weg Naar Rekenen* aangeboden. Het programma *Op Weg Naar Rekenen* wordt gekenmerkt door drie hoofdkenmerken (taal, instructie en internalisatie) en dekt tien domeinen binnen getalbegrip (rekentaal, redeneervaardigheden, meten en meetkunde, verbaal tellen, concreet tellen, semiconcrete structuren, getalsymbolen, getallenlijnen, eenvoudige bewerkingen en werkgeheugen) die op hun beurt weer zijn geoperationaliseerd in



deelvaardigheden, om op die manier de overgang van groep 2 naar rekenactiviteiten in groep 3 te vergemakkelijken.

Met betrekking tot de eerste onderzoeksvraag, gericht op de effectiviteit van *Op Weg Naar Rekenen*, kan geconcludeerd worden dat de twee interventiegroepen grotere vooruitgang in getalbegrip laten zien dat de groei die de controlegroep doormaakte gedurende de interventieperiode. Deze resultaten wijzen uit dat structurele ondersteuning een effectieve manier is om het getalbegrip van kinderen te stimuleren. Dit is in lijn met resultaten uit eerdere onderzoeken (Kaufmann et al., 2005; Van Luit & Schopman, 2000). Gezien het feit dat getalbegrip een sterke voorspeller is gebleken voor het automatiseren van rekenfeiten in groep 4 (Locuniak & Jordan, 2008) en de mate van succes op rekentoetsen in groep 5 (Jordan et al., 2010), is de bevinding dat structurele ondersteuning zinvol is veelbelovend.

Omdat structurele ondersteuning niet altijd haalbaar is binnen de huidige onderwijssituatie in verband met de gerichte personeelsinzet (differentiatiecapaciteit) die nodig is voor het uitvoeren van zowel een kortdurende als een langdurende training, is door middel van de tweede onderzoeksvraag nagegaan of de effectiviteit van een korte versie van *Op Weg Naar Rekenen* vergelijkbaar is met een interventie waarin kinderen langdurig met het programma oefenen. Op deze manier kan nagegaan worden in hoeverre langdurige ondersteuning meerwaarde heeft ten opzichte van een kortere training, die minder personeelsinzet vereist. Om deze vraag te beantwoorden is de groei tussen beide interventiecondities vergeleken en hieruit blijkt dat de kinderen in de eerste, lange interventieconditie een significant grotere groei doormaken dan de kinderen in de tweede, korte interventieconditie. De mate van groei in de lange interventieconditie blijkt bovendien significant groter te zijn dan de groei die de bovengemiddeld scorende kinderen doormaken, wat niet opgaat voor de mate van groei in de korte interventieconditie. De korte interventiegroep blijft na een half jaar interventie nog steeds achter op de referentiegroep (deze achterstand is teruggebracht van 19% naar 11%) terwijl de achterstand van de kinderen in de lange interventiegroep na anderhalf jaar interventie is teruggebracht van 19% op de voormeting naar 3% op de nameting. Gebaseerd op deze resultaten kan de conclusie getrokken worden dat de lengte van de interventie er inderdaad toe doet (Kroesbergen & Van Luit, 2003) en dat kinderen een grotere kans hebben om het niveau van bovengemiddeld scorende leeftijdsgenoten te evenaren, wanneer zij vanaf halverwege groep 1 al structurele ondersteuning aangeboden krijgen.

Ten slotte is door middel van een derde onderzoeksvraag nagegaan welke factoren een rol spelen in de vooruitgang. Hieruit blijkt dat, naast de score op de voormeting, de mate waarin een kind specifieke rekentaal beheerst en het visuele en verbale werkgeheugen een positief effect hebben op de vooruitgang van de kinderen. In eerder onderzoek is aangetoond dat begrip van rekengerelateerde taal een voorwaarde is om tot meer getalinzicht te komen (Gelman & Butterworth, 2005; Halberda et al., 2008). Gezien de tegenstrijdige resultaten in eerder onderzoek naar de relatie tussen werkgeheugen en vroege rekenvaardigheden (zie Holmes & Adams, 2006; Passolunghi et al., 2008) is in dit onderzoek zowel gekeken naar visueel als verbaal geheugen en zowel naar kortetermijn geheugen en werkgeheugen. In lijn met eerdere onderzoeken, bevestigen de resultaten uit het huidige onderzoek dat zowel verbaal als visueel werkgeheugen, maar niet het visuele en verbale kortetermijn geheugen, een belangrijke bijdrage leveren aan het leren van rekenvaardigheid (zie Krajewski & Schneider, 2009). Door werkgeheugen in vervolgonderzoek op verschillende momenten te meten kan er meer zicht verkregen worden over de verschillende rollen die het visuele en verbale werkgeheugen spelen in rekenprestaties. Al kan ook dit onderzoek geen expliciete uitkomst bieden in de vraag welke componenten van werkgeheugen de grootste bijdrage leveren in het leren rekenen. Desalniettemin mag het duidelijk zijn dat werkgeheugen van groot belang is in de ontwikkeling van getalbegrip bij jonge kinderen.

In het huidige onderzoek is getracht te corrigeren voor het systematisch aanbieden van de methode en de invloed van tijd, door beide factoren voor alle vier de condities gelijk aan te bieden. Het was echter niet mogelijk te controleren voor groeps grootte. Daar de interventiecondities (tijdens de desbetreffende interventieperiode) instructie kregen aangeboden in groepjes van maximaal vijf kinderen, ontvingen de controlegroep en de referentiegroep instructie binnen de reguliere klassensituatie. Het is mogelijk, maar niet vanzelfsprekend, dat de grotere vooruitgang die de referentiegroepen laten zien (deels) verklaard kan worden door de groepsdynamiek tijdens de instructie, in plaats van aan de specifieke getalbegripactiviteiten binnen het programma *Op Weg Naar Rekenen*. Daarom zal met deze beperking rekening gehouden moeten worden bij het interpreteren en

generaliseren van de resultaten, al doet dit verschil niet af aan de conclusie dat structurele ondersteuning in een remediële setting de nodige hulp kan bieden aan kleuters binnen een risicogroep. Ondanks dat dit onderzoek zicht geeft op de mate waarop de lengte van interventie van invloed is, biedt dit onderzoek geen informatie over het moment waarop de interventie ingezet kan worden. Omdat een half jaar durende interventie startend halverwege groep 1 mogelijk andere effecten geeft dan een interventie startende halverwege groep 2, is de timing van interventie binnen de kleuterperiode een aanbeveling van vervolgonderzoek. Vroegtijdige ondersteuning leidt wellicht tot een eerdere en daardoor langdurige benutting van aangeboden instructie, anderzijds komt het inzetten van ondersteuning in een later stadium beter tot zijn recht doordat kinderen op dat moment meer voorbereid en rijp zijn voor het aanbod, zowel qua instructie als qua vaardigheden (Chien et al., 2010). Op basis van de halfjaarlijkse voortgangsmetingen met de vier groepen in het huidige onderzoek, waarover niet gerapporteerd is in de studie zoals hier beschreven, kan gesteld worden dat gedurende het eerste half jaar zowel door de eerste interventieconditie als door de controlegroep en de tweede interventieconditie (dan nog controlegroep) een zeer beperkte progressie wordt bereikt. De sterkste stijging binnen de eerste interventiegroep wordt bereikt in het eerste half jaar van groep 2. Het zou kunnen zijn dat dit een gevoelige periode is en een korte training ook expliciet in het eerste half jaar van groep 2 aangeboden kan worden. Echter lijkt dit niet wenselijk te zijn omdat het eindniveau het programma *Op weg naar rekenen* aansluit bij de kennis en kunde die nodig is voor groep 3 onderwijs. Het lijkt niet verstandig die stof al in het eerste half jaar van groep 2 aan te beiden aan zwakke leerlingen. De afstand tussen inhoud en te bereiken competenties is dan te groot. Dit betekent dat de einddoelen van het programma niet bereikt zullen worden in een korte training die in het eerste half jaar van groep 2 aangeboden wordt.

Dit onderzoek, voortbouwend op eerder onderzoek (zie Baroody et al., 2009; Jordan et al., 2012), impliceert dan ook het belang van gepaste ondersteuning bieden aan kinderen met een benedengemiddeld getalbegrip, tegemoet komend aan de kenmerken van deze doelgroep en de geformuleerde uitdagingen voor effectieve getalbegripinstructie in de kleuterklassen, zodat minder kinderen hun formele rekenontwikkeling in groep 3 starten met onvoldoende voorkennis.

## Noot

1 Het programma *Op Weg Naar Rekenen* is verkrijgbaar bij Educatieve Uitgeverij Graviant, te bereiken via <http://www.graviant.eu>.

2 Het onderzoek *Ook een kleuter met een beperkt rekentaalbegrip kan goed leren rekenen* wordt gesubsidieerd door het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap in het kader van Onderwijs Bewijs (eerste ronde).

## Literatuur

- Alloway, T. P. (2007). *Automated working memory assessment (AWMA)*. London: Pearson.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H., & Elliott, J. (2008). Evaluating the validity of the automated working memory assessment. *Educational Psychology, 28*, 725-734.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuospatial short-term and working memory in children: Are they separable? *Child Development, 77*, 1698-1716.
- Andres, M., Di Luca, S., & Pesenti, M. (2008). Finger counting: The missing tool? *Behavioral and Brain Sciences, 31*, 642-643.
- Aunio, P., Hautamäki, J., Sajaniemi, N., & Van Luit, J. E. H. (2009). Early numeracy in low-performing young children. *British Educational Research Journal, 35*, 25-46.
- Aunio, P., Hautamäki, J., & Van Luit, J. E. H. (2005). Mathematical thinking intervention programmes for preschool children with normal and low number sense. *European Journal of Special Needs Education, 20*, 131-146.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford, UK: University Press.
- Baroody, A. J., Eiland, M., & Thompson, B. (2009). Fostering at-risk preschoolers' number sense. *Early Education & Development, 20*, 80-128.
- Bisanz, J., Sherman, J. L., Rasmussen, C., & Ho, E. (2005). Development of arithmetic skills and knowledge in preschool children. In J. I. D. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition* (pp. 143-162). New York: Psychology Press.
- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology, 33*, 205-228.
- Butterworth, B. (2010). Foundational numerical capacities and the origins of dyscalculia. *Trends in Cognitive Sciences, 14*, 534-541.
- Carruthers, E., & Worthington, M. (2004). Young children exploring early calculation. *Mathematics Teaching, 187*, 30-34.
- Carruthers, E., & Worthington, M. (2005). Making sense of mathematical graphics: The development of understanding abstract symbolism. *European Early Childhood Education Research Journal, 13*, 57-79.
- Case, R., Okamoto, Y., Griffin, S., McKeough, A., Bleiker, C., Henderson, B., . . . Keating, D. P. (1996). The role of central conceptual structures in the development of children's thought. *Monographs of the Society for Research in Child Development, 61*, 1-265.
- Chien, N. C., Howes, C., Burchinal, M., Pianta, R. C., Ritchie, S., Bryant, D. M., . . . Barbarin, O. A. (2010). Children's classroom engagement and school readiness gains in prekindergarten. *Child Development, 81*, 1534-1549.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood mathematics intervention. *Science, 333*, 968-970.
- Clements, D. H., Sarama, J., Spitler, M. E., Lange, A. A., & Wolfe, C. B. (2011). Mathematics learned by young children in an intervention based on learning trajectories: A large-scale cluster randomized trial. *Journal for Research in Mathematics Education, 42*, 127-168.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Desoete, A., Ceulemans, A., De Weerd, F., & Pieters, S. (2012). Can we predict mathematical learning disabilities from symbolic and non-symbolic comparison tasks in kindergarten? Findings from a longitudinal study. *British Journal of Educational Psychology, 82*, 64-81.
- Espy, K. A., McDiarmid, M. M., Cwik, M. F., Stalets, M. M., Hamby, A., & Senn, T. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematics skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology, 26*, 465-486.
- Fuchs, L. S., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Cirino, P. T., Fletcher, J. M., Fuchs, D., & Hamlett, C. L. (2010). The effects of strategic counting instruction, with and without deliberate practice, on number combination skill among students with mathematics difficulties. *Learning and Individual Differences, 20*, 89-100.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Knight, C., & Stegmann, Z. (2004). Working memory skills and educational attainment: Evidence from national curriculum assessments at 7 and 14 years of age. *Applied Cognitive Psychology, 18*, 1-16.
- Geary, D. C. (2011). Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: A 5-year longitudinal study. *Developmental Psychology, 47*, 1539-1552.
- Gelman, R. (2008). Counting and arithmetic principles first. *Behavioral and Brain Sciences, 31*, 653-654.
- Gelman, R., & Butterworth, B. (2005). Number and language: How are they related? *Trends in Cognitive Sciences, 9*, 6-10.
- Ginsburg, H. P. (1972). Children's knowledge and individualized instruction. *Educational Technology, 12*, 8-12.
- Ginsburg, H. P., Lee, J. S., & Boyd, J. S. (2008). Mathematics education for young children: What it is and how to promote it. *Society for Research in Child Development Social Policy Report, 22*, 1-23.
- Halberda, J., Taing, L., & Lidz, J. (2008). The development of "most" comprehension and its potential dependence on counting ability in preschoolers. *Language Learning and Development, 4*, 99 - 121.
- Holmes, J., & Adams, J. W. (2006). Working memory and children's mathematical skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational Psychology, 26*, 339-366.
- Jordan, N. C., Glutting, J., Dyson, N., Hassinger-Das, B., & Irwin, C. (2012). Building kindergartners' number sense: A randomized controlled study. *Journal of Educational Psychology, 104*, 647-660.
- Jordan, N. C., Glutting, J., & Ramineni, C. (2010). The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and Individual Differences, 20*, 82-88.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Oláh, L., & Locuniak, M. N. (2006). Number sense growth in kindergarten: A longitudinal investigation of children at risk for mathematics difficulties. *Child Development, 77*, 153-175.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review, 99*, 122-149.
- Kaufmann, L., Delazer, M., Pohl, R., Semenza, C., & Dowker, A. (2005). Effects of a specific numeracy educational program in kindergarten children: A pilot study. *Educational Research & Evaluation, 11*, 405-431.
- Kidd, J. K., Pasnak, R., Gadzichowski, M., Ferral-Like, M., & Gallington, D. (2008). Enhancing early numeracy by promoting the abstract thought involved in the oddity principle, seriation, and conservation. *Journal of Advanced Academics, 19*, 164-200.
- Kleemans, T., Segers, E., & Verhoeven, L. (2011). Cognitive and linguistic precursors to numeracy in kindergarten: Evidence from first and second language learners. *Learning and Individual Differences, 21*, 555-561.
- Klein, J. S., & Bisanz, J. (2000). Preschoolers doing arithmetic: The concepts are willing but the working memory is weak. *Canadian Journal of Experimental Psychology, 54*, 105-116.
- Klibanoff, R. S., Levine, S. C., Huttenlocher, J., Vasilyeva, M., & Hedges, L. V. (2006). Preschool children's mathematical knowledge: The effect of teacher "math talk". *Developmental Psychology, 42*, 59-68.

- Krajewski, K., & Schneider, W. (2009). Exploring the impact of phonological awareness, visual–spatial working memory, and preschool quantity–number competencies on mathematics achievement in elementary school: Findings from a 3-year longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*, 516-531.
- Kroesbergen, E. H., Van de Rijt, B. A. M., & Van Luit, J. E. H. (2007). Working memory and early mathematics: Possibilities for early identification of mathematics learning disabilities. *Advances in Learning and Behavioral Disabilities, 20*, 1-19.
- Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2003). Mathematics interventions for children with special educational needs. *Remedial and Special Education, 24*, 97-114.
- Kroesbergen, E. H., Van Luit, J. E. H., Van Lieshout, E. C. D. M., Van Loosbroek, E., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). Individual differences in early numeracy: The role of executive functions and subitizing. *Journal of Psychoeducational Assessment, 27*, 226-236.
- Kyttälä, M., Aunio, P., & Hautamäki, J. (2009). Working memory resources in young children with mathematical difficulties. *Scandinavian Journal of Psychology, 51*, 1-15.
- Kyttälä, M., Aunio, P., Lehto, J. E., Van Luit, J. E. H., & Hautamäki, J. (2003). Visuospatial working memory and early numeracy. *Educational and Child Psychology, 20*, 65-76.
- Locuniak, M. N., & Jordan, N. C. (2008). Using kindergarten number sense to predict calculation fluency in second grade. *Journal of Learning Disabilities, 41*, 451-459.
- Mabbott, D. J., & Bisanz, J. (2008). Computational skills, working memory, and conceptual knowledge in older children with mathematics learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 41*, 15-28.
- Mazzocco, M. M. M., & Thompson, R. E. (2005). Kindergarten predictors of math learning disability. *Learning Disabilities Research and Practice, 20*, 142–155.
- Moeller, K., Pixner, S., Zuber, J., Kaufmann, L., & Nuerk, H.-C. (2011). Early place-value understanding as a precursor for later arithmetic performance - A longitudinal study on numerical development. *Research in Developmental Disabilities, 32*, 1837-1851.
- Morgan, P. L., & Farkas, G. (2009). Five-year growth trajectories of kindergarten children with learning difficulties in mathematics. *Journal of Learning Disabilities, 42*, 306-321.
- Pape, S. J., & Tchoshanov, M. A. (2001). The role of representation(s) in developing mathematical understanding. *Theory into Practice, 40*, 118-127.
- Pasnak, R., Kidd, J. K., Gadzichowski, M. K., Gallington, D. A., Saracina, R. P., & Addison, K. T. (2009). Promoting early abstraction to promote early literacy and numeracy. *Journal of Applied Developmental Psychology, 30*, 239-249.
- Passolunghi, M. C., Mammarella, I. C., & Altoè, G. (2008). Cognitive abilities as precursors of the early acquisition of mathematical skills during first through second grades. *Developmental Neuropsychology, 33*, 229-250.
- Raghubar, K. P., Barnes, M. A., & Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences, 20*, 110-122.
- Rips, L. J., Bloomfield, A., & Asmuth, J. (2008). From numerical concepts to concepts of number. *Behavioral and Brain Sciences, 31*, 623-642.
- Schleppegrell, M. J. (2010). Language in mathematics teaching and learning. In J. N. Moschkovich (Ed.), *Language and mathematics education: Multiple perspectives and directions for research* (pp. 73-112). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Schopman, E. A. M., & Van Luit, J. E. H. (1999). Counting strategies among kindergartners with special educational needs: An exploratory study. *European Journal of Special Needs Education, 14*, 61-69.
- Siegler, R. S. (2009). Improving the numerical understanding of children from low-income families. *Child Development, 3*, 118-124.
- Spelke, E. S., & Tsivkin, S. (2001). Language and number: A bilingual training study. *Cognition, 78*, 45 - 88.
- Threlfall, J., & Bruce, B. (2005). "Just" counting: Young children's oral counting and enumeration. *European Early Childhood Education Research Journal, 13*, 63-77.
- Toll, S. W. M., Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2011). Executive functions as predictors of math learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 44*, 521-532.
- Toll, S. W. M., & Van Luit, J. E. H. (2013). Accelerating the early numeracy development of kindergartners with limited working memory skills through remedial education. *Research in Developmental Disabilities, 34*, 745-755.
- Van de Rijt, B. A. M. & Van Luit, J. E. H. (1998). Effectiveness of the additional early mathematics program for teaching children early mathematics. *Instructional Science, 26*, 337-358.
- Van de Rijt, B. A. M., Van Luit, J. E. H., & Pennings, A. H. (1999). The construction of the Utrecht early mathematics competence scales. *Educational and Psychological Measurement, 59*, 589-309.
- Van Luit, J. E. H. (2011). Difficulties with preparatory skills in kindergartners. *International Journal of Disability, Development and Education, 58*, 89-95.
- Van Luit, J. E. H., & Schopman, E. A. M. (2000). Improving early numeracy of young children with special educational needs. *Remedial and Special Education, 21*, 27-40.
- Van Luit, J. E. H., & Toll, S. W. M. (2013). *Op weg naar rekenen. Remediërend programma voor kleuterrekenen*. Doetinchem: Graviant.
- Van Luit, J. E. H., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). *Utrechtse getalbegrip toets - revised*. Doetinchem: Graviant.
- Verhoeven, L., & Vermeer, A. (2006). *Taaltoets alle kinderen. Verantwoording*. Arnhem: Cito.

## Auteurs

**Sylke W.M. Toll, MSc.**, Universiteit Utrecht

**Prof. dr. Johannes E.H. van Luit**, Universiteit Utrecht

*Correspondentieadres:* Sylke W.M. Toll, Universiteit Utrecht, Faculteit Sociale Wetenschappen, Afdeling Pedagogiek, Heidelberglaan 1, 3584 CS Utrecht, Postbus 80140, 3508 TC Utrecht. E-mail: [S.W.M.Toll@uu.nl](mailto:S.W.M.Toll@uu.nl)

## Abstract

### **Structural support for kindergartners lagging behind in early numeracy**

Kindergartners lagging behind in early numeracy are at risk for developing math difficulties during primary school. Early intervention can help them achieving similar levels as their typical achieving peers before entering first grade. This study examines the effectivity of an intervention for children scoring below average. Furthermore, it examines the effect of the length of the intervention, and the role of math-related language and working memory. After a matching procedure on school level, the kindergartners scoring below average were randomly assigned to the control condition or two intervention conditions. The results show larger gains in early numeracy among the children in both intervention conditions compared to the control condition, and larger gains for the children receiving the specific program during 1½ year than the children receiving support for only ½ year. Moreover, math-related language and visual, not verbal, working memory proved to be predictors for which children benefit from intervention.

Tabel 1

Informatie over sekse, leerlinggewicht en leeftijd voor de vier condities en de totale onderzoeksgroep

	N	Sekse		Leerlinggewicht						Leeftijd in maanden			
		% Jongen	% Meisje	0		0.3		1.2		Onbekend			
				N	%	N	%	N	%	N	%	M	SD
1	155	51.6	48.4	110	71.0	8	5.2	6	3.9	31	19.9	53.99	4.26
2	105	56.2	43.8	66	62.9	8	7.6	5	4.8	26	24.7	54.22	3.95
3	150	56.7	43.3	114	76.0	4	2.7	5	3.3	27	18.0	53.94	4.49
4	630	49.8	50.2	519	82.4	15	2.4	10	1.6	86	13.6	55.07	3.90
TOT	1040	51.7	48.1	809	77.6	35	3.4	26	2.5	170	16.5	54.67	4.07

Noot. 1 = eerste interventieconditie, 2 = tweede interventieconditie, 3 = controleconditie, 4 = referentieconditie, TOT = totale onderzoeksgroep

Tabel 2  
*Gemiddelde scores en standaarddeviaties  
 voor de vier condities op de voormeting score,  
 nameting score en rekentaal*

	UGT-R <sup>a</sup> : pretest (halverwege groep 1)		UGT-R <sup>a</sup> : posttest (eind groep 2)		Rekentaal <sup>b</sup>	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
1	9.61	4.34	28.98	5.24	18.14	2.72
2	9.69	3.96	25.42	5.47	17.78	2.79
3	8.94	4.16	21.62	6.19	17.74	2.95
4	18.21	6.40	30.32	5.44	19.70	2.01

*Noot.* 1 = eerste interventieconditie,  
 2 = tweede interventieconditie,  
 3 = controleconditie, 4 = referentieconditie  
<sup>a</sup> Maximum = 45. <sup>b</sup> Maximum = 24.



Tabel 3

Gemiddelde scores en standaarddeviaties voor de vier condities op de vier werkgeheugentaken

	Verbaal korte termijn geheugen <sup>a</sup>		Verbaal Werkgeheugen <sup>b</sup>		Visueel korte termijn geheugen <sup>c</sup>		Visueel Werkgeheugen <sup>d</sup>	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
1	10.59	2.83	1.57	2.00	9.41	3.18	5.46	2.19
2	10.47	2.86	1.63	1.90	10.36	3.18	5.02	1.79
3	10.27	2.86	1.29	1.94	9.05	3.63	5.00	2.33
4	12.31	2.18	3.26	2.11	11.61	3.42	6.50	2.34

Noot. 1 = eerste interventieconditie, 2 = tweede interventieconditie, 3 = controleconditie, 4 = referentieconditie <sup>a</sup> Maximum = 28. <sup>b</sup> Maximum = 24. <sup>c</sup> Maximum = 28. <sup>d</sup> Maximum = 28.

Tabel 4  
*Resultaten meervoudige regressie analyses  
 voor nametingscore op getalbegrip*

	<i>B (SE)</i>	$\beta$	<i>t</i>	<i>p</i>
Constante	8.87 (1.29)		6.90	.00
VM	.30 (.03)	.33	9.69	.00
Rekentaal	.67 (.07)	.27	9.11	.00
Vis WG	.27 (.08)	.10	3.34	.00
Ver WG	.32 (.09)	.11	3.53	.00

*Noot.* VM = Voormetingscore,  
 WG = werkgeheugen