



Specifieke rekentaal, werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheid

Masterthesis Universiteit Utrecht

Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen

Masterprogramma Orthopedagogiek

21 juni 2013

Auteurs:

I.M. van der Most, 3807398

L. van Mil, 3513521

Onder begeleiding van:

Prof. Dr. J.E.H. van Luit

Tweede beoordelaar:

S.W.M. Toll Msc.

Voorwoord

Voor u ligt de scriptie ‘Specifieke rekentaal, werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheid’, een onderzoek binnen het brede onderzoeksgebied naar voorbereidende rekenvaardigheid bij kleuters. Dit onderzoek is verricht gedurende september 2012 tot en met juni 2013 voor de Universiteit van Utrecht in het kader van het Onderwijsbewijsproject. Dit project richt zich op de te bieden hulp daar waar de ontwikkeling van voorbereidende rekenvaardigheid en de daarvoor benodigde taalvaardigheid bij kleuters niet op een leeftijdsadequate wijze verloopt.

De vraagstelling over de relatie tussen specifieke rekentaal en voorbereidende rekenvaardigheid en deelvragen zijn opgesteld en onderzocht door L. van Mil. De vraagstelling en bijbehorende deelvragen betreffende de relatie tussen het werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheid zijn door I.M. van der Most ontworpen en onderzocht. Beiden hebben literatuur beschreven behorende bij de eigen onderzoeksvraag, de data hiervoor geanalyseerd en de resultaten in de discussie gerelateerd aan eerder onderzoek. Aan de methode, conclusie en discussie is gezamenlijk gewerkt.

L. van Mil haar interesse ging uit naar de rol van specifieke rekentaal in voorbereidende rekenvaardigheid. Dit begrip is in de literatuur nog redelijk onbekend en gedifferentieerd, waardoor het lastig was haar hypothese te onderbouwen met wetenschappelijke literatuur. Desondanks heeft zij met de juiste onderbouwingen aangehaalde literatuur gekoppeld aan haar hypothese. Tevens maakt dit haar onderzoeksvraag des te interessanter, omdat dit blijkbaar een onderbelicht aspect is en zodoende een aanvulling kan zijn op wetenschappelijk gebied.

Door het uitvoeren van neuropsychologische testen is I.M. van der Most bekend geworden met de werking van het werkgeheugen en problemen die kunnen ontstaan bij disfuncties hiervan. Problemen in het werkgeheugen die met name naar voren zijn gekomen bij kinderen van haar stage waren het simultaan verwerken van informatie en de cognitieve switching. Dit heeft haar gewezen op het belang van het werkgeheugen in dagelijkse prestaties bij rekenen en andere schoolvakken, maar ook van het belang van het ondersteunen van deze moeilijkheden in het onderwijs.

Onze dank gaat uit naar onze begeleider Prof. Dr. J.E.H. van Luit voor zijn ruime kennis op het gebied van rekenproblemen en zijn prettige begeleidingsstijl. Tevens gaat onze dank uit naar S.W.M. Toll Msc. voor haar ondersteuning tijdens het uitdiepen van de onderzoeksvragen en het toetsen van de relaties. Zonder hun steun zou deze scriptie niet in deze vorm tot stand zijn gekomen.

Abstract

Objective: Specific math language is a relative unknown subject in the recent literature, however working memory seems to play a unique role in early numeracy. This study examined how both factors are related to early numeracy in toddlers, in which a distinction was made between words that indicate a quantity and spatial words and visual spatial and verbal working memory. **Method:** 31 schools have participated and a total of 977 children between the ages of 4 to 5.5 years were assessed on early numeracy. Using Pearson's correlation coefficient and multiple regression analyzes three relationships are examined. **Results:** Both factors explained a significant part of variance in children's early numeracy, in which the relationship is stronger for working memory. Analyzes on specific math language reveal a stronger predictive value for words that indicate a quantity over spatial words. Regarding working memory it appears visual spatial working memory accounts for more variance than verbal working memory in early numeracy. **Conclusion en discussion:** Both factors were found to be related to early numeracy in toddlers. The findings of this study suggest that it seems promising to use the concepts of specific math language and working memory for the early identification of children at risk for math learning difficulties. In addition, this indicates the importance of using specific math language in an early stage of children's development intending to stimulate early numeracy.

Keywords: *early numeracy; specific math language, working memory, words that indicate a quantity, spatial words, verbal working memory, visual spatial working memory*

Samenvatting

Doel: Aangezien specifieke rekentaal onderbelicht wordt in de literatuur en het werkgeheugen vanuit de literatuur een unieke bijdrage blijkt te leveren aan rekenvaardigheid, is in deze studie nagegaan hoe specifieke rekentaal en werkgeheugen gerelateerd zijn aan voorbereidende rekenvaardigheid bij kleuters. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen hoeveelheidswoorden en ruimtelijke woorden en visueel en verbaal werkgeheugen. **Methode:** Aan dit onderzoek hebben 31 scholen deelgenomen met in totaal 977 kleuters in de leeftijd van 4 tot 5,5 jaar. Middels Pearson's correlatiecoëfficiënt en drie multiple regressieanalyses zijn de relaties onderzocht. **Resultaten:** Onderzoekresultaten wijzen uit dat specifieke rekentaal en werkgeheugen een significant deel van de variantie verklaren in de voorspelling van voorbereidende rekenvaardigheid bij kinderen, waarbij het verband sterker is voor werkgeheugen. Binnen de factor specifieke rekentaal blijkt dat het aspect hoeveelheidswoorden meer invloed heeft dan ruimtelijke woorden. Binnen het werkgeheugen blijkt het visuele werkgeheugen een grotere rol te spelen in voorbereidende rekenvaardigheid dan verbaal werkgeheugen. **Conclusie en discussie:** Specifieke rekentaal en werkgeheugen hangen samen met voorbereidende rekenvaardigheid bij kleuters. De bevindingen suggereren dat het veelbelovend lijkt om het concept werkgeheugen in te zetten voor de vroege signalering van problemen in voorbereidende rekenvaardigheid bij kleuters. Daarnaast kan middels vroegtijdig gebruik van specifieke rekentaal door de leerkracht de voorbereidende rekenvaardigheid worden gestimuleerd.

Trefwoorden: *voorbereidende rekenvaardigheid; specifieke rekentaal; werkgeheugen; hoeveelheidswoorden; ruimtelijke woorden; verbaal werkgeheugen; visueel werkgeheugen*

Literatuurstudie en onderzoeksmotivatie

Binnen deze studie wordt getracht verduidelijking te geven over de beïnvloedende rol van specifieke rekentaal en werkgeheugen op voorbereidende rekenvaardigheid bij kleuters in groep 2. Aangezien specifieke rekentaal wordt onderbelicht in de literatuur en het werkgeheugen vanuit de literatuur een unieke bijdrage blijkt te leveren aan algemene rekenvaardigheid, is het interessant beide factoren in de relatie tot voorbereidende rekenvaardigheid te onderzoeken.

Voorbereidende rekenvaardigheid

Het verwerven van rekenkennis en -vaardigheden kan worden gezien als een proces dat zich begint te ontwikkelen lang voordat kinderen in aanraking komen met rekenonderwijs op de basisschool. Kinderen hebben intuïtieve kennis over wat getallen kunnen betekenen, de manier waarop deze gebruikt kunnen worden en om te leren tellen, groeperen en vergelijken van getallen (Torbeys et al., 2010). In deze studie worden deze competenties verder aangeduid als “voorbereidende rekenvaardigheid” (Desoete, Ceulemans, De Weerd, & Pieters, 2012; LeFevre et al., 2009; Toll & Van Luit, 2013; Torbeys et al., 2010).

Voor veel kinderen is het ontwikkelen van deze voorbereidende rekenvaardigheid een natuurlijk proces, dat zich ontwikkelt door middel van informeel leren in de thuissituatie (Ginsburg, Lee, & Boyd, 2008). Echter, niet alle kinderen ontwikkelen deze informele kennis. Hierdoor ontstaan individuele verschillen in de mate van voorbereidende rekenvaardigheid (Aunio, Hautamäki, Sajaniemi, & Van Luit, 2009; Aunola, Leskinen, Lerkkanen, & Nurmi, 2004). Deze verschillen blijken significante consequenties te hebben voor latere schoolprestaties op de basisschool (Aunola et al., 2004; Jordan, Kaplan, Locuniak, & Ramineni, 2007; Locuniak & Jordan, 2008) en het voortgezet onderwijs (Siegler, 2009). Om latere rekengerelateerde problemen bij een kind te kunnen voorspellen, is het van belang uit te diepen welke factoren van invloed zijn op voorbereidende rekenvaardigheid.

Onderzoek benadrukt het belang van factoren die mogelijk van invloed zijn op voorbereidende rekenvaardigheid, zoals het werkgeheugen, de intelligentie, taal, sociaal economische status en specifieke rekentaalvaardigheid (Durand, Hulme, Larkin, & Snowling, 2005; Gelman & Butterworth, 2005; Han & Ginsburg, 2001; Jordan, Wylie, & Mulhern, 2010; Krajewski & Schneider, 2009; Melhuish et al., 2008; Stock, Desoete, & Roeyers, 2009). Binnen deze studie wordt uitsluitend de invloed van twee factoren onderzocht, namelijk specifieke rekentaal en werkgeheugen. Over de relatie tussen specifieke rekentaal en voorbereidende rekenvaardigheid is nog relatief weinig bekend. Het is zinvol om te toetsen in welke mate specifieke rekentaal invloed heeft op het voorbereidende rekenvaardigheid, zodat

de specifieke rekentaalvaardigheid indien nodig gestimuleerd kan worden bij kleuters, waardoor zij wellicht betere voorbereidende rekenvaardigheid ontwikkelen. De tweede factor, het werkgeheugen, komt in de literatuur veelvuldig naar voren als een unieke voorspeller voor rekenvaardigheid (Andersson, 2006; Gathercole, Alloway, Willis & Adams, 2006; Passolunghi, Mammarella, & Altoe, 2008). Echter, de relatie tussen het werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheid bij kleuters wordt minder belicht.

De rol van specifieke rekentaal

Voordat wordt ingegaan op specifieke rekentaal, wordt aanvankelijk het overkoepelende begrip taal belicht in de relatie met voorbereidende rekenvaardigheid, aangezien specifieke rekentaal een onderdeel vormt van taal. Aangaande deze relatie blijkt dat taal een belangrijke rol speelt bij de ontwikkeling van voorbereidende rekenvaardigheid (Gelman & Butterworth, 2005; Harrison, McLeod, Berthelsen, & Walker, 2009; Jordan, Kaplan, Olah, & Locuniak, 2006; Jordan, Wylie, & Mulhern, 2010; Koponen, Aunola, Ahonen, & Nurmi, 2007; Krajewski & Schneider, 2009). Taal wordt gebruikt om rekenkundige concepten te definiëren, om rekenkundige ideeën uit te drukken en om verbindingen te vormen tussen verschillende representaties van rekenkundige ideeën. Voordat kinderen naar school gaan, gebruiken zij al woorden die verband houden met rekenen om rekenkundige fenomenen in hun dagelijkse omgeving te beschrijven. Voorbeelden hiervan zijn “Dit meisje is *groter* dan het andere meisje” en “In deze zak zitten *meer* appels dan in de andere zak”. Op school gebruiken leerkrachten taal om onder andere rekenkundige formules te beschrijven en nieuwe concepten te definiëren. Bovendien is taal een belangrijk cognitief hulpmiddel bij het vormen van rekenkundig leren en denken (Han & Ginsburg, 2001).

Over de samenhang tussen specifieke rekentaal en voorbereidende rekenvaardigheid is echter minder bekend. Slechts enkele studies hebben deze relatie onderzocht. In de studie van Boonen en collega's (2011) is nagegaan of er sprake is van samenhang tussen het gebruik van specifieke rekentaal door de leerkracht en de verwerving van ‘number sense’ bij kleuters. ‘Number sense’ is biologisch bepaalde kennis, dat zich ontwikkelt bij kinderen in de eerste levensjaren. ‘Number sense’ ontstaat binnen het vermogen van kinderen om mentaal getallen op een mentale getallenlijn te representeren en deze te manipuleren (Dehaene, 2001). Zodoende kan de mentale getallenlijn worden beschouwd als een domeinspecifiek fundament waarop de overname van meer geavanceerde wiskundige begrippen en procedures worden gebouwd (Schneider, Grabner, & Paetsch, 2009). Binnen de studie van Boonen en collega's (2011) zijn negen verschillende vormen van rekentaalinput onderzocht. De onderzoeksresultaten wijzen uit dat de rol van elk van deze rekentaalcategorieën niet zo

bevorderend blijkt te zijn voor de ontwikkeling van ‘number sense’, zoals vooraf werd verwacht. Tevens komt uit het onderzoek naar voren dat een grote diversiteit in het gebruik van rekentaal negatief samenhangt met de verwerving van ‘number sense’ bij kleuters. Gesprekken met kleuterleerkrachten na video-observaties laten zien dat verschillende leerkrachten van nature rekentaal gebruiken in alledaagse gesprekken, zonder dat zij bewust zijn van het doel en de invloed hiervan (Boonen et al., 2011).

Klibanoff, Levine, Huttenlocher, Vasilyeva, & Hedges (2006) hebben eveneens onderzoek gedaan naar het effect van specifieke rekentaal, aangeboden door de leerkracht, op voorbereidende rekenvaardigheid bij kinderen van 4 jaar op een voorschoolse opvang. Uit deze studie komt een sterker verband naar voren tussen beide vaardigheden dan in het onderzoek van Boonen en collega’s (2011). Naarmate een leerkracht meer gebruik maakt van specifieke rekentaal, leidt dit tot een toename van rekenkennis bij kleuters, gedurende de periode van één schooljaar. Het is mogelijk dat het verwerven van specifieke rekentaal, evenals de algemene taalverwerving, gerelateerd is aan de mate van rekentaalinput op school. Ondanks dat verwerven van specifieke rekentaal slechts een onderdeel vormt van voorbereidende rekenvaardigheid, is het een belangrijk hulpmiddel voor de ontwikkeling van het rekenkundig denken. Bij taken zoals nauwkeurig tellen van rijen voorwerpen, herkennen welk getal groter is of berekenen van een antwoord bij optel- of aftreksommen, is kennis van de volgorde van een aantal getalwoorden noodzakelijk. Kortom, de rekentaalinput die kinderen helpt om de specifieke rekentaal te leren, beïnvloedt tevens hun rekenvaardigheid (Klibanoff et al., 2006).

Geconcludeerd kan worden dat er tot op heden weinig bekend is over de exacte invloed van specifieke rekentaal op voorbereidende rekenvaardigheid. Uit de twee studies komen inconsistente resultaten naar voren. Aangezien deze studies zich richten op specifieke rekentaal, aangeboden door de leerkracht, is voorzichtigheid geboden bij de bruikbaarheid van deze studies voor deze hypothese. De studie van Klibanoff en collega’s (2006) lijkt enigszins aanwijzingen te geven die duiden op een gunstig effect van specifieke rekentaal op de verwerving van voorbereidende rekenvaardigheid. Zodoende wordt deze bevinding als uitgangspunt genomen voor de verwachting ten aanzien van deze relatie. Op basis van de schaarse literatuur wordt verwacht dat specifieke rekentaal van invloed is op de voorbereidende rekenvaardigheid bij kleuters groep 2.

Om meer zicht te krijgen op de relatie tussen specifieke rekentaal en voorbereidende rekenvaardigheid wordt tevens nagegaan of er een verschil is tussen jongens en meisjes met betrekking tot de samenhang tussen deze twee factoren voor kleuters in groep 2. Onderzoek

wijst uit dat bij kinderen in de leeftijd van 0 tot 2,5 jaar meisjes zich sneller ontwikkelen op het gebied van woordproductie en het combineren van woorden dan jongens. Dit verschil neemt toe naarmate kinderen ouder worden (Eriksson et al., 2012). Op basis van deze bevinding wordt verwacht dat meisjes, vanwege een beter ontwikkelde taalvaardigheid, ook over een betere rekentaalvaardigheid beschikken in vergelijking met jongens, waardoor zij bij rekentaken sneller een beroep kunnen doen op hun rekentaalvaardigheid.

Aangezien specifieke rekentaal mogelijk van invloed is op voorbereidende rekentaalvaardigheid, is het ook van belang na te gaan welke aspecten van specifieke rekentaal van invloed zijn op voorbereidende rekentaalvaardigheid. Echter, er bestaat onduidelijkheid over het begrip 'specifieke rekentaal'. Volgens Ruijsenaars, Van Luit en Van Lieshout (2004) wordt rekentaal gebruikt om de realiteit te beschrijven en te ordenen. Kinderen leren al op jonge leeftijd begrippen die te maken hebben met hoeveelheden, relaties tussen hoeveelheden en handelingen met aantallen. Daarnaast vormen specifieke termen als de telrij, de 'namen' van concrete hoeveelheden en de kwantificering van een handeling of gebeurtenis onderdelen van rekentaal. Klibanoff en collega's (2006) onderzoeken rekentaal echter door middel van incidentele, rekenkundig relevante input en geplande instructie door de leerkracht. Binnen dit onderzoek wordt specifieke rekentaal geoperationaliseerd in de begrippen hoeveelheidswoorden en ruimtelijke woorden. Voorbeelden van hoeveelheidswoorden zijn 'halve', 'alle' en 'evenveel' en voorbeelden van ruimtelijke woorden zijn 'achter', 'tussen' en 'tegenover' (Verhoeven & Vermeer, 2006). In deze studie wordt nagegaan welke van deze twee aspecten de meeste invloed heeft op voorbereidende rekentaalvaardigheid bij kleuters groep 2. In de schaarse literatuur over rekentaal wordt met name gesproken over de term hoeveelheidswoorden (Klibanoff et al., 2006; Ruijsenaars et al., 2004). Het vermoeden bestaat dat het onderbelichte aspect ruimtelijke woorden minder invloed heeft op voorbereidende rekentaalvaardigheid dan het aspect hoeveelheidswoorden. Het is mogelijk dat het eerstgenoemde aspect minder onderzocht is, omdat de invloed hiervan ook kleiner wordt geacht.

De rol van het werkgeheugen

Zoals uit bovenstaande literatuur naar voren is gekomen, is de precieze aard van de relatie tussen specifieke rekentaal en voorbereidende rekentaalvaardigheid nog niet geheel duidelijk, omdat andere factoren, waaronder het werkgeheugen, tevens van invloed zijn op de ontwikkeling van taal en rekentaalvaardigheid (Noël, 2009; Stock et al., 2009). Werkgeheugen verwijst naar de vaardigheid informatie gelijktijdig op te slaan en te bewerken (Baddeley & Hitch, 1974). Volgens het werkgeheugenmodel van Baddeley (1992) bestaat het

werkgeheugen uit verschillende componenten, waaronder het centrale uitvoeringssysteem, de fonologische lus voor verbale opslag, het visuo-spatiele schetsblok voor visuele representaties en de episodische buffer (Baddeley, Emslie, Kolodny, & Duncan, 1998). Tevens hebben Alloway, Gathercole, en Pickering (2006) onderzoek gedaan naar de verschillende componenten van het werkgeheugen en een tweefactormodel ontwikkeld, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen het verbale en het visuele werkgeheugen bij jonge kinderen. In dit onderzoek wordt het tweefactormodel gebruikt om de invloed van het werkgeheugen op voorbereidende rekenvaardigheid bij kleuters na te gaan.

Literatuur over voorbereidende rekenvaardigheid bij jonge kinderen benadrukt dat het werkgeheugen en rekenvaardigheden nauw met elkaar verbonden zijn (Adams & Hitch, 1997; Alloway & Passolunghi, 2011; Klein & Bisanz, 2000; Toll, Van der Ven, Kroesbergen, & Van Luit, 2011). In het onderzoek van Alloway en collega's (2006) wordt gesteld dat het werkgeheugen op vierjarige leeftijd stabiel en belastbaar is. Dit gegeven is in overeenstemming met de bevinding dat wanneer jonge kinderen minder ontwikkeld zijn in woordenschat of leesvaardigheid, zij meer aangewezen zijn op de vaardigheid informatie gelijktijdig te verwerken en op te slaan bij het oplossen van rekenproblemen. Dit betekent dat de processen die zich afspelen in het werkgeheugen essentieel zijn bij het oplossen van rekenproblemen bij jonge kinderen (Andersson, 2006). Ongeacht het verschil in kennis van rekentaal tussen de kinderen onderling, levert het werkgeheugen een unieke bijdrage aan voorbereidende rekenvaardigheid (Andersson, 2006; Gathercole et al., 2006; Passolunghi et al., 2008). Het werkgeheugen blijft belangrijk bij het oplossen van rekenproblemen, ongeacht of een jong kind goede leesvaardigheden heeft ontwikkeld of over een goede woordenschat bezit (Andersson, 2006). Geconcludeerd kan worden dat het werkgeheugen een essentiële rol speelt bij voorbereidende rekenvaardigheid bij jonge kinderen. Recent onderzoek naar het belang van het werkgeheugen suggereert dat het werkgeheugen een grotere invloed heeft dan specifieke rekentaal. Zodoende wordt verwacht dat dezelfde uitkomst in dit onderzoek naar voren zal komen.

Uit voorgaande literatuur komt naar voren dat er een relatie bestaat tussen het werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheid. Er is echter nog weinig bekend over de specifieke bijdrage van het verbale en visuele werkgeheugen bij voorbereidende rekenvaardigheid van kleuters. Onderzoek stelt dat het verbale en het visuele werkgeheugen voorspellers zijn voor het rangschikken van getallen en rekenvaardigheid bij jonge kinderen (Alloway & Passolunghi, 2011; Rasmussen & Bisanz, 2005). Deze relatie blijkt beïnvloed te worden door zowel de taak die het kind uitvoert als de leeftijd van het kind. Rasmussen en

Bisanz (2005) concluderen dat kinderen van 5 jaar tijdens een test, waarbij zij plaatjes te zien krijgen en deze moeten onthouden, enkel worden afgeleid door soortgelijke visuele stimuli, niet door verbale stimuli. Dit duidt aan dat jonge kinderen meer afhankelijk zijn van hun visuele werkgeheugen bij het onthouden van beeldend materiaal dan van hun verbale werkgeheugen. Daarentegen worden de 10-jarige kinderen in dit onderzoek niet afgeleid door de gepresenteerde visuele stimuli, wel door verbale stimuli. Hierdoor kunnen Rasmussen en Bisanz (2005) concluderen dat jonge kinderen meer afhankelijk zijn van het visuele geheugen dan oudere kinderen. Meerdere onderzoeken ondersteunen deze theorie, waarin wordt bevestigd kleuters vaker een beroep doen op hun visuele werkgeheugen bij het oplossen van rekenproblemen dan op hun verbale werkgeheugen. Dit is volgens hen te verklaren doordat het vermogen om verbale informatie om te zetten in visuele informatie bij jonge kinderen nog niet volledig is ontwikkeld (Andersson & Lyxell, 2007; Kytällä, Aunio, & Hautamäki, 2010; McKenzie, Bull, & Gray, 2003).

Het belang van het visuele werkgeheugen wordt in onderzoek sterk benadrukt. Diverse studies stellen dat het verbale werkgeheugen een voorspeller is van rekenvaardigheden, maar dat dit alleen geldt voor oudere kinderen en niet voor jonge kinderen (Alloway & Passolunghi, 2011; Andersson & Lyxell, 2007; Kleemans, Segers, & Verhoeven, 2010; Kytällä, et al., 2010; McKenzie, Bull, & Gray, 2003). Op basis van bovenstaande bevindingen uit de literatuur wordt verwacht dat het visuele werkgeheugen meer samenhangt met voorbereidende rekenvaardigheid bij kleuters in groep 2 dan het verbale werkgeheugen.

Huidige studie

In deze studie wordt onderzocht of specifieke rekentaal van invloed is op voorbereidende rekenvaardigheid. Tevens wordt onderzocht of er een verschil is tussen jongens en meisjes met betrekking tot de samenhang tussen specifieke rekentaal en voorbereidende rekenvaardigheid. Daarnaast wordt nagegaan welk aspect van specifieke rekentaal, hoeveelheidswaarden of ruimtelijke woorden, het sterkst samenhangt met voorbereidende rekenvaardigheid. Ook wordt nagegaan hoeveel variantie specifieke rekentaal verklaart in de voorspelling van voorbereidende rekenvaardigheid ten opzichte van het werkgeheugen van kleuters in groep 2. Eveneens wordt onderzocht welk aspect van het werkgeheugen, verbaal of visueel werkgeheugen, het sterkst samenhangt met voorbereidende rekenvaardigheid. Het is van belang na te gaan welke factoren een rol spelen in voorbereidende rekenvaardigheid. Als de resultaten uit deze studie duiden op een significante invloed van specifieke rekentaal op voorbereidende rekenvaardigheid, kan gericht aandacht besteed worden aan het stimuleren van de rekentaalvaardigheid bij kleuters.

Methode

Participanten

In totaal hebben 31 reguliere basisscholen, uit verschillende provincies van Nederland, deelgenomen aan dit onderzoek. De onderzoekspopulatie bevat 977 kleuters, waardoor verwacht wordt dat de steekproef representatief is voor de gehele populatie. Onder deze 977 participanten zijn 505 jongens en 472 meisjes. Er zijn 48 kleuters uitgevallen wegens afwezigheid door ziekte en vakantie, technische problemen met de computer en uitval vanwege een groep overslaan of verhuizing. De participanten in dit onderzoek zijn kinderen in de leeftijd van 4 tot 5,5 jaar. De leeftijd van meisjes varieert van 4 tot 5,5 jaar ($M = 4,5$ $SD = 0,3$). De leeftijd van jongens varieert van 4 tot 5,5 jaar ($M = 4,5$, $SD = 0,3$).

Procedure

Scholen verspreid over Nederland zijn benaderd om deel te nemen aan het onderzoek, waarna ouders schriftelijk toestemming hebben gegeven voor het onderzoek. De studie heeft betrekking op twee meetmomenten bij kleuters in groep 2, in de perioden januari tot februari en mei tot juni. De onderzoekers zijn voorafgaand aan het testen getraind. Dit onderzoek maakt gebruik van drie individuele toetsen. De leerlingen zijn uit de klas gehaald en meegenomen naar een aparte testruimte. De toetsen zijn bij elk kind op één meetmoment afgenomen, in een vaste volgorde.

Meetinstrumenten

Voorbereidende rekenvaardigheid. De voorbereidende rekenvaardigheid wordt getoetst aan de hand van de Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised (UGT-R, Van Luit & Van de Rijt, 2009). De UGT-R is een taakgerichte toets die het niveau van beheersing van getalbegrip beoogt te meten. De toets is ontwikkeld voor groep 1, 2 en 3 van het basisonderwijs. De UGT-R bestaat uit twee parallelle vormen (vorm A en vorm B). De toets bestaat uit negen componenten en in totaal 45 items (vijf items per onderdeel) per vorm. Deze componenten zijn: (1) Vergelijken: In dit onderdeel wordt nagegaan of kinderen de begrippen beheersen die in vergelijkingen, ook binnen het rekenonderwijs, veel voorkomen. Het gaat om begrippen zoals meeste, minste, hoger en lager. (2) Hoeveelheden koppelen: Hiermee wordt nagegaan of kinderen op basis van overeenkomsten of verschillen onderscheid kunnen maken tussen voorwerpen en deze kunnen groeperen. (3) Eén-één correspondentie: Met dit onderdeel wordt nagegaan of kinderen een één-één-relatie kunnen leggen tussen verschillende gegevens. (4) Ordenen: In dit onderdeel wordt nagegaan of kinderen in staat zijn te herkennen of voorwerpen of getallen in een goede rangorde staan. In de opgaven wordt gewerkt met termen, zoals van hoog naar laag, van meer naar minder, van dun naar dik, van smal naar breed. Daarnaast dienen kinderen in

dit onderdeel zelf een serie te maken door middel van het trekken van lijnen. (5) Telwoorden gebruiken: Met de opgaven in dit onderdeel wordt het akoestisch tellen onderzocht en daarnaast wordt nagegaan of kinderen gebruikmaken van kardinale en ordinale getallen tot 20. (6) Synchroon en verkort tellen: In dit onderdeel wordt door middel van materiaal nagegaan of kinderen het synchroon tellen van hoeveelheden beheersen. Daarnaast wordt onderzocht of bepaalde dobbelsteenstructuren direct herkend worden. (7) Resultatief tellen: Met dit onderdeel wordt nagegaan of kinderen de totale hoeveelheid kunnen bepalen van zowel gestructureerde als ongestructureerde verzamelingen, waarbij ze tijdens het tellen hun vingers niet mogen gebruiken om de voorwerpen in de verzameling aan te wijzen. (8) Toepassen van kennis van getallen: Met dit onderdeel wordt onderzocht of kinderen getallen onder de 20 in eenvoudige alledaagse probleemsituaties kunnen gebruiken. (9) Schatten: Met dit onderdeel wordt nagegaan of kinderen betekenis kunnen geven aan de grootte van getallen op een getallenlijn.

De betrouwbaarheden van de verschillende componenten liggen rond de .90 en zijn zeer goed te noemen. De begripsvaliditeit en de predictieve validiteit zijn als goed te kwalificeren (Van Luit, & Van de Rijt, 2009).

Specifieke rekentaal. De beheersing van specifieke rekentaal is gemeten met behulp van onderdelen van de subtest 'Zinsbegrip 1' van Taaltoets Alle Kinderen (TAK, Verhoeven & Vermeer, 2006). In deze taak wordt de kennis van hoeveelheidswaarden en ruimtelijke woorden getoetst door middel van elf functiewaarden (Verhoeven & Vermeer, 2006). In het huidige onderzoek wordt deze subtest afgenomen bij de kleuters in begin groep 2. Deze subtest wordt door de COTAN als goed beoordeeld, $\alpha = .85$ (Verhoeven & Vermeer, 2006). De validiteit van de TAK wordt voldoende bevonden, $\alpha > .90$.

Werkgeheugen. Het verbale en het visuele werkgeheugen wordt gemeten aan de hand van vier onderdelen van de Automated Working Memory Assessment (AWMA, Alloway, 2007), bestaande uit verbaal korte termijn geheugen, verbaal werkgeheugen, visueel-ruimtelijk korte termijn geheugen en visueel-ruimtelijk werkgeheugen (Alloway et al., 2006). Aangezien in dit onderzoek wordt uitgegaan van het tweefactorenmodel van Alloway en collega's (2006), wordt het werkgeheugen gemeten aan de hand van het verbale en het visueel-ruimtelijke werkgeheugen. De AWMA is een valide meetinstrument (Alloway, Gathercole, Kirkwood, & Elliot, 2008). De verschillende subtests waaruit de AWMA bestaat, worden als voldoende beoordeeld, $\alpha = .75$ (Alloway et al., 2006).

Data-analyse

De relatie tussen specifieke rekentaal en voorbereidende rekenvaardigheid zal worden getoetst middels Pearson's correlatiecoëfficiënt. Voor de interpretatie van Pearson's r worden de criteria van Cohen (1988) gebruikt, waarbij $r < .30$ een zwakke correlatie betekent, $.30 \leq r < .50$ een matige correlatie weergeeft en $r \geq .50$ een sterke correlatie aangeeft. Om te constateren of er een verschil is tussen jongens en meisjes met betrekking tot de samenhang tussen beide factoren, wordt de Pearson's correlatiecoëfficiënt nogmaals uitgevoerd, waarbij geslacht als covariaat wordt toegevoegd. Daarnaast zal middels een multiële regressieanalyse worden nagegaan welk gebied van specifieke rekentaal de meeste invloed heeft op voorbereidende rekenvaardigheid. Om te onderzoeken wat de meerwaarde is van specifieke rekentaal in de voorspelling van voorbereidend rekenen ten opzichte van het werkgeheugen, wordt een multiële regressie uitgevoerd. Bovendien wordt middels een multiële regressie gekeken welk gebied van het werkgeheugen de meeste invloed heeft op voorbereidende rekenvaardigheid van kleuters. Voorafgaand aan het beantwoorden van de onderzoeksvragen is nagegaan of de scores van hoeveelheidswoorden en ruimtelijke woorden samengevoegd kunnen worden tot één score voor specifieke rekentaal. Om de samenhang vast te stellen tussen verschillende variabelen is gebruik gemaakt van Pearson's correlatiecoëfficiënt. In alle gevallen wordt aan alle voorwaarden voldaan. Eerst is onderzocht of er sprake is van voldoende samenhang tussen hoeveelheidswoorden en ruimtelijke woorden om te bepalen of de scores gecombineerd kunnen worden tot één score voor specifieke rekentaal. De analyse met betrekking tot de twee aspecten geeft een significante samenhang weer, $r = .46, p < .05$. Beide tests zijn daarom samengevoegd tot één score, namelijk 'Specifieke rekentaal'. Vervolgens is de correlatie tussen de subtests Word Recall Forwards en Word Recall Backwards bepaald. Er blijkt sprake te zijn van een significante samenhang, $r = .46, p < .05$. De subtests zijn samengevoegd tot één score voor 'Verbaal werkgeheugen'. Daarnaast is getoetst of de subtests Dot Matrix en Odd One Out samengevoegd kunnen worden. Het resultaat is significant met $r = .46, p < .05$, waardoor de subtests gecombineerd kunnen worden tot de variabele 'Visueel-ruimtelijk werkgeheugen'. Ten slotte is onderzocht of 'Verbaal werkgeheugen' en 'Visueel-ruimtelijk werkgeheugen' samengevoegd kunnen worden tot één score voor werkgeheugen. De analyse geeft een significante samenhang weer, $r = .47, p < .05$ en is om deze reden samengevoegd.

Resultaten

In Tabel 1 staan de beschrijvende statistieken van de gebruikte tests genoemd. Bij alle analyses wordt een positief verband verwacht, waardoor eenzijdig getoetst wordt met een alfa van .05.

Tabel 1

Beschrijvende statistieken

Taken	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Spreiding</i>
Voorbereidende rekenvaardigheid (aantal goed, max. = 45)	27.44	7.37	1 tot 44
Specifieke rekentaal*	.00	1.71	-10.83 tot 2.00
Hoeveelheidsworden (aantal goed, max. =11)	9.97	1.34	2 tot 11
Ruimtelijke woorden (aantal goed, max. =11)	9.02	1.60	0 tot 11
Verbaal korte termijn geheugen (aantal goed, max. = 24)	13.48	2.37	0 tot 20
Verbaal werkgeheugen (aantal goed, max. = 24)	4.87	1.68	0 tot 12
Visueel-ruimtelijk korte termijn geheugen (aantal goed, max. = 35)	14.87	3.77	3 tot 31
Visueel-ruimtelijk werkgeheugen (aantal goed, max. = 35)	9.10	2.97	0 tot 16
Werkgeheugen*	-.01	2.87	-11.64 tot 9.21
Verbaal werkgeheugen*	-.00	1.71	-8.58 tot 5.21
Visueel werkgeheugen*	.00	1.71	-5.41 tot 5.49

Noot. * = z-score.

Om de grootte en de richting van de relatie tussen specifieke rekentaal en voorbereidende rekenvaardigheid na te gaan, is Pearson's correlatiecoëfficiënt uitgevoerd. De correlatie tussen deze twee variabelen is positief en matig, $r(959) = .49, p < .01$.

Vervolgens is nagegaan of geslacht invloed heeft op de sterkte van de relatie tussen voorbereidende rekenvaardigheid en rekentaal, middels de Pearson correlatie. De relatie tussen specifieke rekentaal en voorbereidende rekenvaardigheid voor jongens is $r(495) = .51$, $p < .01$. De correlatie voor meisjes is $r(462) = .48$, $p < .01$.

Tabel 2
Regressieanalyses Specifieke Rekentaal en Werkgeheugen

Variabelen	<i>R</i>	<i>R</i> ²	<i>R</i> ² _{Adjusted}	<i>F</i>	<i>p</i>
1. Hoeveelheidsworden	.44	.20	.19	232.19	< .01
2. Ruimtelijke woorden	.50	.25	.24	155.41	< .01
1. Werkgeheugen	.55	.30	.30	397.47	< .01
2. Specifieke rekentaal	.63	.39	.39	295.07	< .01
1. Visueel werkgeheugen	.48	.23	.23	269.52	< .01
2. Verbaal werkgeheugen	.55	.30	.30	199.04	< .01

Tabel 3
Regressiecoëfficiënten van de Verschillende Variabelen

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β	<i>t</i>	<i>p</i>
Constant	27.40	.21		132.08	< .01
Hoeveelheidsworden	2.40	.23	.32	10.24	< .01
Ruimtelijke woorden	1.90	.23	.25	7.97	< .01
Constant	27.38	.20		144.21	< .01
Werkgeheugen	1.09	.72	.42	15.03	< .01
Specifieke rekentaal	1.42	.12	.33	11.60	< .01
Constant	27.44	.20		135.14	< .01
Visueel WG	1.52	.13	.35	11.62	< .01
Verbaal WG	1.30	.13	.30	9.98	< .01

Om na te gaan welk aspect van specifieke rekentaal, hoeveelheidsworden of ruimtelijke woorden, de meeste invloed heeft op voorbereidende rekenvaardigheid in groep 2, is een multiële regressieanalyse uitgevoerd. Beide variabelen zijn significante voorspellers van voorbereidende rekenvaardigheid, gezamenlijk verklaren ze 25% van de variantie van voorbereidende rekenvaardigheid. Hoeveelheidsworden verklaart 20% van de variantie. Wanneer ruimtelijke woorden aan het model wordt toegevoegd, verklaart deze variabele 5% daar bovenop, zoals weergegeven in Tabel 2. De gestandaardiseerde coëfficiënten zijn terug te vinden in Tabel 3.

Tevens is een multi-pele regressieanalyse uitgevoerd om na te gaan hoeveel variantie specifieke rekentaal verklaart in de voorspelling van voorbereidende rekenvaardigheid ten opzichte van het werkgeheugen van kleuters in groep 2. Beide variabelen zijn significante voorspellers van voorbereidende rekenvaardigheid, gezamenlijk verklaren ze 39% van de variantie. Werkgeheugen verklaart 30% van de variantie. Wanneer specifieke rekentaal aan het model wordt toegevoegd, verklaart deze variabele 9% daar bovenop.

Een multi-pele regressieanalyse is uitgevoerd om na te gaan welk aspect van het werkgeheugen, verbaal of visueel werkgeheugen, de meeste invloed heeft op voorbereidende rekenvaardigheid in groep 2. Beide variabelen zijn significante voorspellers van voorbereidende rekenvaardigheid, gezamenlijk verklaren ze 30% van de variantie. Visueel werkgeheugen verklaart 23% variantie. Wanneer verbaal werkgeheugen aan het model wordt toegevoegd, verklaart deze variabele 7% daar bovenop.

Discussie

Deze studie is uitgevoerd om te onderzoeken hoe specifieke rekentaal, het werkgeheugen en deelaspecten van beide vaardigheden in relatie staan tot voorbereidende rekenvaardigheid. Het is van belang na te gaan in hoeverre specifieke rekentaal en het werkgeheugen van invloed zijn op voorbereidende rekenvaardigheid, zodat, indien nodig, gericht aandacht besteed kan worden aan het stimuleren van deze vaardigheden bij kleuters.

Deze studie bevestigt dat zowel het werkgeheugen als specifieke rekentaal bijdragen aan voorbereidende rekenvaardigheid bij kleuters. De factoren werkgeheugen en specifieke rekentaal gemeten met regressieanalyses, verklaren gezamenlijk 39% van de variantie in voorbereidende rekenvaardigheid en dit bevestigt zodoende de rol die deze vaardigheden spelen in voorbereidende rekenvaardigheid (Alloway & Passolunghi, 2011; Klibanoff et al., 2006; Toll et al., 2011). De gevonden relatie wordt ondersteund vanuit de literatuur, doordat kennis van specifieke rekentaal noodzakelijk is om diverse rekentaken te kunnen uitvoeren (Klibanoff et al., 2006). Ongeacht het verschil in kennis van rekentaal tussen de kinderen onderling, levert ook het werkgeheugen een unieke bijdrage aan voorbereidende rekenvaardigheid (Andersson, 2006; Gathercole et al., 2006; Passolunghi et al., 2008). De unieke bijdrage van het werkgeheugen wordt ondersteund door het gegeven dat jonge kinderen minder zijn ontwikkeld in woordenschat of leesvaardigheid, waardoor zij meer zijn aangewezen op de vaardigheid informatie gelijktijdig te verwerken en op te slaan bij het oplossen van rekenproblemen (Alloway et al., 2006).

Alhoewel beide vaardigheden een significante bijdrage leveren, bedraagt de unieke variantie verklaard door werkgeheugen 30% ten opzichte van de unieke 9% verklaarde

variantie van specifieke rekentaal. Hoewel de relatie significant blijft wanneer geslacht wordt toegevoegd, verandert de sterkte van de relatie, in lichte mate, positief voor jongens. Deze uitkomst is tegengesteld aan de verwachting, aangezien onderzoek van Eriksson en collega's (2012) aantoont dat de taalproductie zich sneller ontwikkelt bij meisjes dan bij jongens in de ontwikkelingsfase van 0 tot 5 jaar. Mogelijk is specifieke rekentaal sterker gerelateerd aan rekenen dan aan taal. Wanneer jongens beter zijn in rekenen, beschikken zij wellicht ook over betere rekentaalvaardigheden.

De resultaten wijzen uit dat de variabele hoeveelheidswoorden 20% van de variantie verklaart ten aanzien van de 5% die ruimtelijke woorden daar bovenop verklaart, wanneer deze toegevoegd wordt aan het model. Dit komt overeen met de literatuur, waarin met name over hoeveelheidswoorden wordt gesproken (Klibanoff et al., 2006; Ruijsenaars et al., 2004). Daarnaast komen bij de meting van voorbereidende rekenvaardigheid bij de onderzoeksgroep hoeveelheidswoorden meer aan bod dan ruimtelijke woorden. Mogelijk zou dit de belangrijke rol van hoeveelheidswoorden kunnen verklaren.

De twee aspecten van het werkgeheugen, visueel en verbaal, kunnen tevens als relevante voorspellers worden beschouwd van voorbereidende rekenvaardigheid bij kleuters. Er is gevonden dat zij tezamen 30% van de variantie verklaren. Verbaal werkgeheugen verklaart 7% bovenop de 23% variantie verklaard door visueel werkgeheugen. Dit resultaat ondersteunt eerder onderzoek waarbij het visuele werkgeheugen als belangrijkste voorspeller wordt gezien, doordat het vermogen om verbale informatie om te zetten in visuele informatie bij jonge kinderen wellicht nog niet volledig is ontwikkeld (Andersson & Lyxell, 2007; Kytällä et al., 2010; Rasmussen & Bisanz, 2005).

Deze studie heeft een aantal limitaties. Allereerst laten de resultaten zien dat het werkgeheugen een groter aandeel heeft dan specifieke rekentaal in voorbereidende rekenvaardigheid bij kleuters. Er dient rekening te worden gehouden met het feit dat in deze studie gebruik wordt gemaakt van het tweefactormodel van Alloway en collega's (2006) voor het meten van werkgeheugen, waarbij werkgeheugen geoperationaliseerd is in termen van visueel en verbaal werkgeheugen. Het is van belang verder onderzoek te verrichten naar specifieke aspecten van het werkgeheugen, zoals omschreven in het werkgeheugenmodel van Baddeley (1992).

Ten tweede laten de resultaten zien dat specifieke rekentaal eveneens een belangrijke rol speelt in voorbereidende rekenvaardigheid bij kleuters. Binnen de literatuur bestaat onduidelijkheid over de operationalisatie van het begrip specifieke rekentaal. Om deze reden

is de bevinding over deze relatie uit dit onderzoek moeilijk te verbinden met de bestaande literatuur.

Praktische implicaties

Deze studie heeft een aantal mogelijk belangrijke implicaties. Wanneer eenduidigheid bestaat over specifieke rekentaal, kan onderzoek verder gespecificeerd worden. Op deze manier wordt inzichtelijk gemaakt welke aspecten van specifieke rekentaal een rol spelen in voorbereidende rekenvaardigheid, zodat deze aspecten gestimuleerd kunnen worden binnen het onderwijs. Zodoende kan specifieke rekentaal wellicht vroegtijdig ingezet worden bij kleuters met problemen in voorbereidend rekenen.

Tot op heden wordt het werkgeheugen gezien als een voorspeller voor succes in voorbereidende rekenvaardigheid. Deze studie toont eveneens het belang aan van specifieke rekentaal bij de vroegtijdige signalering van problemen in voorbereidende rekenvaardigheid bij kleuters. Deze bevinding kan worden meegenomen in advies voor interventies bij kleuters met problemen in voorbereidende rekenvaardigheid.

Kortom, de bevindingen uit deze studie kunnen worden geïmplementeerd in het onderwijs, zodat leerkrachten bewust worden van de aspecten die samenhangen met voorbereidende rekenvaardigheid. Zodoende kan deze kennis bijdragen aan het vroegtijdig signaleren van een achterstand bij kleuters in de onderwijssetting. Deze nieuwe kennis over het belang van specifieke rekentaal bij de ontwikkeling van voorbereidende rekenvaardigheid bij kleuters kan door leerkrachten ingezet worden in de lessituatie. De rekentaalinput van leerkrachten kan uitgebreid worden en op deze wijze bijdragen aan de vroegtijdige ontwikkeling van specifieke rekentaal. De kennis over het werkgeheugen kan bijdragen aan de vroege signalering van eventuele rekenproblemen. Doordat leerkrachten bewust zijn van signalen van een zwak werkgeheugen bij kleuters, kan er vroegtijdig geanticipeerd worden op eventuele rekenproblemen.

Literatuur

- Adams, J. W., & Hitch, G. J. (1997). Working memory and childrens mental addition. *Journal of Experimental Child Psychology*, 67, 21–38. doi:10.1006/jecp.1997.2397
- Alloway, T. P. (2007). *Automated Working Memory Assessment*. London: Harcourt Assessment.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H., & Elliott, J. (2008). Evaluating the validity of the Automated Working Memory Assessment, *Educational Psychology: An International Journal of Experimental Educational Psychology*, 28, 725-734. doi:10.1080/01443410802243828
- 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. doi:10.1111/j.1467
- Alloway, T. P., & Passolunghi, M. C. (2011). The relationship between working memory, IQ, and mathematical skills in children. *Learning and Individual Differences*, 21, 133-137. doi:10.1016/j.lindif.2010.09.013
- Andersson, U. (2006). The contribution of working memory to children's mathematical word problem solving. *Applied Cognitive Psychology*, 21, 1201-1216. doi:10.1002/acp.1317
- Andersson, U., & Lyxell, B. (2007). Working memory deficit in children with mathematical difficulties: A general or specific deficit? *Journal of Experimental Child Psychology*, 96, 197–228. doi:10.1016/j.jecp.2006.10.001
- 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. doi:10.1080/01411920802041822
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M., & Nurmi, J. (2004). Developmental dynamics of

- math performance from preschool to grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96, 699-713. doi:10.1037/0022-0663.96.4.699
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255, 556-559. doi:10.1126/science.1192168
- Baddeley, A. D., Emslie, H., Kolodny, J., & Duncan, J. (1998). Random generation and the executive control of working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 51, 819-852. doi:10.1080/027249898391413
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. A. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (pp. 47-89). New York: Academic Press.
- Boonen, A. J. H., Kolkman, M. E., & Kroesbergen, E. H. (2011). The relation between teachers' math talk and the acquisition of number sense within kindergarten classrooms. *Journal of School Psychology*, 49, 281-299. doi:10.1016/j.jsp.2011.03.002
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analyses for the behavioural sciences*. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Dehaene, S. (2001). Précis of the number sense. *Mind & Language*, 16, 16-36. doi:10.1111/1468-0017.00154
- 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. doi:10.1348/2044-8279.002002
- Durand, M., Hulme, C., Larkin, R., & Snowling, M. (2005). The cognitive foundations of reading and arithmetic skills in 7- to 10-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology*, 91, 113-136. doi:10.1016/j.jecp.2005.01.003
- Eriksson, M., Marschik, P. B., Tulviste, T., Almgren, M., Pereira, M. P., Wehberg, S., ... ,

- Gallego, C. (2012). Differences between girls and boys in emerging language skills: Evidence from 10 language communities. *British Journal of Developmental Psychology*, *30*, 326-343. doi:10.1111/j.2044-835X.2011.02042.x
- Gathercole, S. E., Alloway, T. P., Willis, C., & Adams, A. M. (2006). *Journal of Experimental Child Psychology*, *93*, 265-281. doi:10.1016/j.jecp.2005.08.003
- Gelman, R., & Butterworth, B. (2005). Number and language: How are they related? *Trends in Cognitive Science*, *9*, 6-10. doi:10.1016/j.tics.2004.11.004
- 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.
- Han, Y., & Ginsburg, H. P. (2001). Chinese and English mathematics language: The relation between linguistic clarity and mathematics performance. *Mathematical Thinking and Learning*, *3*, 201-220. doi:10.1080/10986065.2001.9679973
- Harrison, L. J., McLeod, S., Berthelsen, D., & Walker, S. (2009). Literacy, numeracy and learning in school-aged children identified as having speech and language impairment in early childhood. *International Journal of Speech-Language Pathology*, *11*, 392-403. doi:10.1080/17549500903093749
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. N., & Ramineni, C. (2007). Predicting first-grade math achievement from developmental number sense trajectories. *Learning Disabilities Research & Practice*, *22*, 36-46. doi:10.1111/j.1540-5826.2007.00229.x
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Olah, L. N., & Locuniak, M. N. (2006). Number sense growth in kindergarten: A longitudinal investigation of children at risk for mathematics difficulties. *Child Development*, *77*, 153-175. doi:10.1111/j.1467-8624.2006.00862.x
- Jordan, J. A., Wylie, J., & Mulhern, G. (2010). Phonological awareness and mathematical

- difficulty: A longitudinal perspective. *British Journal of Developmental Psychology*, 28, 89-107. doi:10.1348/026151010X485197
- 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. doi:10.1016/j.lindif.2011.07.008
- 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, 105-115. doi:10.1037/h0087333
- 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, 59-69. doi:10.1037/0012-1649.42.1.59
- Koponen, T., Aunola, K., Ahonen, T., & Nurmi, J. E. (2007). Cognitive predictors of single-digit and procedural calculation skills and their covariation with reading skill. *Journal of Experimental Child Psychology*, 97, 220-241. doi:10.1016/j.jecp.2007.03.001
- 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. doi:10.1016/j.jecp.2009.03.009
- Kyttälä, M., Aunio, P., & Hautamäki, J. (2010). Working memory resources in young children with mathematical difficulties. *Scandinavian Journal of Psychology*, 51, 1-15. doi:10.1111/j.1467-9450.2009.00736.x
- LeFevre, J., Skwarchuk, S., Smith-Chant, B. L., Fast, L., Kamawar, D., & Bisanz, J. (2009). Home numeracy experiences and children's math performance in the early school years. *Canadian Journal of Behavioural Science*, 41, 55-66. doi:10.1037/a0014532

- Locuniak, M., & Jordan, N. (2008). Using kindergarten number sense to predict calculation fluency in second grade. *Journal of Learning Disabilities, 41*, 451-459. doi:10.1177/0022219408321126
- McKenzie, B., Bull, R., & Gray, C. (2003). The effects of phonological and visuospatial interference on children's arithmetical performance. *Educational and Child Psychology, 20*, 93-108. doi:10.1080/02724980143000541
- Melhuish, E. C., Phan, M., B., Sylva, K., Sammons., P., Siraj-Blatchford, I., & Taggart, B. (2008). *Journal of Social Issues, 64*, 95-114. doi:10.1111/j.1540-4560.2008.00550.x
- Noël, M. P. (2009). Counting on working memory when learning to count and to add: A preschool study. *Developmental Psychology, 45*, 1630-1643. doi:10.1037/a0016224
- Passolunghi, M. C., Mammarella, I., & Altoe, G. (2008). Cognitive abilities as precursors of the early acquisition of mathematical skills during first through second grades. *Developmental Neuropsychology, 33*, 229-250. doi:10.1080/87565640801982320
- Rasmussen, C., & Bisanz, J. (2005). Representation and working memory in early arithmetic. *Journal of Experimental Child Psychology, 91*, 137-157. doi:10.1016/j.jecp.2005.01.004
- Ruijsenaars, A. J. J. M., Van Luit, J. E. H., & Van Lieshout, E. C. D. M. (2004). *Rekenproblemen en dyscalculie: Theorie, onderzoek, diagnostiek en behandeling*. Rotterdam: Lemniscaat Publishers.
- Schneider, M., Grabner, R. H., & Paetsch, J. (2009). Mental number line, number line estimation, and mathematical achievement: Their interrelations in grades 5 and 6. *Journal of Educational Psychology, 101*, 359-372. doi:10.1037/a0013840
- Siegler, R. S. (2009). Improving the numerical understanding of children from low-income families. *Child Development Perspectives, 3*, 118-124. doi:10.1111/j.1750-8606.2009.00090.x

- Stock, P., Desoete, A., & Roeyers, H. (2009). Predicting arithmetic abilities: The role of preparatory arithmetic markers and intelligence. *Journal of Psychoeducational Assessment, 27*, 237-251. doi:10.1177/0734282908330587
- Toll, S. W. M., & Van Luit, J. E. H. (2013). Early numeracy intervention for low-performing kindergartners. *Journal of Early Intervention, 34*, 243-264. doi:10.1177/1053815113477205
- 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. doi:10.1177/0022219410387302
- Torbeyns, J., Van den Noortgate, W., Ghesquière, P., Verschaffel, L., Van de Rijt, B. A. M., & Van Luit, J. E. H. (2010). Development of early numeracy in 5- to 7-year-old children: A comparison between Flanders and The Netherlands. *Educational Research and Evaluation, 8*, 249-275. doi:10.1076/edre.8.3.249.3855
- Van Luit, J. E. H., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). *Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised*. Doetinchem: Graviant.
- Verhoeven, L., & Vermeer, A. (2006). Verantwoording Taaltoets Alle Kinderen (TAK). Arnhem Cito. Verkregen op <https://docs.google.com/a/students.uu.nl/viewer?a=v&q=cache:vyJAExIW4g0J:toetswijzer.kennisnet.nl/html>