

**Bestaan er sekseverschillen onder kleuters in de relatie tussen het werkgeheugen  
en rekenvaardigheid?**

Final version

Master's thesis

Utrecht University

Master's programme in Clinical Child, Family and Education Studies



**Universiteit Utrecht**

Student: Oudenampsen, J. (5776317)

Eerste beoordelaar: Dr. Van de Weijer-Bergsma, E.

Tweede beoordelaar: Dr. Blom, E.

Datum: 01-06-2019

## Voorwoord

Met veel plezier heb ik deelgenomen aan het onderzoeksproject ‘*Working memory ability in kindergarten*’, onder supervisie van dr. E. van de Weijer-Bergsma. Werkgeheugen als mogelijk onderliggend proces voor eventuele sekseverschillen in rekenvaardigheid spreekt mij als voormalig leerkracht in het basisonderwijs aan, aangezien ik heb ervaren dat over het algemeen de stereotyperende aanname heerst dat jongens beter presteren op rekenen dan meisjes. Mijn deelname aan dit onderzoeksproject heeft een grote bijdrage geleverd aan mijn wetenschappelijke kennis over (de ontwikkeling van) het werkgeheugen en rekenvaardigheid bij kleuters.

Via deze weg wil ik graag aan aantal personen bedanken voor het mogelijk maken van het uitvoeren van het onderzoek en het schrijven van mijn masterthesis. Allereerst wil ik Eva van de Weijer-Bergsma bedanken voor de goede begeleiding van dit onderzoeksproject en haar opbouwende feedback. Haar enthousiasme en kennis over het onderwerp, maakte mij zeer benieuwd naar de uitkomsten van mijn onderzoek. Ook een woord van dank naar Elma Blom voor haar kritische blik op mijn onderzoeksvoorstel en uiteindelijke masterthesis. Daarnaast wil ik Hannah Mulder en Babs de Haas bedanken voor het klaarmaken van de testmaterialen en de duidelijke uitleg over het gebruik en de afname hiervan. Ook wil ik de scholen, ouders en kleuters die bereidwillig waren deel te nemen aan ons onderzoek bedanken voor hun open houding en de prettige communicatie. Ten slotte een woord van dank naar mijn lieve familie en vriendinnen, in het bijzonder naar mijn ouders, mijn beste vriendinnen Jesse en Marieke, mijn huisgenoten Liza en Eva en mijn studiegenoten Lieke, Jitte, Steffenie, Joëlle, Fébe en Anne. Dankzij jullie onvoorwaardelijke steun is het mij gelukt het masterjaar met succes door te komen.

Utrecht, 01-06-2019

Joslin Oudenampsen

### Abstract

**Aim:** The aim of this study was to investigate to what extent visuospatial and verbal working memory are related to numeracy of children in kindergarten and if there are gender differences in these relationships. **Method:** In the current study a number of 96 children aged 4-6 years from six different schools in the Netherlands participated. Visuospatial working memory was measured with the Liongame, which was adjusted for children in kindergarten. Verbal working memory was measured with a Dutch version of the Word Recall Backward task. Results on the Cito mathematic test for children in kindergarten were used to measure numeracy. **Results:** Two independent t-tests and a Mann-Whitney Test showed that boys perform better on visuospatial working memory tasks and there are no gender difference in verbal working memory and numeracy tasks. A hierarchical multiple regression analyses showed that visuospatial working memory is a significant positive predictor of numeracy. The results showed that the relation between (visuospatial and verbal) working memory and numeracy is not moderated by gender. **Discussion:** Results from earlier research about numeracy are inconsistent, but overall boys tend to have higher scores. This study showed no difference in numeracy for children aged 4-6. Although this study showed boys perform better on visuospatial working memory tasks. Further research is needed in gender differences in visuospatial working memory and verbal working memory, and to find out what this means for strategies in numeracy. Furthermore it seems interesting to examine gender differences in numeracy in children aged 4-6, taking into account the strategies certain mathematic tests provoke.

*Keywords:* visuospatial working memory, verbal working memory, numeracy, kindergarten, gender differences.

### Samenvatting

**Doel:** Het doel van deze studie was in kaart brengen hoe en in welke mate visueel-ruimtelijk werkgeheugen en verbaal werkgeheugen gerelateerd zijn aan rekenvaardigheid bij kleuters en of er sekseverschillen bestaan in deze relaties. **Methoden:** In de huidige studie zijn bij 96 kinderen in de leeftijden 4 tot en met 6 jaar, van zes verschillende basisscholen in Nederland, taken afgenomen. Het visueel-ruimtelijk werkgeheugen is gemeten met het Leeuwenspel, welke was aangepast voor kinderen in de kleuterleeftijd. Het verbale werkgeheugen werd gemeten met een Nederlandse versie van de *Word Recall Backward* taak, tevens aangepast voor kleuters. De resultaten op de Cito Rekenen voor kleuters zijn gebruikt om rekenvaardigheid te meten. **Resultaten:** Twee onafhankelijke t-toetsen en een Mann-Whitney Test lieten een significant sekseverschil in visueel-ruimtelijk werkgeheugen zien, in het voordeel van jongens. Jongens en meisjes verschilden niet significant van elkaar op verbaal werkgeheugen en rekenvaardigheid. De hiërarchische multipelere regressieanalyse toonde aan dat het visueel-ruimtelijk werkgeheugen een significante positieve voorspeller van rekenvaardigheid is. Ten slotte lieten de resultaten zien dat de relatie tussen het (visueel-ruimtelijk en verbaal) werkgeheugen en rekenvaardigheid niet wordt gemodereerd door sekse. **Discussie:** De resultaten van eerdere studies over sekseverschillen in rekenvaardigheid zijn inconsistent, maar meestal in het voordeel van jongens. De huidige studie toont aan dat er geen sekseverschillen bestaan in rekenvaardigheid onder kinderen in de leeftijd van 4 tot en met 6 jaar. In visueel-ruimtelijk werkgeheugen is een significant sekseverschil gevonden in het voordeel van jongens. Toekomstig onderzoek naar sekseverschillen in visueel-ruimtelijk werkgeheugen, verbaal werkgeheugen en de uitwerking hiervan op strategiegebruik bij rekenen lijkt relevant. Tevens lijkt het interessant sekseverschillen in rekenvaardigheid in de kleuterleeftijd nogmaals te onderzoeken, waarbij rekening wordt gehouden met welke strategieën bepaalde rekentoetsen uitlokken.

*Sleutelwoorden:* visueel-ruimtelijk werkgeheugen, verbaal werkgeheugen, rekenvaardigheid, kleuters, sekseverschillen.

Bestaan er sekseverschillen onder kleuters in de relatie tussen het werkgeheugen en rekenvaardigheid?

Uit onderzoek van het Centraal Bureau voor de Statistiek ([CBS], 2011) is gebleken dat het percentage vrouwen dat kiest voor bètastudies laag is vergeleken met mannen. De afgelopen jaren is onderzoek gedaan naar verklaringen voor deze scheve verhouding (o.a. Davies, 2003; King, Shumow, & Lietz, 2001; Langen & Driessen, 2006; Mulholland & Wallace, 2005). Mogelijk kunnen sekseverschillen in studiekeuze verklaard worden door sekseverschillen in rekenvaardigheid. Rekenvaardigheid bij aanvang van de basisschool blijkt namelijk een belangrijke voorspeller voor rekenvaardigheid in de verdere schoolloopbaan (Jordan, Kaplan, Locuniak, & Ramineni, 2007; Kroesbergen, Van Luit, & Aunio, 2012), waardoor het ontwikkelen van rekenvaardigheid van essentieel belang lijkt voor onderwijsprestaties en in het verlengde daarvan voor carrièremogelijkheden (Butterworth, 2005; Lembke & Foegen, 2009). Ondanks inconsistente bevindingen met betrekking tot sekseverschillen in rekenvaardigheid, lijken de meeste studies te suggereren dat deze bestaan in het voordeel van jongens (Carr, Steiner, Kyser, & Biddlecomb, 2008; Penner & Paret, 2008; Rosselli, Ardila, Matute, & Inozemtseva, 2009). Voor de huidige studie lijkt het interessant te bekijken waar eventuele sekseverschillen in rekenvaardigheid mogelijk door verklaard worden. Hierbij lijkt het een logische keuze het werkgeheugen als onderliggend proces van rekenen te onderzoeken, aangezien verschillende studies hebben aangetoond dat het werkgeheugen een significante voorspeller is van rekenvaardigheid (o.a. Bull, Espy, & Wiebe, 2008; DeStefano & LeFevre, 2004; Friso-van den Bos, Van der Ven, Kroesbergen, & Van Luit, 2013; Mazzacco, 2008; Passolunghi, Mammarella, & Altoè, 2008). Onderzoek naar de relatie tussen het werkgeheugen en rekenvaardigheid heeft zich tot op heden voornamelijk gericht op kinderen in de voorschoolse periode (Mulder et al., 2014) en in hogere groepen van het basisonderwijs (Blankenship, O'Neill, Ross, & Bell, 2015; Carr et al., 2008; Hargreaves, Homer, & Swinnerton 2008; Rosselli et al., 2009), maar is nog beperkt onder kinderen in de kleuterleeftijd (4 tot en met 6 jaar), terwijl onderzoek heeft aangetoond dat dit een belangrijke periode is voor het ontwikkelen van basisvaardigheden op het gebied van rekenen (Kroesbergen, Van Luit, Van Lieshout, Van Loosbroek, & Van de Rijt, 2009). De huidige studie beoogt eventuele sekseverschillen in het (visueel-ruimtelijk en verbaal) werkgeheugen en rekenvaardigheid onder kleuters inzichtelijk te maken, waarbij wordt gekeken hoe deze variabelen met elkaar samenhangen en of sekse van invloed is op deze relatie.

Ondanks het feit dat de huidige literatuur inconsistent is over eventuele sekseverschillen in rekenvaardigheid, lijkt het grootste deel van de studies sekseverschillen te vinden in het voordeel van jongens (o.a. Carr et al., 2008; Penner & Paret, 2008; Rosselli, et al., 2009). Enkele studies beweren dat er geen significante sekseverschillen bestaan in rekenvaardigheid (Hargreaves et al., 2008; Howell & Kemp, 2010). Zo vonden Hargreaves en collega's (2008) in hun studie onder kinderen van 9 en 13 jaar geen significante sekseverschillen, maar wel dat jongens meer zelfvertrouwen hebben bij het rekenen. Howell en Kemp (2010) concludeerden dat ook onder kleuters van 4 tot 5.5 jaar geen significante sekseverschillen bestaan bij rekenen. De studie van Jordan, Kaplan, Ola'h en Locuniak (2006) toonde aan dat onder kleuters significante sekseverschillen in rekenvaardigheid bestaan in het voordeel van meisjes. Een belangrijke kanttekening bij de studie van Jordan en collega's (2006) is dat onderzoek werd verricht naar de variabele *number sense*, wat slechts een onderdeel van rekenvaardigheid is. Geconcludeerd kan worden dat tot op heden het grootste deel van de studies lijkt uit te wijzen dat jongens beter scoren op rekenvaardigheid, waarbij over het algemeen kleine verschillen worden gevonden (o.a. Carr et al., 2008; Penner & Paret, 2008; Rosselli, et al., 2009). Carr en collega's (2008) onderzochten kinderen van 7 tot 8 jaar en Rosselli en collega's (2009) deden onderzoek naar kinderen van 7 tot 10 en 13 tot 16 jaar en vonden beiden significante sekseverschillen in het voordeel van jongens (Carr et al., 2008; Rosselli et al., 2009). Penner en Paret (2008) volgden kinderen vanaf de kleutergroep tot half groep 7 en concludeerden dat de sekseverschillen in rekenvaardigheid, in het voordeel van jongens, significant werden vanaf groep 5.

Een mogelijke verklaring voor de sekseverschillen in rekenvaardigheid zijn sekseverschillen in strategiegebruik bij het oplossen van rekenproblemen (Carr & Davis, 2001). Strategiegebruik betekent een doelgericht plan toepassen bij het verwerken en de opslag van informatie om het oplossen van bijvoorbeeld een rekenprobleem te vergemakkelijken (Turley-Ames & Whitfield, 2002). Uit onderzoek is gebleken dat jongens bij rekenen vaker gebruikmaken van retrieval strategieën, waarbij informatie wordt opgehaald uit het langetermijngeheugen en bewerkt wordt in het hoofd, terwijl meisjes vaker verbale, manipulatieve strategieën gebruiken, zoals tellen op de vingers (Carr & Davis, 2001; Carr et al., 2008; Lachance & Mazzocco, 2006; Rosselli et al., 2009). Verder vonden Hickendorff, Van Putten, Verhelst en Heiser (2010) dat jongens de voorkeur geven aan mentale strategieën, terwijl meisjes een voorkeur hebben voor geschreven strategieën. Over het algemeen lijken jongens de voorkeur te geven aan visueel-ruimtelijke strategieën en meisjes aan verbale

strategieën (Pezaris & Casey, 1991; Reinert, Huber, Nuerk, & Moeller, 2017; Zhu, 2007). Bovendien heeft onderzoek van Levine, Huttenlocher, Taylor en Langrock (1999) aangetoond dat jongens in de peuterleeftijd beter presteren op visueel-ruimtelijke taken. Op verbale taken wordt onder schoolgaande kinderen juist beter gepresteerd door meisjes (Roselli et al., 2009). Bovengenoemde studies suggereren dat er sekseverschillen in strategiegebruik bestaan, welke mogelijk het gevolg zijn van sekseverschillen in capaciteit of aanspraak van het visueel-ruimtelijk en/of verbaal werkgeheugen bij het oplossen van rekenproblemen (Klein, Adi-Japha, & Hakak-Benizri, 2010; McNamara & Scott, 2001; Zhu, 2007).

Het werkgeheugen betreft een tijdelijke opslag van informatie in de hersenen en de mogelijkheid om die informatie te manipuleren (Baddeley, 1992) en blijkt een voorspeller voor rekenvaardigheid in verschillende leeftijdsgroepen (Bull et al., 2008; Friso-van den Bos et al., 2013; Mazzocco, 2008; Passolunghi et al., 2008). Om een rekensom als  $9 \times 15$  uit te rekenen, moet men in staat zijn de som in het kortetermijngeheugen op te slaan en tegelijkertijd een relevante strategie voor het oplossen van de som uit het lange termijngeheugen op te halen. Zo kan  $9 \times 15$  worden opgelost door de som te splitsen in twee makkelijkere sommen:  $9 \times 10$  en  $9 \times 5$ . Het antwoord van  $9 \times 10$  moet vervolgens worden opgeteld bij het antwoord van  $9 \times 5$ . Het werkgeheugen maakt het mogelijk een relevante strategie voor het oplossen van de som uit het lange termijngeheugen op te halen en vervolgens de som uit te rekenen, wat maakt dat de keuze en het toepassen van een bepaalde strategie afhangt van de capaciteit van het werkgeheugen en welk deel van het werkgeheugen wordt ingezet (Alloway, Gathercole, Kirkwood, & Elliott, 2008).

Het multi-componentenmodel van Baddeley (1992) is het meest gebruikte werkgeheugenmodel in de huidige literatuur. Volgens Baddeley (1992) bestaat het werkgeheugen uit het centrale executieve systeem en drie slaafsystemen: de episodische buffer, het visueel-ruimtelijk schetsblok en de fonologische lus. Het centrale executieve systeem is verantwoordelijk voor het aansturen van de slaafsystemen en maakt het mogelijk informatie op te halen en waar nodig te manipuleren (Baddeley & Hitch, 1974). De episodische buffer is verantwoordelijk voor het integreren van binnenkomende informatie in zowel het visueel-ruimtelijk schetsblok als de fonologische lus en het leggen van verbindingen tussen informatie van verschillende bronnen (Baddeley & Hitch, 1974). Wanneer het centrale executieve systeem het visueel-ruimtelijk schetsblok aanstuurt, wordt gesproken van het visueel-ruimtelijk werkgeheugen, welke zich bezig houdt met de opslag en bewerking van visueel-ruimtelijke informatie. Als het centrale executieve systeem de

fonologische lus aanstuurt, spreekt men van het verbaal werkgeheugen, welke zich bezig houdt met de opslag en bewerking van verbale informatie (Friso-van den Bos et al., 2013; Repovs & Baddeley, 2006).

Zowel het visueel-ruimtelijk als het verbaal werkgeheugen zijn volgens verschillende studies betrokken bij het ontwikkelen van rekenvaardigheid (Berg, 2008; Bull et al., 2008; Friso-van den Bos et al., 2013; Mammarella, Lucangeli, & Cornoldi, 2010). Er bestaat echter de discussie of het visueel-ruimtelijk of het verbaal werkgeheugen van groter belang is voor het ontwikkelen van rekenvaardigheid. Er zijn studies die suggereren dat het verbale werkgeheugen een sterke samenhang heeft met rekenvaardigheid (Berg, 2008; Friso-van den Bos et al., 2013), maar er zijn ook studies die beweren dat het verband tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en rekenvaardigheid sterker is (Bull et al., 2008; Mammarella et al., 2010). Daarnaast is in de huidige literatuur weinig bekend over eventuele sekseverschillen in hoe het visueel-ruimtelijk en verbaal werkgeheugen bij rekenvaardigheid worden ingezet.

Over het algemeen wordt gesuggereerd dat er sekseverschillen bestaan in visueel-ruimtelijke en verbale werkgeheugentaken (o.a. Levine et al., 1999; Harness et al., 2008). Het onderzoek van Levine en collega's (1999) wijst uit dat jongens in de peuterleeftijd beter presteren op visueel-ruimtelijke werkgeheugentaken. Harness en collega's (2008) concludeerden dat onder volwassenen beter wordt gescoord door vrouwen op verbale werkgeheugentaken. Daarentegen vonden Robert en Savoie (2007) geen significante sekseverschillen op verbale werkgeheugentaken onder volwassenen. Alloway, Gathercole en Pickering (2006) vonden bovendien geen significante verschillen tussen jongens en meisjes van 4 tot 11 jaar op visueel-ruimtelijke en verbale werkgeheugentaken. Er is nog weinig onderzoek verricht naar sekseverschillen in verbaal werkgeheugen onder kleuters. Daarnaast bestaat een gat in de huidige literatuur omtrent een eventuele rol van sekse in de relatie tussen het (visueel-ruimtelijk en verbaal) werkgeheugen en rekenvaardigheid bij kleuters.

Samenvattend blijkt uit de huidige literatuur dat sekseverschillen in rekenvaardigheid voornamelijk worden gevonden in het voordeel van jongens (o.a. Carr et al., 2008; Penner & Paret, 2008; Rosselli et al., 2009). Mogelijk heeft dit te maken met sekseverschillen in strategiegebruik bij rekenen, welke worden weerspiegeld in de capaciteit en het gebruik van het (visueel-ruimtelijk en verbaal) werkgeheugen bij het oplossen van rekensommen. Het feit dat het werkgeheugen volgens verschillende studies een voorspeller is voor rekenvaardigheid (Bull et al., 2008; Friso-van den Bos et al., 2013; Mazzocco, 2008; Passolunghi et al., 2008), maakt het relevant te bekijken of eventuele sekseverschillen in het werkgeheugen een



verklaring kunnen zijn voor sekseverschillen in rekenvaardigheid. De huidige studie richt zich allereerst op het vaststellen van eventuele sekseverschillen in rekenvaardigheid bij kleuters. Op basis van eerder onderzoek is de verwachting dat jongens hoger scoren op rekenvaardigheid dan meisjes (o.a. Carr et al., 2008; Hargreaves et al., 2008; Rosselli et al., 2009). Verder richt deze studie zich op het vaststellen van eventuele sekseverschillen binnen het werkgeheugen. Op basis van de studie van Levine en collega's (1999) wordt verwacht dat jongens hoger scoren op visueel-ruimtelijke werkgeheugentaken. Over sekseverschillen in verbaal werkgeheugen onder kleuters kan, ondanks de conclusie van Harness en collega's (2008) dat vrouwen hoger scoren op verbale werkgeheugentaken, nog geen duidelijke verwachting worden geschept, aangezien huidig onderzoek een andere doelgroep betreft. Ten slotte beoogt deze studie inzicht te geven in de eventuele invloed van sekse op de relatie tussen het (visueel-ruimtelijk en verbaal) werkgeheugen en rekenvaardigheid. Op basis van de huidige literatuur wordt verwacht dat jongens in de kleuterleeftijd een groter beroep doen op hun visueel-ruimtelijk werkgeheugen bij rekenen dan meisjes (Carr & Davis, 2001; Carr et al., 2008; Lachance & Mazzocco, 2006; Rosselli et al., 2009).

### Methode

#### **Participanten**

In deze studie wordt gebruik gemaakt van data, verkregen in het kader van het onderzoeksproject '*Working memory ability in kindergarten*' voor de masterthesis van *Clinical Child, Family and Education Studies (CCFES)* aan de Universiteit Utrecht. De participanten zijn verworven door middel van een gemakssteekproef. In een brief hebben ouders informatie ontvangen over het onderzoek. Toestemming voor deelname van de participanten is vervolgens actief verkregen bij ouders. Voor dit cross-sectionele onderzoek zijn gedurende de maanden januari tot en met maart 2019 data verzameld. De totale steekproef van dit onderzoek bestaat uit 96 kinderen in de leeftijd van 4 tot en met 6 jaar ( $M = 4.83$ ,  $SD = .74$ ). De participanten volgen onderwijs op zes verschillende reguliere basisscholen in Gelderland, Noord-Brabant en Utrecht. Van de kinderen zat 41.7 % in groep 1 ( $n = 40$ ) en 58.3% in groep 2 ( $n = 56$ ). Verder was 49.0% van de participanten jongen ( $n = 47$ ) en 51.0% meisje ( $n = 49$ ). Dit project is goedgekeurd door de ethische toetsingscommissie van de faculteit Sociale Wetenschappen.

#### **Instrumenten**

**Visueel-ruimtelijk werkgeheugen.** Een voor kleuters aangepaste versie van het Leeuwenspel (Van de Weijer-Bergsma, Kroesbergen, Prast, & Van Luit, 2015) is afgenomen.

In deze gecomputeriseerde taak moeten kinderen in een 4x4 matrix de laatste locatie van verschillende gekleurde leeuwen onthouden en aanwijzen. De taak loopt op in moeilijkheidsgraad, doordat steeds meer kleuren en posities moeten worden onthouden. Voorafgaand aan het Leeuwenspel is een item op papier afgenomen, waarbij werd gecontroleerd of het kind het begrip ‘laatste’ begreep. De taak bestaat uit zes items verdeeld over drie levels, met allereerst twee oefenitems. In level 1 moet de laatste rode leeuw worden onthouden en aangewezen. In level 2 moeten de laatste rode en laatste blauwe leeuw worden onthouden en aangewezen en in level 3 de laatste rode, de laatste blauwe en de laatste gele leeuw. Na elk level krijgt de participant positieve feedback van een computerstem, ook wanneer een verkeerd antwoord is gegeven. Er wordt geen afbreekregel gehanteerd. Iedere participant krijgt een proportie correct score op elk item. Daarvan is de gemiddelde proportie correct score van iedere participant op de gehele taak berekend, waarbij een hogere gemiddelde proportie correct score een hogere capaciteit van het visueel-ruimtelijke werkgeheugen inhoudt. In onderzoek onder oudere leerlingen bleken de betrouwbaarheid ( $\alpha = .86$ ), de test-hertestbetrouwbaarheid ( $\rho = .71$ ), concurrente validiteit en de predictieve validiteit voor rekenvaardigheid van het Leeuwenspel voldoende tot goed te zijn (Van de Weijer-Bergsma, Kroesbergen, & Van Luit, 2014).

**Verbaal werkgeheugen.** Een Nederlandse, voor kleuters aangepaste versie van de *Word Recall Backward* (Alloway et al., 2008) is afgenomen. Bij deze gecomputeriseerde taak, bestaande uit twee oefenitems en zes items, moeten verbaal aangeboden woordenreeksen in omgekeerde volgorde, hardop worden gereproduceerd. De taak begint met een oefenitem, waarbij twee woorden auditief en visueel worden aangeboden op de laptop en in omgekeerde volgorde moeten worden gereproduceerd (‘tas-huis’ wordt ‘huis-tas’). Het tweede oefenitem betreft twee woorden welke enkel auditief worden aangeboden en in omgekeerde volgorde moeten worden gereproduceerd. Daarna volgen drie items met twee woorden en drie items met drie woorden. De participanten ontvangen na ieder item positieve feedback van de testleider. De testleider mag per item één keer feedback geven als de participant de woorden in de reeds aangeboden volgorde herhaalt: ‘Goed zo, en nu andersom’. De taak wordt afgebroken als de participant alle items met twee woorden fout heeft. Het aantal goede antwoorden vormt de score op deze taak, met 0 als minimale en 6 als maximale score. Een hogere score op de taak betekent een hogere capaciteit van het verbaal werkgeheugen. De betrouwbaarheid en validiteit van de in huidig onderzoek gebruikte *Word Recall Backward* taak zijn niet bekend.

**Rekenvaardigheid.** Voor het vaststellen van de rekenvaardigheid is gebruik gemaakt van vaardigheidsscores op de Cito Rekenen voor kleuters (Janssen, Verhelst, Engelen, & Scheltens, 2010) welke zijn afgenomen in januari 2019 door de leerkrachten van de participanten. De Cito Rekenen voor kleuters is een papieren, door de leerkracht voorgelezen toets, welke de constructen getalbegrip (omgang met de telrij, hoeveelheden en getallen), meten (lengte, omtrek, inhoud, gewicht en tijd) en meetkunde (oriënteren en lokaliseren, construeren, opereren met figuren en vormen) meet (Koerhuis, 2010). De toets voor groep 1 bestaat uit twee delen met elk 23 vragen en de toets voor groep 2 bestaat uit twee delen met elk 24 vragen, zoals: ‘Op welke weegschaal wegen de stenen het meest?’. De opgaven hebben drie, vier of vijf getekende antwoordalternatieven, waarvan één het antwoord op de vraag is en waaronder een streep moet worden gezet. De scores op de onderdelen vormen samen een totaalscore, welke wordt omgezet in een vaardigheidsscore. De vaardigheidsscore wordt gebruikt als maat voor rekenvaardigheid, met als minimale score 0 en maximale score 140. De inhoudsvaliditeit en begripsvaliditeit van de Cito Rekenen voor kleuters zijn beoordeeld met een voldoende en de betrouwbaarheidscoëfficiënten liggen boven .80 (Koerhuis & Keuning, 2011).

### **Procedure**

Huidig onderzoek betreft een cross-sectioneel onderzoeksdesign, waarbij sprake was van één meetmoment van maximaal 45 minuten per participant. Voorafgaand aan de dataverzameling zijn de testleiders getraind in het afnemen van de taken. De testleiders werden op basis van een op video vastgelegde proefafname bij een kleuter beoordeeld op hun handelen, alvorens zij de taken bij de participanten binnen dit onderzoek mochten afnemen. De participanten voerden individueel, onder begeleiding van een testleider, taken uit in een één-op-één setting op hun eigen school. Binnen het onderzoeksproject is onderzoek gedaan naar werkgeheugen, rekenvaardigheid, taalvaardigheid, strategiegebruik, meertaligheid en betrouwbaarheid en validiteit van werkgeheugentaken. Huidig onderzoek heeft zich gericht op visueel-ruimtelijk werkgeheugen, verbaal werkgeheugen en rekenvaardigheid. De taken werden in de volgende standaardvolgorde afgenomen: Aandachtstaak, Kruisjesspel, Leeuwenspel, Six Boxes taak, Letterkennis, *Word Recall Backward* taak en de Getallentaak.

### **Analyse**

Voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen zijn analyses uitgevoerd met behulp van de *Statistical Package of Social Sciences 25* ([SPSS 25]; IBM Corp., 2017). Het hoofddoel van de huidige studie is onderzoeken of er sekseverschillen bestaan in de relatie

tussen het werkgeheugen en rekenvaardigheid. De assumpties normaliteit, lineariteit, homoscedasticiteit en multicollineariteit zijn voorafgaand aan de data-analyse gecontroleerd.

Er zijn twee onafhankelijke t-toetsen (tweezijdig) en een Mann-Whitney Test uitgevoerd om sekseverschillen in rekenvaardigheid, visueel-ruimtelijk werkgeheugen en verbaal werkgeheugen te bekijken, waarbij de volgende codering is gebruikt: 1 voor jongens en 0 voor meisjes. De effectgrootte van een significant resultaat is bepaald met Cohen's  $d$ , waarbij de volgende criteria gelden: .20 is klein, .50 is medium en .80 is groot (Cohen, 1988).

Met een hiërarchische multipele regressieanalyse (MRA) is getoetst of een hogere score op zowel visueel-ruimtelijk werkgeheugen als verbaal werkgeheugen (onafhankelijke variabelen, interval meetniveau) voorspellend is voor een hogere score op rekenvaardigheid (afhankelijke variabele, interval meetniveau) en of deze relaties verschillen tussen jongens en meisjes. In stap 1 is de invloed van de onafhankelijke variabelen (visueel-ruimtelijk en verbaal werkgeheugen) op de afhankelijke variabele (rekenvaardigheid) getoetst, waarbij is gecontroleerd voor sekse en leeftijd. In stap 2 zijn interactietermen tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en sekse (visueel-ruimtelijk werkgeheugen x sekse) en het verbaal werkgeheugen en sekse (verbaal werkgeheugen x sekse) toegevoegd, om het moderatie-effect van sekse te bekijken. De effectgrootte van een significant resultaat is bepaald met Cohen's  $f^2$ , waarbij de volgende criteria gelden:  $f^2 = .02$  is klein,  $f^2 = .15$  is medium en  $f^2 = .35$  is groot (Cohen, 1988).

## Resultaten

### Missende waarden, uitschieters en assumpties

Er werd een missende waarde gevonden op zowel het visueel-ruimtelijk als het verbaal werkgeheugen, wegens technische problemen. Aangezien de Cito Rekenen voor kleuters niet op alle scholen wordt afgenomen en sommige leerlingen nog te weinig onderwijs hadden gevolgd voor het maken van de toets, zijn op de variabele rekenvaardigheid 35 missende waarden gevonden. De participanten met missende waarden zijn door middel van *listwise deletion* buiten beschouwing gelaten in de analyses. Verder is een univariate uitschieter (criterium:  $3.29 < z\text{-score} > -3.29$ ) gevonden op de variabele rekenvaardigheid (vaardigheidsscore: 137,  $z\text{-score}$ : 3.53). Daarom zijn de analyses steeds twee keer uitgevoerd en bleken de resultaten niet te verschillen, waardoor gekozen is deze univariate uitschieter niet uit de dataset te verwijderen. Op basis van Mahalanobis distance (criterium:  $\chi^2 < 18.47$ ) bleken geen multivariate uitschieters. De assumptie normaliteit kon voor visueel-ruimtelijk werkgeheugen en rekenvaardigheid worden aangenomen. Normaliteit van verbaal

werkgeheugen bleek geschonden, waar in de analyses rekening mee gehouden is. Zo is in plaats van een Pearson correlatie een Spearman's rho correlatie uitgevoerd voor het meten van correlaties met verbaal werkgeheugen. Daarnaast is in plaats van een t-toets de Mann-Whitney Test uitgevoerd voor verbaal werkgeheugen. Bij de t-toetsen voor visueel-ruimtelijk werkgeheugen en rekenvaardigheid was Levene's test in beide gevallen niet significant, wat betekent dat de voorwaarde voor gelijke varianties kon worden aangenomen. In de MRA kon normaliteit van de residuen van verbaal werkgeheugen worden aangenomen. Om multicollineariteit te controleren zijn de variabelen gecentreerd en bleken alle VIF-waarden kleiner dan 10 (Field, 2013). De assumpties lineariteit en homoscedasticiteit zijn gecontroleerd en bleken niet geschonden. Tabel 1 geeft de beschrijvende statistieken weer en Tabel 2 de correlaties tussen de onderzoeksvariabelen voor jongens en meisjes.

Tabel 1

*Beschrijvende Statistieken*

	Totaal		Bereik*	Jongens		Meisjes	
	<i>N</i>	<i>M (sd)</i>		<i>N</i>	<i>M (sd)</i>	<i>N</i>	<i>M (sd)</i>
Visueel-ruimtelijk WG	95	.48 (.22)	.00-.89	47	.53 (.20)	48	.43 (.23)
Verbaal WG	95	50.72 (26.89)	.00-100.00	47	53.01 (30.47)	48	48.47 (22.96)
Rekenvaardigheid	61	84.00 (15.00)	58.00-137.00**	31	86.65 (14.21)	30	81.23 (15.53)

*Noot.* WG = werkgeheugen. \*berekend over totaal. \*\*zonder uitschieter: 58.00-118.00.

Tabel 2

*Correlatiecoëfficiënten (r) tussen Visueel-ruimtelijk werkgeheugen, Verbaal werkgeheugen en Rekenvaardigheid voor Jongens en Meisjes, al dan niet gecontroleerd voor Leeftijd*

	Gecontroleerd voor leeftijd					
	1	2	3	1	2	3
1. Visueel-ruimtelijk WG	-	.54**	.54**	-	.66**	.42*
2. Verbaal WG	.39**	-	.46**	.41**	-	.46*
3. Rekenvaardigheid	.48**	.37*	-	.55**	.41*	-

*Noot.* WG = werkgeheugen. \* $p < .05$  \*\* $p < .01$ . Correlaties boven diagonaal voor jongens, correlaties onder diagonaal voor meisjes.

### **Sekseverschillen in visueel-ruimtelijk werkgeheugen, verbaal werkgeheugen en rekenvaardigheid**

Voor visueel-ruimtelijk werkgeheugen bleek de t-toets significant, waarbij jongens significant hoger scoren dan meisjes,  $t(93) = 2.33$   $p = .02$ ,  $d = .48$ , wat een klein tot medium effect is (Cohen, 1988). Uit de Mann-Whitney Test bleek het verschil tussen jongens en meisjes op verbaal werkgeheugen niet significant,  $U = 931.50$ ,  $Z = 1.50$ ,  $p = .13$ . Ten slotte bleek uit de t-toets voor rekenvaardigheid geen significant verschil tussen jongens en meisjes  $t(59) = 1.42$   $p = .16$ .

### **Sekseverschillen in relatie tussen werkgeheugen en rekenvaardigheid**

Tabel 3 geeft de *unstandardised (B)*, de *standardised ( $\beta$ )* regressiecoëfficiënten en de *squared semi-partial ( $sr^2$ )* van elke voorspeller in het regressiemodel weer. In stap 1 van de MRA bleken het visueel-ruimtelijk werkgeheugen, verbaal werkgeheugen, sekse en leeftijd 37% van de variantie in rekenvaardigheid te verklaren, waarbij een sterk lineair verband wordt gevonden,  $R^2 = .37$ ,  $F(4, 56) = 8.27$ ,  $p < .01$ ,  $f^2 = .58$ , wat een groot effect is (Cohen, 1988). Het visueel-ruimtelijk werkgeheugen blijkt een significante positieve voorspeller van rekenvaardigheid, wat betekent dat kinderen met een hogere score op visueel-ruimtelijk werkgeheugen een hogere score behalen op rekenvaardigheid. Het verbaal werkgeheugen, sekse en leeftijd blijken geen significante voorspellers van rekenvaardigheid.

In stap 2 van de MRA blijkt de toevoeging van de interactietermen (visueel-ruimtelijk werkgeheugen x sekse en verbaal werkgeheugen x sekse) niet tot significante toename in verklaarde variantie in rekenvaardigheid te leiden  $\Delta R^2 = -.01$ ,  $\Delta F(2, 54) = .23$ ,  $p = .80$ . De interactietermen (visueel-ruimtelijk werkgeheugen x sekse en 'verbaal werkgeheugen x sekse) bleken geen significante voorspellers voor rekenvaardigheid, wat betekent dat de relaties tussen visueel-ruimtelijk werkgeheugen en rekenvaardigheid en verbaal werkgeheugen en rekenvaardigheid niet anders zijn voor jongens dan voor meisjes.

Tabel 3

*Hiërarchische MRA Rekenvaardigheid, Visueel-ruimtelijk werkgeheugen, Verbaal werkgeheugen, Sekse, Leeftijd en Interactie-effect van Sekse*

		Rekenvaardigheid		
Model		B [95% BI]	$\beta$	$sr^2$
1	Constante	-1.86 [-3.65- -0.59]	-	-
	Visueel-ruimtelijk WG	.33 [.06-.60]	.33*	.07
	Verbaal WG	.25 [-.01-.51]	.24	.04
	Sekse	-.05 [-.50-.41]	-.02	.00
	Leeftijd	.36 [-.00-.72]	.23	.04
2	Constante	-1.88 [-3.74- -.02]	-	-
	Visueel-ruimtelijk WG	.27 [-.06-.60]	.27	.03
	Verbaal WG	.30 [-.09-.70]	.29	.03
	Sekse	-.26 [-1.61-1.08]	-.13	.17
	Leeftijd	.36 [-.01-.73]	.23	.04
	Visueel-ruimtelijk WG x Sekse	.87 [-1.77-3.50]	.28	.01
	Verbaal WG x Sekse	-.01 [-.03-.02]	-.17	.00

*Noot.* BI = betrouwbaarheidsinterval. WG = werkgeheugen. \*  $p < .05$ .

### Discussie

Het doel van deze studie was onder kleuters onderzoeken of in het visueel-ruimtelijk werkgeheugen, het verbaal werkgeheugen en rekenvaardigheid sekseverschillen bestaan en of de relatie tussen het werkgeheugen en rekenvaardigheid anders is voor jongens dan voor meisjes. De huidige literatuur is consistent over het feit dat het werkgeheugen een significante voorspeller is voor rekenvaardigheid (o.a. Bull et al., 2008; Friso-van den Bos et al., & Van Luit, 2013; Mazzocco, 2008; Passolunghi et al., 2008), maar is tot op heden inconsistent over eventuele sekseverschillen in het werkgeheugen en rekenvaardigheid (o.a. Alloway et al., 2006; Carr et al., 2008; Howell & Kemp, 2010; Jordan et al., 2006). Mogelijk worden de sekseverschillen in strategieën waarop een beroep wordt gedaan bij het oplossen van rekenproblemen weerspiegeld in het gebruik en de capaciteit van het werkgeheugen, wat in het verlengde daarvan een mogelijke verklaring kan zijn voor sekseverschillen in rekenvaardigheid. Onderzoek naar (de relatie tussen) het werkgeheugen en rekenvaardigheid heeft zich slechts beperkt gericht op kinderen in de kleuterleeftijd en de invloed van sekse is in deze studies niet meegenomen.

In lijn met de verwachtingen en eerder onderzoek (Levine et al., 1999) heeft deze studie aangetoond dat jongens in de kleuterleeftijd significant hoger scoren op visueel-ruimtelijke werkgeheugentaken. Dit betekent dat jongens beter scoren op taken waarbij zij visueel-ruimtelijke informatie moeten onthouden en bewerken in hun hoofd, om dit vervolgens te gebruiken bij het beantwoorden van een vraag of het uitrekenen van een som. Voor verbaal werkgeheugen is geen significant sekseverschil gevonden, in tegenstelling tot de conclusie van Harness en collega's (2008), maar in lijn met de conclusie van Robert en Savoie (2007). Het lijkt erop dat in de kleuterleeftijd nog geen duidelijke sekseverschillen worden waargenomen op verbale werkgeheugentaken. Mogelijk komen eventuele sekseverschillen op verbale werkgeheugentaken pas op latere leeftijd aan het licht, aangezien onderzoek heeft aangetoond dat kleuters op schoolse taken voornamelijk een beroep doen op hun visueel-ruimtelijk werkgeheugen en naarmate kinderen ouder worden steeds meer een beroep wordt gedaan op hun verbale werkgeheugen (McKenzie, Bull, & Gray, 2003). Verder was de verwachting dat voor rekenvaardigheid een significant sekseverschil in het voordeel van jongens zou worden gevonden, wat deze studie tegen de verwachting in niet heeft aangetoond. Mogelijk komen ook sekseverschillen in rekenvaardigheid pas op latere leeftijd naar voren, zoals Penner en Paret (2008) eerder concludeerden. Een andere mogelijke verklaring voor het niet gevonden sekseverschil in rekenvaardigheid is de slechts kleine steekproef die rekenvaardigheid betreft ( $n = 61$ ), wat de *power* van dit onderzoek negatief kan hebben beïnvloed, waardoor een bestaand verschil mogelijk niet wordt gevonden (Gravetter & Wallnau, 2017).

Daarnaast is, in lijn met de verwachtingen en eerder onderzoek (Bull et al., 2008; Friso-van den Bos et al., 2013; Van de Weijer-Bergsma et al., 2014), in deze studie aangetoond dat het visueel-ruimtelijk werkgeheugen een significante voorspeller is van rekenvaardigheid in de kleuterleeftijd. Het verbaal werkgeheugen, sekse en leeftijd blijken geen significante voorspellers van rekenvaardigheid en de relatie tussen het werkgeheugen en rekenvaardigheid wordt volgens de huidige resultaten niet beïnvloed door sekse. Hoewel jongens dus scoren op visueel-ruimtelijke werkgeheugentaken, lijkt sekse geen significante rol te spelen in de relatie tussen het werkgeheugen en rekenvaardigheid. Leeftijd blijkt volgens meerdere studies een belangrijke factor in de relatie tussen het werkgeheugen en rekenvaardigheid (De Smedt et al., 2009; Holmes & Adams, 2006), aangezien kinderen in de kleuterleeftijd over het algemeen meer beroep doen op hun visueel-ruimtelijk werkgeheugen bij rekenen, terwijl oudere kinderen bij rekenen meer beroep doen op hun verbale



werkgeheugen (De Smedt et al., 2009; Holmes & Adams, 2006; Van de Weijer-Bergsma et al., 2014). Dit kan een mogelijke verklaring zijn dat het verbaal werkgeheugen in deze studie geen significante voorspeller blijkt van rekenvaardigheid in de kleuterleeftijd.

Een limitatie van huidig onderzoek is dat de scholen van de participanten door de testleiders zijn geselecteerd en de ouders van de kleuters de keuze kregen of hun kind al dan niet mocht deelnemen aan het onderzoek. Dit betekent dat het een gemakssteekproef betreft en dat de resultaten niet zonder meer gegeneraliseerd kunnen worden naar de gehele populatie Nederlandse basisschoolleerlingen. Verder is van de Cito Rekenen voor kleuters nog onduidelijk welke rekenstrategieën deze toets voornamelijk ontlokt. Mogelijk bestaat deze toets voornamelijk uit sommen waarbij visueel-ruimtelijke rekenstrategieën het meest efficiënt zijn voor het uitrekenen van de som, waarvan uit onderzoek bekend is dat jongens deze over het algemeen in grotere mate toepassen (o.a. Carr & Davis, 2001). Daarnaast was voor de onderzoeksvariabele rekenvaardigheid sprake van een relatief kleine steekproef ( $n = 61$ ), omdat op een van de scholen geen Cito wordt afgenomen. Bovendien moet in acht gehouden worden dat op de scholen die de Cito afnemen, de toets is afgenomen door de eigen leerkrachten. Ondanks de gestandaardiseerde afname kunnen de mogelijk verschillende werkwijzen en afnamesettingen een negatieve invloed hebben op de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid. Hierdoor moeten de resultaten en conclusies over rekenvaardigheid met voorzichtigheid worden geïnterpreteerd. Een sterk punt van deze studie is dat de testleiders getraind zijn in het afnemen van de taken, wat maakt dat de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid voor visueel-ruimtelijk en verbaal werkgeheugen is gewaarborgd.

De resultaten van deze studie suggereren dat jongens in de kleuterleeftijd hoger scoren op visueel-ruimtelijke werkgeheugentaken dan meisjes en dat het visueel-ruimtelijk werkgeheugen een significante positieve voorspeller is van rekenvaardigheid onder kleuters. Deze conclusies kunnen bijdragen aan het verbeteren van het kleuteronderwijs. Aangezien het visueel-ruimtelijk werkgeheugen een voorspeller blijkt voor rekenvaardigheid, lijkt het nuttig het visueel-ruimtelijk werkgeheugen al op jonge leeftijd te trainen. Onderzoek van Kroesbergen, Van 't Noordende en Kolkman (2014) heeft namelijk aangetoond dat trainen van het werkgeheugen bij kleuters kan leiden tot betere rekenprestaties. Het lijkt voor toekomstige studies relevant te bekijken of sekseverschillen in strategiegebruik een mogelijke verklaring kunnen zijn voor het gevonden sekseverschil in visueel-ruimtelijke werkgeheugentaken en in het verlengde daarvan voor sekseverschillen in rekenvaardigheid,

welke over het algemeen worden gevonden. Daarbij lijkt het belangrijk voor ogen te houden op welke manier rekenvaardigheid wordt gemeten. Mogelijk ontlokt de Cito Rekenen rekenstrategieën waar jongens van nature meer beroep op doen, wat een reden kan zijn voor de significant hogere scores op rekenvaardigheid onder jongens die over het algemeen in wetenschappelijk onderzoek worden gevonden. Toekomstig onderzoek zou zich daarom ook kunnen richten op het uitzoeken welke strategieën de Cito Rekenen voor kleuters met verschillende rekenopgaven ontlokt.

Referenties

- 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. 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*, 1686-1716. doi:10.1111/j.1467-8624.2006.00968.x
- Baddeley, A. D. (1992). Working memory. *Science, 255*, 556-559. doi:10.1126/science.173635
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation, 8*, 47-89. doi:10.1016/S0079-7421(08)60452-1
- Berg, D. H. (2008). Working memory and arithmetic calculation in children: The contributory roles of processing speed, short-term memory, and reading. *Journal of Experimental Child Psychology, 99*, 288-308. doi:10.1016/j.jecp.2007.12.002
- Blankenship, T. L., O'Neill, M., Ross, A., & Bell, M. A. (2015). Working memory and recollection contribute to academic achievement. *Learning and Individual Differences, 43*, 164-169. doi:10.1016/j.lindif.2015.08.020
- Bull, R., Espy, K., & 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. doi:10.1080/87565640801982312
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 46*, 3-18. doi:10.1111/j.1469-7610.2004.00374.
- Carr, M., & Davis, H. (2001). Gender differences in arithmetic strategy use: A function of skill and preference. *Contemporary Educational Psychology, 26*, 330-347. doi:10.1006/ceps.2000.1059
- Carr, M., Steiner, H. H., Kyser, B., & Biddlecomb, B. A. (2008). Comparison of predictors of early emerging gender differences in mathematics competency. *Learning and Individual Differences, 18*, 61-75. doi:10.1016/j.lindif.2007.04.005
- Centraal Bureau voor de Statistiek (2011). *Beroepsbevolking; naar bedrijf en persoonskenmerken 2008 -2012*. Verkregen op 16 december 2018 van <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=80470NED&D1=0,2-7&D2=1-2,5-23,26-37,39-40,43-47,49-52&D3=1->

2&D4=a&HDR=T&STB=G2,G1,G3&VW=T

- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Davies, D. (2003). Pragmatism, pedagogy and philosophy: A model of thought and action in action in primary technology and science teacher education. *International Journal of Technology and Design Education*, 13, 207-221. doi:10.1023/A:1026140422569
- De Smedt, B., Janssen, R., Bouwens, K., Verschaffel, L., Boets, B., & Ghesquière, P. (2009). Working memory and individual differences in mathematics achievement: A longitudinal study from first grade to second grade. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 186-201. doi:10.1016/j.jecp.2009.01.004
- DeStefano, D., & LeFevre, J. A. (2004). The role of working memory in mental arithmetics. *European Journal of Cognitive Psychology*, 16, 353-386. doi:10.1080/09541440244000328
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. (4th ed.). Londen: Sage Publications Ltd.
- Friso-van den Bos, I., Van der Ven, S. H., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. (2013). Working memory and mathematics in primary school children: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 10, 29-44. doi:10.1016/j.edurev.2013.05.003
- Gravetter, F. J., & Wallnau, L. B. (2017). *Statistics for the behavioral sciences, 10th edition*. London: Thomson Wadsworth.
- Hargreaves, M., Homer, M., & Swinnerton, B. (2008). A comparison of performance and attitudes in mathematics amongst the 'gifted'. Are boys better at mathematics or do they just think they are? *Assessment in Education*, 15, 19-39. doi:10.1080/09695940701876037
- Harness, A., Jacot, L., Scherf, S., White, A., & Warnick, J. E. (2008). Sex differences in working memory. *Psychological Reports*, 103, 214-218. doi:10.2466/pr0.103.1.214-218
- Hickendorff, M., Van Putten, C. M., Verhelst, N. D., & Heiser, W. J. (2010). Individual differences in strategy use on division problems: Mental versus written computation. *Journal of Educational Psychology*, 102, 438-452. doi:10.1037/a0018177
- Holmes, J., & Adams, J. W. (2006). Working memory and children's mathematical skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational Psychology*, 20, 573-591. doi:10.1080/01443410500341056

- Howell, S. C., & Kemp, C. R. (2010). Assessing preschool number sense: Skills demonstrated by children prior to school entry. *Educational Psychology, 30*, 411-430. doi:10.1080/01443411003695410
- IBM Corp (2017). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Janssen, J., Verhelst, N., Engelen, R., & Scheltens, F. (2010). *Wetenschappelijke verantwoording van de toetsen LOVS Rekenen-Wiskunde voor groep 3 tot en met 8*. Arnhem: Cito.
- 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., Oláh, 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
- King, K., Shumow, L., & Lietz, S. (2001). Science education in an urban elementary school: Case studies of teacher beliefs and classroom practices. *Science Education, 85*, 89-110. doi:10.1002/1098-237X(200103)85:2<89::AID-SCE10>3.0.CO;2-H
- Klein, P. S., Adi-Japha, E., & Hakak-Benizri, S. (2010). Mathematical thinking of kindergarten boys and girls: similar achievement, different contributing processes. *Educational Studies in Mathematics, 73*, 233–246. doi:10.1007/s10649-009-9216-y
- Koerhuis, I. (2010). *Cito Rekenen voor kleuters analyse doelen Jonge Kind. SLO nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling*. 1-15. Verkregen op 10 april 2019 van <http://downloads.slo.nl/Documenten/analyse-doelen-jonge-kind-cito-rekenen-voor-kleuters.pdf>
- Koerhuis, I., & Keuning, J. (2011). *Wetenschappelijke Verantwoording van de Toetsen Rekenen voor Kleuters*. Arnhem: Cito.
- Kroesbergen, E. H., Van Luit, J. E. H., & Aunio, P. (2012). Mathematical and cognitive predictors of the development of mathematics. *British Journal of Educational Psychology, 1*, 24-27. doi:10.1111/j.2044-8279.2012.02065.x
- 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. doi:10.1177/073428290833058

- Kroesbergen, E. H., Van 't Noordende, J. E., & Kolkman, M. E. (2014). Training working memory in kindergarten children: Effect on working memory and early numeracy. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 20, 23-37. doi:10.1080/09297049.2012.73648
- Lachance, J. A., & Mazzocco, M. M. M. (2006). A longitudinal analysis of sex differences in math and spatial skills in primary school age children. *Learning and Individual Differences*, 16, 195–216. doi:10.1016/j.lindif.2005.12.001
- Langen, A., & Driessen, G. (2006). *Sekseverschillen in onderwijsloopbanen: Een internationale comparatieve trendstudie*. Verkregen op 7 maart 2019 van <https://repository.ubn.ru.nl/bitstream/handle/2066/55796/55796.pdf>
- Lembke, E., & Foegen, A. (2009). Identifying early indicators for kindergarten and firstgrade students. *Learning Disabilities Research & Practice*, 24, 12-20. doi:10.1111/j.1540-5826.2008.01273.x
- Levine, S. C., Huttenlocher, J., Taylor, A., & Langrock, A. (1999). Early sex differences in spatial skill. *Developmental Psychology*, 35, 940-949. doi:10.1037/0012-1649.35.4.940
- Mazzocco, M. M. M. (2008). Introduction: Mathematics ability, performance, and achievement. *Developmental Neuropsychology*, 33, 197-204. doi:10.1080/87565640801982270
- Mammarella, I. C., Lucangeli, D., & Cornoldi, C. (2010). Spatial working memory and arithmetic deficits in children with nonverbal learning difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 43, 455-468. doi:10.1177/0022219409355482
- McKenzie, B., Bull, R., & Gray, C. (2003). The effects of phonological and visual–spatial interference on children's arithmetical performance. *Educational and Child Psychology*, 20(3), 93–108. Verkregen op 30 mei 2019 van [https://www.researchgate.net/publication/285025652\\_The\\_effects\\_of\\_phonological\\_and\\_visual-spatial\\_interference\\_on\\_children's\\_arithmetic\\_performance](https://www.researchgate.net/publication/285025652_The_effects_of_phonological_and_visual-spatial_interference_on_children's_arithmetic_performance)
- McNamara, D. S., & Scott, J. L. (2001). Working memory capacity and strategy use. *Memory & Cognition*, 29, 10-17. doi:10.3758/BF03195736
- Mulder, H., Hoofs, H., Verhagen, J., van der Ven, I., & Leseman, P. P. M. (2014). Psychometric properties and convergent and predictive validity of an executive function test battery for two-year-olds. *Frontiers in Psychology*, 5, 733-750. doi:10.3389/fpsyg.2014.00733

- Mulholland, J., & Wallace, J. (2005). Growing the tree of teacher knowledge: Ten years of learning to teach elementary science. *Journal of Research in Science Teaching*, *42*, 767–790. doi:10.1002/tea.20073
- 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. doi:10.1080/87565640801982320
- Penner, A. M., & Paret, M. (2008). Gender differences in mathematics achievement: Exploring the early grades and the extremes. *Social Science Research*, *37*, 239-253. doi:10.1016/j.ssresearch.2007.06.012
- Pezaris, E., & Casey, M. B. (1991). Girls who use “masculine” problem-solving strategies on a spatial task: Proposed genetic and environmental factors. *Brain and Cognition*, *17*, 1-22. doi:10.1016/0278-2626(91)90062-D
- Reinert, R. M., Huber, S., Nuerk, H. C., & Moeller, K. (2017). Sex differences in number line estimation: The role of numerical estimation. *British Journal of Psychology*, *108*, 334-350. doi:10.1111/bjop.12203
- Repos, G., & Baddeley, A. (2006). The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, *139*, 5-21. doi:10.1016/j.neuroscience.2005.12.061
- Robert, M., & Savoie, N. (2007). Are there gender differences in verbal and visiospatial working-memory resources? *The European Journal of Cognitive Psychology*, *18*, 378-397. doi:10.1080/09541440500234104
- Rosselli, M., Ardila, A., Matute, E., & Inzocentseva, O. (2009). Gender differences and cognitive correlates of mathematical skills in school-aged children. *Child Neuropsychology*, *15*, 216-231. doi:10.1080/09297040802195205
- Turley-Ames, K. J., & Whitfield, M. M. (2002). Strategy training and working memory task performance. *Journal of Memory and Language*, *49*, 446-468. doi:10.1016/S0749-596X(03)00095-0
- Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., Prast, E. J., & Van Luit, J. E. H. (2015). Validity and reliability of an online visual–spatial working memory task for self-reliant administration in school-aged children. *Behavior Research Methods*, *47*, 708-719. doi:10.3758/s13428-014-0469-8
- Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2014). Verbal and

visual-spatial working memory and mathematical ability in different domains throughout primary school. *Memory and Cognition*, 43, 367-378. doi:10.3758/s13421-014-0480-4

Zhu, Z. (2007). Gender differences in mathematical problem solving patterns: A review of literature. *International Education Journal*, 8(2), 187-203. Verkregen op 14 mei 2019 van <http://ehlt.flinders.edu.au/education/iej/articles/mainframe.html>