

**Verschillen tussen jongens en meisjes in groep twee wat de invloed van
werkgeheugentrainingen op de rekenvaardigheid betreft**

Anke van Balveren 3215091, Lianne Blokvoort 3242234
Hanneke C. Bekkering 3273512 & Danique T. Buitenman 3329879

Faculteit Sociale Wetenschappen, Orthopedagogiek
Universiteit Utrecht, Utrecht
Bachelorthesis Pedagogische Wetenschappen
Cursus code: 200600042

Begeleidster: Ilona van den Bos

Inleverdatum: 02-07-2010

Abstract

Doel. Het doel van dit onderzoek is te onderzoeken of er sprake is van verschillen tussen jongens en meisjes uit groep twee van de basisschool, wat verbetering van de rekenvaardigheid na training van het werkgeheugen betreft.

Methode. Voor dit onderzoek is een voor- en nameting van de verbale of ruimtelijke werkgeheugentraining uitgevoerd bij jongens en meisjes van groep twee van de basisschool. Er is gebruik gemaakt van de negen taken van *Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised* (UGT-R) en van de taken: *Dotmatrix*, *Odd one out*, *Word recall* en *Word recall backwards*, die grotendeels op de computer zijn afgenomen.

Resultaten. Om verschilcores te kunnen berekenen is gebruik gemaakt van een herhaalde metingen ANOVA onder 93 participanten (46 ruimtelijke training, 47 verbale training). Op alle werkgeheugentaken werd door zowel de jongens, als de meisjes gemiddeld een hogere score behaald op de nameting dan op de voormeting. Er zijn geen significante interactie-effecten gevonden. Echter er was een groot interactie-effect zichtbaar tussen gender en ruimtelijke span en tussen gender en ruimtelijke updating.

Conclusie. De hypothese waarin er een verschil wordt verondersteld in het voordeel van de jongens wordt door de resultaten van dit onderzoek niet ondersteund.

Kernbegrippen: werkgeheugen; verbale werkgeheugentraining; ruimtelijke werkgeheugentraining; genderverschillen; groep twee van de basisschool

Theoretische inleiding

Kinderen tonen voor aanvang van het kleuteronderwijs al interesse in getallen. Kennis van getallen en telvaardigheden worden ontwikkeld in dagelijkse, betekenisvolle contexten en interacties. Deze kennis en vaardigheden kunnen worden omschreven als voorbereidende rekenvaardigheid of getalbegrip, wat internationaal gezien wordt als een belangrijk ingrediënt voor wiskundige kennis en het begrijpen van instructies (Locuniak & Jordan, 2008; Ruijsenaars, van Luit & van Lieshout, 2006; de Smedt et al., 2009; Torbeyns et al., 2002; Yang & Li, 2010). Een beperkte ontwikkeling van getalbegrip, draagt dan ook bij aan problemen met vloeiend rekenen en andere wiskundige problemen (Locuniak & Jordan, 2008; Yang & Li, 2010). Vaak vindt gerichte interventie bij zwakpresterende leerlingen pas plaats vanaf groep drie, maar de vraag is of dit niet al eerder zou moeten plaatsvinden (Ruijsenaars et al., 2006).

Naast onderzoek naar individuele verschillen in de rekenvaardigheid, zijn er ook onderzoeken gedaan naar specifieke verschillen tussen jongens en meisjes op dit gebied. Dit leverde uiteenlopende resultaten op (Aunola, Leskinen, Lerkkanen, & Nurmi 2004; Casey, Nuttall, & Pezaris, 1997; Robinson, Abbott, Berninger, & Busse, 1996). Zo werd er in een aantal studies gevonden dat er helemaal geen genderverschillen zijn op dit gebied (Aunola et al., 2004; Casey et al., 1997), maar er is ook een groot aantal studies die wel genderverschillen rapporteren (Anglin, Pirson & Langer, 2008; Bonnot & Croizet, 2007; Brunner, Kraus & Kunter, 2008; Carr, Steiner, Kyser & Biddlecomb, 2008; Else-Quest, Hyde & Linn, 2010; Penner & Paret, 2008). Volgens de studie van Penner en Paret (2008), openbaren deze verschillen zich zelfs al voordat kinderen aan hun schoolloopbaan beginnen. Ook zouden de verschillen variëren tijdens de ontwikkeling. De meeste onderzoeken rapporteren dus wel verschillen tussen jongens en meisjes op het gebied van rekenvaardigheid. Echter wordt er in deze onderzoeken geen eenduidige oorzaak gegeven voor deze verschillen, of suggesties over hoe er mee om te gaan.

Zo worden de verschillen onder andere toegeschreven aan het verschil in strategiegebruik, waarbij meisjes vanaf groep één meer gebruik zouden maken van manipulatieve strategieën en jongens van *retrieval* strategieën, waarbij meer gebruik gemaakt wordt van het werkgeheugen (Carr et al., 2008). Verder worden de verschillen toegeschreven aan cognitieve vaardigheden (Brunner et al., 2008) of de moeilijkheidsgraad van de sommen, waarbij jongens beter zijn in moeilijkere wiskundige taken (hoofdrekenen) en meisjes in de makkelijkere wiskundige taken (berekeningen maken) (Carr & Davis, 2001; Lachance & Mazzocco, 2006; Lynn & Irwing, 2008).

Er is dus geen eenzijdige verklaring voor de verschillen tussen jongens en meisjes op rekenvaardigheid. Het doel van dit onderzoek is echter niet om deze verschillen te verklaren, maar om te onderzoeken of er verschillen zijn tussen jongens en meisjes wat de invloed van werkgeheugentrainingen op de rekenvaardigheid betreft. Voorafgaand aan

dit onderzoek wordt eerst uitgelegd wat het werkgeheugen precies inhoudt, aan de hand van het werkgeheugenmodel van Baddeley en Hitch (1974, zoals geciteerd in Baddeley, 2000; Baddeley & Repovš, 2006).

Het werkgeheugen is een belangrijk onderdeel van het cognitieve systeem. Er is een beperkte capaciteit in de hersenen beschikbaar voor het werkgeheugen om informatie te manipuleren en tijdelijk op te slaan, wat van belang is voor het uitvoeren van complexe cognitieve taken (Alloway, Gathercole, & Pickering, 2006; Repovš & Baddeley, 2006). Repovš en Baddeley (2006) veronderstellen dat er drie functionele componenten van het werkgeheugen zijn. Hun model bestaat namelijk uit de *central executive*; een controlesysteem met een gelimiteerde capaciteit die verantwoordelijk is voor de manipulatie van informatie binnen het werkgeheugen en voor het controleren van de twee ondergeschikte opslagsystemen (*visuospacial sketchpad* en *phonological loop*). De *phonological loop* is verantwoordelijk voor het opslaan en onderhouden van informatie in fonologische vorm, terwijl het *visuospacial sketchpad* dat doet voor visuele en ruimtelijke informatie. De episodische buffer verzorgt de integratie van de twee voorgenoemde informatiestromen en creëert daarmee een samengevoegd beeld van fonologische en visuele informatie (Baddeley, 2000; Repovš & Baddeley, 2006). Verder wordt er binnen het werkgeheugen onderscheid gemaakt, tussen de verbale en visuele span en de verbale en visuele updating. Verbale en visuele span wijzen op de beschikbare capaciteit in het werkgeheugen om verbale en visuele informatie op slaan (Duff & Logie, 2001; Levine, Huttenlocher, Taylor, & Langrock, 1999). Verbale en visuele updating zorgen ervoor, dat irrelevante verbale en visuele informatie tegen gehouden wordt en relevante informatie opgeslagen wordt en teruggehaald kan worden voor oplossingen (Passolunghi & Pazzaglia, 2004; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006; Van der Sluis, De Jong, & Van der Leij, 2007).

Er is dus veel bekend over hoe het werkgeheugenmodel in elkaar zit, maar er is nog niet veel bekend over de mate waarin het werkgeheugen de rekenvaardigheid kan verklaren. Zo beweren LeFevre, DeStefano, Coleman en Shanahan (2005) dat er geen bewijs is voor een relatie tussen het werkgeheugen en rekenkundige verwerking. Echter zijn er ook veel studies die beweren dat het werkgeheugen de rekenvaardigheid wel kan verklaren. Zo zouden verschillende aspecten van het werkgeheugen verschillende aspecten van wiskundige prestaties vertegenwoordigen (Raghubar, Barnes, & Hecht, 2010). Executieve- en visueel-ruimtelijke vaardigheden zouden bijdragen aan het leren en toepassen van nieuwe wiskundige vaardigheden. De fonologische loop (verbale werkgeheugen) zou pas in actie komen wanneer een vaardigheid is aangeleerd (Mazzocco & Kover, 2007; Raghubar et al., 2010; Robinson et al., 1996). Verder zou het visueel-spatiale werkgeheugen de wiskundige prestaties voorspellen (in eind groep drie van de basisschool) op simpele en complexe wiskundige taken, nummer schatting en

grafische representatie van data. Het verbale werkgeheugen zou gerelateerd zijn aan algemene vaardigheden in wiskunde (Raghubar et al., 2010).

Er kan worden aangenomen dat het werkgeheugen rekenvaardigheid in zekere mate kan voorspellen. Volgens Ricken en Fritz (2006) gaat het hier niet zozeer om de ontwikkeling van het werkgeheugen, maar om het goed in staat zijn het werkgeheugensysteem te gebruiken. Een verstoring in het werkgeheugen zou kunnen leiden tot rekenproblemen (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006).

Er zijn dus individuele verschillen wat betreft het werkgeheugen, maar de vraag is of er ook sprake is van deze verschillen tussen jongens en meisjes. Een aantal studies hebben hier onderzoek naar gedaan, waaruit uiteenlopende resultaten voortkwamen. Zo vonden Robert en Savoie (2006) geen significante genderverschillen in het werkgeheugen bij mannen en vrouwen tussen de 19 en 25 jaar. Wel vonden zij dat vrouwen beter scoren op dubbele span taken, waarbij zowel het visuele als het verbale werkgeheugen gebruikt moet worden en het centrale executieve systeem de coördinatie heeft. Echter werden er in andere studies wel significante genderverschillen gevonden, zowel in het voordeel voor jongens en meisjes. Zo concludeerden Vuontela en collega's (2003) dat het werkgeheugen van jongens van zes tot tien jaar minder ontwikkeld is dan dat van meisjes (jongens reageerden minder accuraat en maakten meer fouten op werkgeheugentaken). Echter zouden jongens over het algemeen wel beter scoren op visualisatie taken (Lynn & Irwing, 2004). Verder werd in de studies van Bull, Johnston en Roy (1999) en Kaufmann (2007), gevonden dat mannen significant hoger scoren op visueel ruimtelijke werkgeheugentaken, maar er werd geen verschil gevonden op verbale werkgeheugentaken (Bull et al., 1999; Kaufmann, 2007). Er zijn dus geen eenduidige resultaten gevonden met betrekking tot verschillen tussen jongens en meisjes wat het werkgeheugen betreft.

Er is tevens gekeken naar resultaten over het effect van werkgeheugen- en rekenvaardigheidstrainingen. Naar verwachting hebben werkgeheugentrainingen een positief effect op de rekenvaardigheid (van der Rijt & van Luit, 1998; Ruijsenaars et al., 2006). Zo blijkt het mogelijk te zijn om prestaties, reactietijd en het aantal fouten op wiskundige taken te verbeteren, door werkgeheugentrainingen langer dan één week toe te passen bij jonge kinderen (Dahlin, Bäckman, Neely & Nyberg, 2009). Ook schijnt rekentraining in groep twee te zorgen voor een verbetering van de rekenvaardigheid (Clements & Sarama, 2008). Verder schijnt dat training van het werkgeheugen bij 25-jarigen leidt tot een verbetering van het vermogen om nieuwe problemen op te lossen (*fluid intelligence*) (Jeaggi, Buschkuehl & Jonides, 2008). Tot slot blijkt dat werkgeheugentrainingen bij kinderen tussen de zeven en 12 jaar met ADHD, zorgt voor een verbetering van zowel het verbale als het visuele werkgeheugen (Klingberg et al., 2005). Zowel het werkgeheugen als de rekenvaardigheid zijn dus blijkbaar te trainen.

Uit de literatuurstudie is gebleken dat er genderverschillen zijn op rekenvaardigheid, dat het werkgeheugen in relatie staat met de rekenvaardigheid en dat werkgeheugentrainingen effect hebben op de rekenvaardigheid. Er zijn echter tot op heden weinig onderzoeken bekend die gericht zijn op het effect van werkgeheugentraining op de rekenvaardigheid, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen jongens en meisjes. Antwoord op deze vraag is belangrijk voor de wetenschap, want wanneer blijkt dat genderverschillen inderdaad een rol spelen bij werkgeheugentrainingen, kunnen gerichte interventies worden ontworpen voor een bepaald gender. Als bijvoorbeeld blijkt dat de verbale werkgeheugentraining beter werkt bij meisjes dan bij jongens, kan deze interventie in de toekomst gericht worden toegepast op meisjes en kan er voor jongens beter een andere interventie gebruikt worden. Kwaliteiten die gender afhankelijk zijn kunnen op deze manier optimaal worden ontwikkeld.

Naar aanleiding van bovenstaande informatie is de volgende probleemstelling opgesteld: Is er een verschil tussen jongens en meisjes in groep twee van de basisschool, wat de verbetering van de rekenvaardigheid na training van het werkgeheugen betreft? Het werkgeheugen zal hierbij worden onderverdeeld in vier categorieën, waar de trainingen op zullen zijn gericht: visuele span, verbale span, visuele updating en verbale updating. Hierbij zijn vier onderzoeksvragen opgericht.

De eerste onderzoeksvraag is: Heeft verbale werkgeheugentraining een verschillend effect op de verbale span van jongens en meisjes in groep twee van de basisschool? Waarbij wordt verwacht dat de training een verschillend effect heeft, omdat uit het onderzoek van Kramer, Jaffe, Lengenfelder en Delis (2003) blijkt dat bij jongere mannen en vrouwen er een verschil is in het verbale werkgeheugen (Kramer et al., 2003).

De tweede onderzoeksvraag is: Heeft verbale werkgeheugentraining een verschillend effect op de verbale updating van jongens en meisjes in groep twee van de basisschool? Aangezien er in de literatuur geen publicaties over zijn te vinden, kan er geen gerichte hypothese opgesteld worden.

De derde deelvraag is: Heeft ruimtelijke werkgeheugentraining een verschillend effect op de ruimtelijke span van jongens en meisjes in groep twee van de basisschool? Waarbij wordt verwacht dat de training een positiever effect bereikt bij jongens (Levine et al., 1999; Vuontela et al., 2003), maar dat het leerrendement van jongens lager zal zijn in verhouding tot het leerrendement van meisjes (Baenninger & Newcombe 1996; Starkey, Klein & Wakeley, 2004; Torbeyns et al., 2002).

De vierde en laatste deelvraag is: Heeft ruimtelijke werkgeheugentraining een verschillend effect op de ruimtelijke updating van jongens en meisjes in groep twee van de basisschool? Waarbij verwacht wordt dat de training een positiever effect bereikt bij

jongens, aangezien jongens significant hoger blijken te scoren op ruimtelijke werkgeheugentaken dan meisjes (Bull et al., 1999; Loring-Meier & Halpern, 1999; Kaufmann, 2007). Deze verwachting is dus enkel gebaseerd op het ruimtelijke aspect, aangezien er naar genderverschillen op updating weinig onderzoek is verricht.

Methode

Er is gebruik gemaakt van een microgenetisch onderzoek. Bij deze vorm van onderzoek kan de (cognitieve) ontwikkeling aan de hand van verschillende meetmomenten, in een kort tijdsbestek worden bestudeerd (Siegler & Svetina, 2002). Binnen dit onderzoek zal worden gekeken of er sprake is van verschillen tussen jongens en meisjes in groep twee van de basisschool, de verbetering van de rekenvaardigheid betreft na het trainen van het werkgeheugen.

Participanten

De participanten waren leerlingen van basisscholen uit groep twee. Deze basisscholen waren selectief uitgekozen, op basis van beschikbaarheid in Utrecht en omstreken en in de woonomgeving van de studenten. De basisscholen bevonden zich hierdoor door heel Nederland. Er deden 11 basisscholen mee aan het onderzoek. Aanvankelijk zou per groep, aan de vier zwakste leerlingen op het gebied van voorbereidende rekenvaardigheid, gevraagd worden om mee te doen aan het onderzoek. Bij het uitvoeren van het onderzoek is dit leerlingenaantal uit praktische overwegingen, verhoogd tot maximaal zes leerlingen per klas.

De leerlingen werden verdeel over een verbale training en een ruimtelijke training. Er deden 46 leerlingen mee aan de ruimtelijke training, waarvan 19 meisjes en 27 jongens. Aan de verbale training deden 47 leerlingen mee, waarvan 22 meisjes en 25 jongens. In het totaal deden er dus 93 participanten mee, 41 meisjes en 52 jongens. De leeftijd van de leerlingen lag tussen de vier en zeven jaar. De gemiddelde leeftijd van leerlingen die de verbale training volgden, was 69,3 maanden met een standaardafwijking van 4.3. De gemiddelde leeftijd van de participanten die de ruimtelijke training volgden, was 69.0 maanden met een standaardafwijking van 5.1.

Instrumenten

Voor en nameting. Om de rekenvaardigheden van de participanten te meten is gebruik gemaakt van de *Utrechtse Getalbegrip Toets-Revised* (UGT-R), de *Dotmatrix*, de *Odd one out*, de *Word recall* en de *Word recall backwards*. De UGT-R bestond uit negen taken van namelijk: vergelijken, hoeveelheden koppelen, één op één correspondentie, ordenen, telwoorden gebruiken, synchroon en verkort tellen, resultaatief tellen, toepassen van kennis van getallen en schatten (Van Luijt & Van de Rijt, 2009). De UGT-R bestaat

uit twee gelijksoortige versies, namelijk versie A en B (Van Luit & Van de Rijt, 2009). De betrouwbaarheid van de UGT-R is goed (Van Luit & Van de Rijt, 2009). De UGT-R is voor dit onderzoek voor het grootste deel gedigitaliseerd. De meeste trainingstaken konden via het programma 'E-prime', op de computer worden afgespeeld. Dit gold echter niet voor het onderdeel schatten, item 13 en 14 van UGT-R A deel 2 en item 14 en 18 van UGT-R B deel 2, deze werden handmatig afgenomen.

De *Dotmatrix* meet de capaciteit van kinderen om visuele informatie op te slaan en te reproduceren. Tijdens de taak krijgt het kind een rode stip te zien in een raamwerk van vier bij vier. Het is de bedoeling dat het kind de juiste positie van de stip aanwijst op het scherm. De taak begint met een testblok met één stip en kan oplopen tot een blok met negen stippen bij een goede uitvoering van de opdrachten. Het antwoord is goed als het kind de stippen in de goede volgorde en op de juiste plaats aangeeft. Voor kinderen in de leeftijd van 4,5 tot 11,5 jaar is de test-hertest betrouwbaarheid van deze taak .83, wat kan worden beoordeeld als goed (Alloway et al., 2006).

De *Odd one out* taak meet de visuele verwerking- en opslag vaardigheden van kinderen. Het kind krijgt tijdens de taak drie plaatjes op een rij te zien. Één van de plaatjes is anders en het kind moet aanwijzen welk plaatje afwijkt van de andere twee plaatjes. Na het zien van de rijtjes komt een rij van drie lege vakjes in beeld. Het kind moet aanwijzen in welk vakje het plaatje stond dat anders was. Het kind krijgt een punt voor het goed aanwijzen van het juiste plaatje en een punt voor het aanwijzen van het juiste vakje. De moeilijkheidsgraad van de taak neemt per blok toe, waarbij het aantal rijen elk blok met één rij toeneemt. Alloway en collega's (2006) geven aan dat de betrouwbaarheid van deze taak goed is.

De *Word recall* taak meet de capaciteit van kinderen om verbale informatie op te slaan en te reproduceren. Tijdens de taak moet het kind de woorden die hij/zij hoort nazeggen. De taak begint met een reeks van één woord en loopt op tot een reeks van vijf woorden. Het antwoord is goed als het kind het woord correct en in de juiste volgorde nazegt. Voor kinderen in de leeftijd van 4,5 tot 11,5 jaar is de test-hertest betrouwbaarheid van deze taak .76, wat kan worden beoordeeld als goed (Alloway et al., 2006).

De *Word recall backwards* taak tenslotte meet de verbale verwerking- en opslag vaardigheden van kinderen. Tijdens de taak moet het kind woorden in omgekeerde volgorde nazeggen. De taak begint met een reeks van twee woorden en loopt op tot een reeks van zeven woorden. Het antwoord is goed als het kind het woord correct en in de juiste volgorde nazegt. Alloway en collega's (2006) geven aan dat de test-hertest betrouwbaarheid van deze taak .64 is, voor kinderen in de leeftijd van 4,5 tot 11,5 jaar, wat kan worden beoordeeld als voldoende.

Voor alle werkgeheugentaken geldt dat als het kind vier goede antwoorden geeft, hij/zij doorgaat naar het volgende blok en bij drie foute antwoorden in een blok, wordt de taak vanzelf gestopt.

Trainingen. De werkgeheugentraining die voor dit onderzoek is uitgevoerd is adaptief. Uit onderzoek van Holmes, Gathercole en Dunning (2009), blijkt dat adaptieve werkgeheugentraining zorgt voor een aanzienlijke en aanhoudende toename van het werkgeheugen, waarbij leeftijdsgepaste niveaus bereikt worden door de meerderheid van kinderen. Er waren twee soorten trainingen, een verbale en een ruimtelijke training. De leerlingen kregen of de ene training, of de andere training. Elke training bestond uit taak één en taak twee. De validiteit van de training zal gemeten worden binnen dit onderzoek. De ruimtelijke training bestond uit taak één en taak twee. Taak één doet een beroep op de capaciteit om ruimtelijke informatie op te slaan. Er verschijnt een afbeelding in een matrix van vier bij vier. De locatie van deze afbeelding moet worden onthouden, om vervolgens in een lege matrix te worden gemarkeerd. Taak twee doet een beroep op de ruimtelijke verwerking- en opslagvaardigheden van kinderen. Kinderen zien een afbeelding verschijnen in een matrix van vier bij vier. De laatste positie van een afbeelding in een bepaalde kleur moet worden onthouden en deze locatie moet vervolgens worden gemarkeerd in een lege matrix.

Ook de verbale training bestond uit een taak één en taak twee. Taak één doet een beroep op de capaciteit om verbale informatie op te slaan. Kinderen horen een reeks woorden oplopend van één tot zes woorden. De reeks moet worden gereproduceerd, door corresponderende afbeeldingen aan te klikken. Taak twee doet een beroep op de verbale verwerking- en opslagvaardigheden van kinderen. Kinderen horen een reeks met woorden en moeten het laatste woord uit een bepaalde categorie reproduceren, door middel van het aanklikken van de corresponderende afbeelding. Zo moet het kind in het eerste niveau bijvoorbeeld het laatste woord uit de categorie 'dieren' onthouden en wordt er als het kind een niveau omhoog gaat steeds een andere categorie toegevoegd, waardoor de moeilijkheidsgraad toeneemt.

Taak één van de verbale training bestaat uit vijf verschillende niveaus en taak twee uit vier verschillende niveaus. Taak één en twee van de ruimtelijke training bestaan beiden uit zes niveaus. In elk niveau krijgt het kind zes trials aangeboden. Elk kind maakt alle zes de trials. Bij vier of meer punten gaat het kind naar het volgende niveau. Bij minder punten gaat het kind terug naar het vorige niveau. Na zeven minuten gespeeld te hebben, wordt de taak automatisch afgebroken.

Procedure

Uit iedere groep twee werden de vier tot hooguit zes leerlingen gekozen, die het zwakst zijn in voorbereidend rekenen. Over het algemeen volgden alle kinderen uit een klas

dezelfde training en in sommige gevallen volgden twee leerlingen de verbale trainingen en twee leerlingen de ruimtelijke trainingen.

Er is gestart met het afnemen van de voormeting, deze was voor alle leerlingen gelijk. De testafname was verspreid over twee dagen. De eerste dag werden de UGT-R versie A deel 1, UGT-R A schatten, de *Dotmatrix* en *Odd one out* afgenomen. De tweede dag werden de UGT-R A deel 2, *Word recall* en *Word recall backwards* afgenomen. Na de voormeting zijn de werkgeheugentrainingen gestart. Deze trainingen, zowel verbaal als ruimtelijk, werden twee keer in de week gegeven. Op één dag werden zowel taak één als taak twee afgenomen. Een taak duurde precies zeven minuten. In het totaal was het kind per sessie ongeveer 20 minuten bezig. In totaal zijn er twaalf sessies geweest. Na de trainingen volgde de nameting, waarbij dezelfde procedure werd gevolgd als bij de voormeting en waarbij haast alle taken hetzelfde waren, afgezien van de UGT-R taken. Dit waren nu de taken van UGT-R versie B.

Zowel de voor- en nameting als de trainingen werden individueel gemaakt door de participanten, op een computer. De participanten werden door de testleider één voor één uit de klas meegenomen en naar een aparte ruimte gebracht, om daar in rust de voor- en nameting en trainingen uit te kunnen voeren. Aan het einde van iedere meting of training kregen de participanten een sticker die ze zelf mochten uitzoeken. Dit werd gedaan om de leerlingen gemotiveerd te houden.

De instructie die werd gegeven tijdens de voor- en nameting lag vast. De testleider kon de vragen en instructie van de computer voorlezen. Tijdens de trainingen werd de instructie gegeven door het computerprogramma zelf.

Resultaten

Beschrijvende statistieken

Aan het gehele onderzoek hebben in totaal 93 participanten deelgenomen. Deze participanten waren toegewezen aan twee verschillende onderzoeksgroepen, namelijk: ruimtelijke training en verbale training. Van de 93 participanten volgden 46 participanten de ruimtelijke trainingen en 47 de verbale training. De beschrijvende statistieken van alle participanten zijn weergegeven in Tabel 1. In deze tabel is te zien dat zowel de jongens als de meisjes gemiddeld een betere score halen op de nameting dan op de voormeting. In Figuur 1, 2, 3 en 4 is het verschil tussen jongens en meisjes op de verschillende testen overzichtelijk weergegeven.

Tabel 1

Beschrijvende Statistieken van de Word recall test, de Word recall backwards test, de Odd one out test en de Dotmatrix test op de voor- en nameting van jongens en meisjes in groep 2 van de basisschool.

	Gemiddelde (standaardafwijking)	
	Jongens	Meisjes
Voormeting <i>Word recall</i>	11.76 (1.64)	12.50 (1.92)
Nameting <i>Word Recall</i>	12.52 (1.78)	13.55 (2.50)
Voormeting <i>Word recall backwards</i>	3.16 (1.97)	3.59 (1.56)
Nameting <i>Word recall backwards</i>	3.96 (1.21)	4.55 (1.34)
Voormeting <i>Odd one out</i>	7.11 (3.39)	7.37 (2.22)
Nameting <i>Odd one out</i>	9.41 (2.61)	9.00 (3.07)
Voormeting <i>Dotmatrix</i>	9.07 (2.63)	7.79 (2.18)
Nameting <i>Dotmatrix</i>	9.44 (3.55)	9.42 (2.82)

Statistische toets

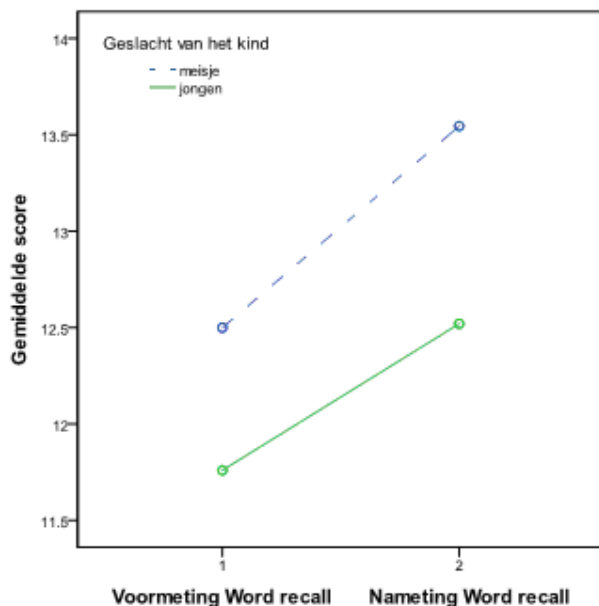
De vraag die in dit onderzoek centraal stond was: Is er een verschil tussen jongens en meisjes in groep twee van de basisschool, wat betreft de verbetering van de rekenvaardigheid na training van het werkgeheugen? Om antwoord te kunnen geven op deze onderzoeksvraag, was deze opgedeeld in vier deelvragen. Om de deelvragen te toetsen, was er gebruik gemaakt van een ANOVA voor herhaalde metingen. Er is voor deze analyse techniek gekozen, omdat er in dit effectonderzoek twee metingen zijn uitgevoerd, zowel een voormeting als een nameting. Door middel van deze statistische toets kon het effect van de trainingen worden nagegaan.

Voordat aan de analyses begonnen kon worden, moest er aan verschillende voorwaarden worden voldaan. Aan de meeste assumpties werd voldaan. De enige assumptie die geschonden werd, was de voorwaarde van een aselechte steekproef. Dit bracht echter geen beperkingen met zich mee tijdens het uitvoeren van de statistische toets. Het generaliseren daarentegen was hierdoor beperkt mogelijk.

Analyse

Als eerst werd er verwacht dat de verbale werkgeheugentraining een verschillend effect zou hebben op de verbale span, gemeten door middel van de *Word recall* van jongens en meisjes in groep twee van de basisschool (Tabel 1). Figuur 1 laat zien dat er een mogelijk interactie-effect is tussen gender en de score op *Word recall* test. Daarnaast scoren de participanten op de nameting duidelijk hoger dan op de voormeting, wat op

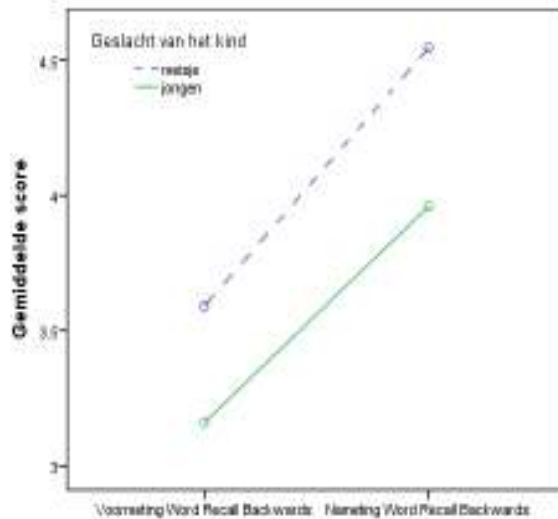
een hoofdeffect van tijd kan duiden. Ook is er duidelijk verschil te zien tussen de scores van jongens en meisjes, wat een hoofdeffect van gender kan betekenen. Uit de statistische toets zal blijken of deze effecten significant zijn.



Figuur 1. Gemiddelde scores voor jongens ($n = 25$) en meisjes ($n = 22$) op de *Word recall* tijdens de voor- en nameting.

Nadat de herhaalde metingen ANOVA was uitgevoerd bleek dat de verbale werkgeheugentraining geen verschillend effect had op de verbale span van jongens en meisjes in groep 2 van de basisschool, $F(1, 45) = 0.31, p = .58$ (Tabel 2). Daarnaast was er nog gekeken naar het hoofdeffect van tijd en het hoofdeffect van gender. Uit de herhaalde metingen ANOVA bleek dat er een significant hoofdeffect van tijd was, $F(1, 45) = 12.48, p = .001$ (Tabel 3). Er was echter geen significant hoofdeffect van gender, $F(1, 45) = 2.92, p = .09$ (Tabel 4). Dit hield in dat de resultaten niet overeenkomen met de hypothese.

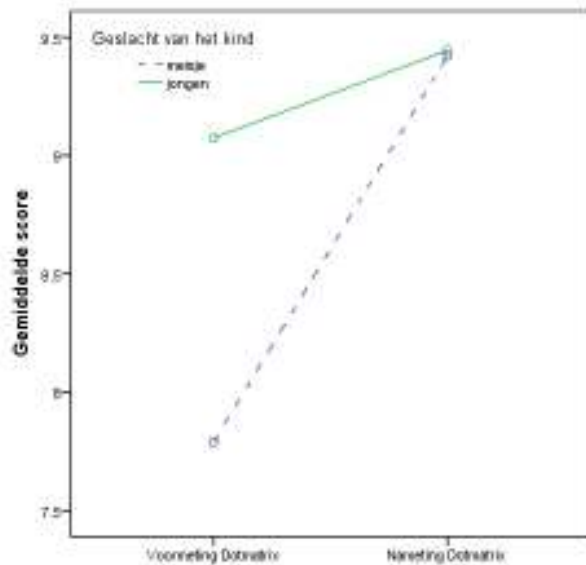
De tweede deelvraag was, of de verbale werkgeheugentraining een verschillend effect zou hebben op de verbale updating van jongens en meisjes in groep twee van de basisschool. Door gebrek aan literatuur was hier geen verwachting opgesteld. In figuur 2 is te zien dat er een mogelijk interactie-effect is tussen gender en de score *Word recall backwards* toets. Verder scoren de participanten duidelijk hoger op de nameting dan op de voormeting, dit kan duiden op een hoofdeffect van tijd. Daarnaast is er een verschil tussen de score van jongens en van meisjes, wat een hoofdeffect van gender kan inhouden. Een statistische toets zal uitwijzen of deze effecten significant zijn.



Figuur 2. Gemiddelde scores voor jongens (n = 25) en meisjes (n = 22) op de *Word recall backwards* tijdens de voor- en nameting.

Uit de herhaalde metingen ANOVA bleek echter dat de verbale werkgeheugentraining geen verschillend effect had op de verbale updating van jongens en meisjes in groep twee van de basisschool, $F(1, 45) = 0.13, p = .72$ (Tabel 2). Daarnaast was er gekeken naar het hoofdeffect van tijd en gender. Het hoofdeffect van tijd bleek significant, $F(1, 45) = 12.48, p < .001$ (Tabel 3). Het hoofdeffect van gender daarentegen bleek niet significant, $F(1, 45) = 1.62, p = .09$ (Tabel 4). Uit de resultaten blijkt dus dat de verbale werkgeheugentraining geen verschillend effect heeft op de verbale updating van jongens en meisjes in groep 2.

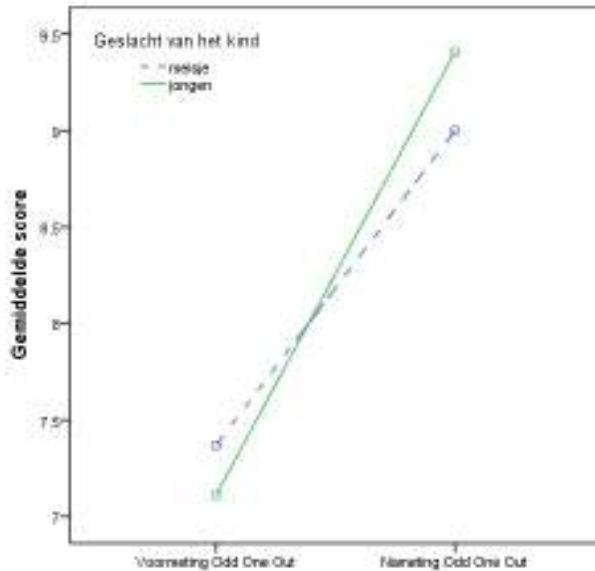
De derde deelvraag was of ruimtelijke werkgeheugentraining een verschillend effect heeft op de ruimtelijke span van jongens en meisjes in groep twee van de basisschool. Hier werd verwacht dat de training een positiever effect bereikt bij jongens. Figuur 3 laat duidelijk zijn dat er sprake kan zijn van een interactie-effect tussen gender en de score op de *Dotmatrix* toets. Ook laat deze figuur, figuur 3, zien dat er weinig verschil is tussen jongens en meisjes, wat betekent dat de kans op een hoofdeffect van gender gering is. Wel scoren de participanten beduidend beter op de nameting dan op de voormeting, wat kan inhouden dat er sprake is van een hoofdeffect van tijd. Door middel van een statistische toets zal worden nagegaan of de effecten significant zijn.



Figuur 3. Gemiddelde scores voor jongens (n = 27) en meisjes (n = 19) op de *Dotmatrix* tijdens de voor- en nameting.

Uit de herhaalde metingen ANOVA bleek dat de ruimtelijke werkgeheugentraining geen verschillend effect had op de ruimtelijke span van jongens en meisjes in groep twee van de basisschool, $F(1, 44) = 1.81, p=.19$ (Tabel 2). Ook hier was gekeken naar het hoofdeffect van tijd en het hoofdeffect van gender. Hieruit bleek dat er een significant hoofdeffect van tijd was, $F(1, 44) = 4.57, p=.04$ (Tabel 3). Het hoofdeffect van gender was niet significant, $F(1, 44) = 0.81, p=.37$ (Tabel 4). Dit houdt in dat ook de hypothese van de derde deelvraag niet overeenkwam met de resultaten van de herhaalde metingen ANOVA.

De verwachting van de laatste deelvraag was dat er een verschillend effect van ruimtelijke werkgeheugentraining op de ruimtelijke updating van jongens en meisjes in groep twee van de basisschool zou zijn, in het voordeel van de jongens. Figuur 4 laat duidelijk zien dat er een mogelijk sprake is van een interactie-effect tussen gender en de score op de *Odd one out*. Daarnaast is er een zichtbare verbetering wat betreft de score op de voormeting en de score op de nameting, wat een hoofdeffect van tijd kan betekenen. Ook is er een noembaar verschil tussen jongens en meisjes, wat kan duiden op een hoofdeffect van gender. Een statistische toets zal uitwijzen of deze effecten significant zijn.



Figuur 4. Gemiddelde scores voor jongens (n = 27) en meisjes (n = 19) op de *Odd one out* tijdens de voor- en nameting.

Uit de statistische toets bleek dat de ruimtelijke werkgeheugentraining ook geen verschillend effect had op de ruimtelijke updating van jongens en meisjes in groep twee van de basisschool, $F(1, 44) = 0.49, p = .49$ (Tabel 2). Er bleek wel sprake te zijn van een hoofdeffect van tijd, $F(1, 44) = 17.02, p < .001$ (Tabel 3). Er was echter geen significant hoofdeffect van gender, $F(1, 44) = 0.01, p = .92$ (Tabel 4)

Tabel 2

Interactie effect getoetst met herhaalde metingen ANOVA; De verbale span, de verbale updating, ruimtelijke span en de ruimtelijke updating op de voor- en nameting van jongens en meisjes in groep 2 van de basisschool.

	F	Hypothese df	Error df	Significantie
Wilks' Lamda (Verbale span)	.31	1	45	.58
Wilks' Lamda (Verbale updating)	.13	1	45	.72
Wilks' Lamda (Ruimtelijke span)	1.81	1	44	.19
Wilks' Lamda (Ruimtelijke updating)	.49	1	44	.49

Tabel 3

Hoofdeffect van tijd getoets met herhaalde metingen ANOVA; De verbale span, de verbale updating, ruimtelijke span en de ruimtelijke updating op de voor- en nameting.

	F	Hypothese df	Error df	Significantie
Wilks' Lamda (Verbale span)	12.48	1	45	.001
Wilks' Lamda (Verbale updating)	16.38	1	45	.00
Wilks' Lamda (Ruimtelijke span)	4.57	1	44	.04
Wilks' Lamda (Ruimtelijke updating)	17.02	1	44	.00

Tabel 4

Hoofdeffect van gender getoets met herhaalde metingen ANOVA; De verbale span, de verbale updating, ruimtelijke span en de ruimtelijke updating van jongens en meisjes uit groep 2 van de basisschool.

	F	Hypothese df	Error df	Significantie
<i>Sum of Squares</i> (Verbale span)	2.92	1	45	.09
<i>Sum of Squares</i> (Verbale updating)	1.62	1	45	.21
<i>Sum of Squares</i> (Ruimtelijke span)	.81	1	44	.37
<i>Sum of Squares</i> (Ruimtelijke updating)	.01	1	44	.92

Conclusie en discussie

Aan de hand van dit onderzoek is getracht een antwoord te vinden op de vraag of er een verschil tussen jongens en meisjes in groep twee van de basisschool is, wat betreft verbetering van de rekenvaardigheid na het trainen van het werkgeheugen.

Uit onderzoek komt naar voren dat het trainen van het werkgeheugen effectief kan zijn voor het verbeteren van de rekenvaardigheid van kinderen (Dahlin et al., 2009; Holmes, Gathercole & Dunning, 2009). Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat dit inderdaad het geval is. Zowel de jongens als de meisjes behaalden gemiddeld een betere score op de nameting dan op de voormeting bij de taken: *Word recall*, *Word recall backwards*, *Odd one out* en *Dotmatrix*.

Om antwoord te kunnen geven op de probleemstelling waren er een aantal onderzoeksvragen opgesteld. Zo is er in dit onderzoek gekeken of de verbale werkgeheugentraining een verschillend effect had op de verbale span van jongens en meisjes in groep twee van de basisschool. Hierbij werd verwacht dat er inderdaad sprake zou zijn van een verschillend effect na het volgen van de training, omdat uit het onderzoek van Kramer en collega's blijkt, dat bij jongere mannen en vrouwen een verschil is in het verbale werkgeheugen (Kramer et al., 2003). Meisjes lijken beter te

scoren op de verbale span taak dan jongens en er lijkt ook sprake van een positiever effect voor meisjes dan voor jongens na het volgen van de training, dit wordt echter niet ondersteund door significante resultaten. De resultaten laten zien dat er een significant hoofdeffect van tijd was, maar dat er geen sprake was van een significant hoofdeffect van gender. Tot slot is er geen sprake van een interactie-effect, wat betekent dat de verbale werkgeheugentraining geen verschillend effect had op de verbale span van jongens en meisjes in groep 2 van de basisschool. De opgestelde hypothese kan hierdoor niet worden aangenomen.

Er is ook onderzocht of er sprake was van een verschillend effect op de verbale updating van jongens en meisjes in groep twee van de basisschool, na het volgen van een verbale werkgeheugentraining. Hierbij was er geen gerichte verwachting opgesteld. Resultaten op de voor- en nameting lijken er op te wijzen dat meisjes bij beide metingen hoger scoren dan jongens, op de verbale updating taak. Aan deze resultaten kan geen conclusie worden verbonden. Aangezien resultaten aangaven dat de verbale werkgeheugentraining geen verschillend effect had op de verbale updating van jongens en meisjes in groep 2 van de basisschool, kan er dus niet kan worden gesproken van een interactie-effect. Daarnaast was ook het hoofdeffect van gender niet significant. Er bleek echter wel sprake te zijn van een significant hoofdeffect van tijd.

Een andere onderzoeksvraag die voor dit onderzoek is opgesteld is of het volgen van een ruimtelijke werkgeheugentraining een verschillend effect op de ruimtelijke span van jongens en meisjes in groep twee van de basisschool zou opleveren. Verwacht werd dat de training een positiever effect zou hebben op jongens (Levine et al., 1999; Vuontela et al., 2003), maar dat het leerrendement van jongens lager zal zijn in verhouding tot het leerrendement van meisjes (Baenninger & Newcombe 1996; Starkey et al., 2004; Torbeyns et al., 2002). De resultaten van het onderzoek sluiten hier niet op aan. Zo blijkt dat de ruimtelijke werkgeheugentraining geen verschillend effect had op de ruimtelijke span van jongens en meisjes in groep 2 van de basisschool. Ook bleek er geen sprake te zijn van een significant hoofdeffect van gender. Een significant hoofdeffect van tijd is wel gevonden en dit houdt in dat de score op de nameting in dit geval hoger ligt dan de score op de voormeting. Aan de hand van deze resultaten moet worden geconcludeerd, dat ook deze hypothese niet kan worden aangenomen.

Tot slot is in dit onderzoek gekeken of ruimtelijke werkgeheugentraining een verschillend effect op de ruimtelijke updating van jongens en meisjes in groep twee van de basisschool zou hebben. De verwachting was hierbij dat de training een positiever effect zou hebben op jongens. Het blijkt dat meisjes een hogere score hebben dan jongens op de voormeting, maar een lagere score dan jongens op de nameting. Er is echter geen sprake van significante verschillen, aangezien uit de statistische toets blijkt dat de ruimtelijke werkgeheugentraining geen verschillend effect had op de ruimtelijke

updating van jongens en meisjes in groep 2 van de basisschool. Er was tevens ook geen significant hoofdeffect van gender. Een hoofdeffect van tijd is wel gevonden.

Over het algemeen kan op basis van de resultaten van het onderzoek worden gesteld dat, hoewel er geen sprake is van significante verschillen tussen jongens en meisjes uit groep twee van de basisschool op de verschillende werkgeheugentaken, er wel verschillen te zien zijn. Dat de verschillen niet significant zijn kan komen doordat het onderzoek een aantal tekortkomingen had. Bij vervolgonderzoek zou hier rekening mee gehouden moeten worden, om betere resultaten te kunnen behalen. De onderzoeksgroep was namelijk relatief klein, wat de mogelijkheid tot generalisatie van de resultaten beperkt. Verschillen tussen leerlingen kunnen ontstaan zijn doordat er bij dit onderzoek geen achtergrondgegevens zijn meegenomen van de leerlingen, zoals hun Sociaal Economische Status, intelligentie en aanwezigheid van stoornissen of andere beperkende factoren. Bij volgend onderzoek zouden deze achtergrondgegevens wel meegenomen moeten worden bij het selecteren van de leerlingen en is het van belang dat er kinderen worden geselecteerd die alleen rekenproblemen hebben. De leerlingen zijn geselecteerd op basis van resultaten op de Cito ordenen en/of op de UGT-R en bij afwezigheid van deze resultaten volstond het oordeel van de groepsleerkracht ten aanzien van de vaardigheden van leerlingen voor de selectie. Voor een volgend onderzoek zouden alle participanten dezelfde toets moeten hebben afgelegd en hierop ongeveer dezelfde score hebben behaald, zodat niveauverschillen kunnen worden beperkt. De trainingen zijn gegeven door verschillende studenten, waardoor verschillen in trainingsduur en instructie hebben kunnen ontstaan. In volgend onderzoek is het van belang dat de interventies door dezelfde instructeur worden gegeven aan kinderen van één school, zodat invloeden door verschillende onderwijsvormen of instructeurs kunnen worden weggenomen. De werkgeheugentraining was een pilot, waardoor er tijdens de trainingsperiode fouten optraden en sessie werden afgebroken zonder de resultaten van de leerling op te slaan. Tevens was er soms sprake van onduidelijkheid over instructies, de inhoud en de duur van de sessies. De werkgeheugentraining is tweewekelijks gegeven gedurende een periode van zes weken, wat kan worden aangemerkt als een relatief kort tijdsbestek. Door volgend onderzoek te doen, kan worden onderzocht of een langdurige training effectiever is dan een kortstondige training en wat de lange termijn effecten zijn van training van het werkgeheugen.

Het is positief dat er bij alle onderzoeksvragen een hoofdeffect is gevonden van tijd, dit duidt erop dat het volgen van een werkgeheugentraining een positieve uitwerking heeft op de rekenvaardigheid van kinderen in groep twee van de basisschool. Daarnaast is het de bedoeling van de training dat de zwakste kinderen op het gebied van rekenen, de interventie volgen. De extra aandacht op dit gebied kan ervoor zorgen dat de kinderen meer gemotiveerd raken om te rekenen en dat hun zelfvertrouwen toeneemt.

Referenties

- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuospatial short term and working memory in children: Are they separable? *University of Bristol Child Development, 77*, 1698–1716.
- Anglin, L. P., Pirson, M., & Langer, E. (2008). Mindful learning: A moderator of gender differences in mathematics performance. *Journal of Adult Development, 15*, 132–139.
- 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.
- Baarda, D. B., de Goede, M. P. M., & van Dijkum, C. J. (2007). *Basisboek statistiek met SPSS*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences, 4*, 417–423.
- Baenninger, M., & Newcombe, N. (1996). Environmental input to the development of sex related differences in spatial and mathematical ability. *Learning and Individual Differences, 7*, 363–379.
- Bonnot, V., & Croizet, J.C. (2007). Stereotype internalization and women's math performance: The role of interference in working memory. *Journal of Experimental Social Psychology, 43*, 857-866.
- Brunner, M., Krauss, S., & Kunter, M. (2008). Gender differences in mathematics: Does the story need to be rewritten? *Intelligence, 36*, 403–421.
- Bull, R., Johnston, R. S., & Roy, J. A. (1999). Exploring the roles of the visual-spatial sketchpad and central executive in children's arithmetical skills: Views from cognition and developmental neuropsychology. *Developmental Neuropsychology, 15*, 421–442.
- Carr, M., & Davis, H. (2001). Gender differences in arithmetic strategy use: A function of skill and preference. *Contemporary Educational Psychology, 26*, 330-347.
- Carr, M., Steiner, H. H., Kyser, B., & Biddlecomb, B. (2008). A comparison of predictors of early emerging gender differences in mathematics competency. *Learning and Individual Differences, 18*, 61–75.
- Casey, B., Nuttall, R. L., & Pezaris, E. (1997). Mediators of gender differences in mathematics college entrance test scores: A comparison of spatial skills with internalized beliefs and anxieties. *Developmental Psychology, 33*, 669–680.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2008). Experimental evaluation of the effects of a research-based preschool mathematics curriculum. *American Educational Research Journal, 45*, 443–494.

- Dahlin, E., Bäckman, L., Neely, A. S., & Nyberg. (2009) Training of the executive component of working memory: Subcortical areas mediate transfer effects. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 27, 405-419.
- Duff, S. C., & Logie, R. H. (2001). Processing and storage in working memory span. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 54, 31-48.
- Else-Quest, N. M., Hyde, J. S., & Linn, M. C. (2010). Cross-national patterns of gender differences in mathematics: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136, 103-127.
- Holmes, J., Gathercole, S.E., & Dunning, D.L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*, 12, 9-15.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 105, 6829-6833.
- Kaufmann, S. B. (2007). Sex differences in mental rotation and spatial visualization ability: Can they be accounted for by differences in working memory capacity. *Intelligence*, 35, 211-223.
- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., Gillberg, C. G., et al. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD: A randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44, 177-186.
- Kramer, J. H., Jaffe, K., Lengenfelder, J., & Delis, D. C. (2003). Age and gender interactions on verbal memory performance. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 9, 97-102.
- 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.
- LeFevre, J., DeStefano, D., Coleman, B., & Shanahan, T. (2005). Mathematical cognition and working memory. In J.I.D. Campbell (Ed.), *The handbook of mathematical cognition* (pp. 361-378). New York: Psychology Press.
- Levine, S. C., Huttenlocher, J., Taylor, A., & Langrock, A. (1999). Early sex differences in spatial skill. *Developmental Psychology*, 35, 940-949.
- Loring-Meier, S., & Halpern, D. F. (1999). Sex differences in visuospatial working memory: Components of cognitive processing. *Psychonomic Bulletin & Review*, 6, 464-471.
- van Luit, J. E. H., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). *Utrechtse Getalbegrip Toets Revised*. Doetinchem: Graviant.

- Lynn, R., & Irwing, P. (2004). Sex differences on the progressive matrices: A meta-analysis. *Intelligence, 32*, 481–498.
- Mazzocco, M. M., & Kover, S. T. (2007). A longitudinal assessment of executive function skills and their association with math performance. *Child Neuropsychology, 13*, 18–45.
- Passolunghi, M.C., & Pazzaglia, F. (2004). Individual differences in memory updating in relation to arithmetic problem solving. *Learning and Individual Differences, 14*, 219–230.
- Penner, A. M., & Paret, M. (2008). Gender differences in mathematics achievement: Exploring the early grades and the extremes. *Social Science Research, 37*, 239–253.
- Raghubar, K. P., Barnes, M. A., & Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences, 20*, 110–122.
- Repovš, G., & Baddeley, A. (2006). The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience, 139*, 5–21.
- Ricken, G., & Fritz, A. (2006). Working memory functions in children with different arithmetical performance at kindergarten. *Psychologie in Erziehung und Unterricht, 53*, 263–274.
- van der Rijt, B. A. M., & van Luit, J. E. H. (1998). Effectiveness of the additional early mathematics program for teaching children early mathematics. *Instructional Science, 26*, 337–358.
- Robert, M., & Savoie, N. (2006). Are there gender differences in verbal and visuospatial working-memory resources. *European Journal of Cognitive Psychology, 18*, 378–397.
- Robinson, N. M., Abbott, R. D., Berninger, V. W., & Busse, J. (1996). The structure of abilities in math-precocious young children: Gender similarities and differences. *Journal of Educational Psychology, 88*, 341–352.
- Ruijsenaars, A. J. J. M., van Luit, J. E. H., & van Lieshout, E. C. D. M. (2006). *Rekenproblemen en dyscalculie*. Rotterdam: Lemniscaat.
- Siegler, R., & Svetina, M. (2002). A microgenetic/cross-sectional study of matrix completion: Comparing short-term and long-term change. *Child Development, 73*, 793–809.
- van der Sluis, S., de Jong, P. F., & van der Leij, A. (2007). Executive functioning in children, and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence, 35*, 427–449.
- 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 tot second grade. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 186–201.
- Starkey, P., Klein, A., & Wakeley, A. (2004). Enhancing young children's mathematical knowledge through a pre-kindergarten mathematics intervention. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 99–120.
- St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 745–759.
- Torbeyns, J., van den Noortgate, W., Ghesquie, P., Verschaffel, L., van der Rijt, B. A.M., & van Luit, J. E. H. (2002). 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.
- Vuontela, V., Steenari, M., Carlson, S., Koivisto, J., Fjällberg, M., & Aronen, E. (2003). Audiospatial and visuospatial working memory in 6-13 year old school children. *Learning and Memory*, 10, 74–81.