

De Relatie Tussen Werkgeheugen, Inhibitie en Rekenvaardigheid bij Kinderen met Aandachtsproblemen

Masterthesis
201500201

Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen
Masterprogramma Orthopedagogiek
Universiteit Utrecht
2015 - 2016

Amanda (A.A.B.) van Putten – 3913260
Docent: E. H. Kroesbergen
Tweede beoordelaar: J. van de Beek
Datum: 08-06-2016

Abstract

Primary school children, especially children with attention problems, are regularly diagnosed with mathematics learning disabilities. There is some evidence to suggest that the abilities to monitor and manipulate information in mind (working memory), and the ability to suppress distracting information and unwanted responses (inhibition) play a key role in the development of mathematics proficiency. A better understanding of the relation between working memory, inhibition and mathematical skills could lead to early risk detection (e.g. through working memory tests). The objective of the current study was to examine the relations between verbal and visual working memory, inhibition and memorization of math facts respectively mathematical problem solving by children with attention problems. A group of 48 children between the ages 9 and 12 from groups 6 to 8 participated in this study. Children performed some test and parents and teacher completed questionnaires. To analyze the data a mediation model was tested. Multiple regression analyses were used to examine the relation between working memory (visual and verbal), inhibition and mathematical skills (automatic and insight) and the mediation effects, controlled for intelligence. Results indicated that visual working memory and intelligence were positively related to automatic mathematical skills and mathematical insight. No significant mediators were found. These results partly fit into previous research findings. Possible explanations are discussed. More research is needed on this topic.

Keywords: Working memory, inhibition, mathematical skills, intelligence, attention problems

Samenvatting

Bij schoolgaande kinderen, vooral kinderen met aandachtsproblemen, worden geregeld rekenproblemen geconstateerd. Er zijn aanwijzingen dat de vaardigheid om informatie te controleren en manipuleren (werkgeheugen) en het vermogen om irrelevante informatie te onderdrukken (inhibitie) een belangrijke rol spelen bij de ontwikkeling van rekenvaardigheid. Meer kennis over de relatie tussen werkgeheugen, inhibitie en rekenvaardigheid bij kinderen met aandachtsproblemen zou kunnen leiden tot het vroegtijdig signaleren van rekenproblemen (bijvoorbeeld door een werkgeheugen test). In het huidige onderzoek zijn de relaties tussen verbaal- en visueel werkgeheugen, inhibitie en geautomatiseerde- en inzichtelijke rekenvaardigheid bij kinderen met aandachtsproblemen onderzocht. Er hebben 48 kinderen tussen de negen en twaalf jaar uit groep 6 tot en met 8 aan het onderzoek deelgenomen. Bij de kinderen zijn verschillende testjes afgenomen en leerkrachten en ouders hebben vragenlijsten ingevuld. De data is geanalyseerd door middel van het toetsen van een mediatiemodel. Er zijn multiële regressies gebruikt om de relaties tussen werkgeheugen (visueel en verbaal), inhibitie en rekenvaardigheid (geautomatiseerde en inzichtelijke) en mediatie-effecten te toetsen. Hierbij is gecontroleerd voor intelligentie. De onderzoeksresultaten wijzen uit dat visueel werkgeheugen en intelligentie positief gerelateerd zijn aan geautomatiseerde rekenvaardigheid en inzichtelijke rekenvaardigheid. Er zijn in het huidige onderzoek geen mediators gevonden. De resultaten komen over het algemeen niet overeen met eerder onderzoek. Mogelijke verklaringen hiervoor zijn besproken. Verder onderzoek is nodig om de gevonden resultaten te ondersteunen.

Keywords: Werkgeheugen, rekenvaardigheid, inhibitie, intelligentie, aandachtsproblemen

Voorwoord

De Masterthesis ‘De Relatie tussen Werkgeheugen, Inhibitie en Rekenvaardigheid bij Kinderen met Aandachtsproblemen’ die voor u ligt is het afsluitend onderzoek voor de Master Orthopedagogiek aan de Universiteit van Utrecht. Het afgelopen jaar is intensief aan dit onderzoek gewerkt. Het schrijven van de thesis leek in eerste instantie geen problemen op te leveren, aangezien ik gemotiveerd was om de thesis tijdig in te leveren. Echter, de periode waarin de data is verzameld duurde van december tot en met mei. Dit proces kostte veel tijd en energie, waardoor relatief laat met het analyseren van de data kon worden gestart. Vooral bij de dataverzameling heb ik nauw samengewerkt met mijn medestudenten Laura van de Pol en Moniek Engbers. Alle drie zijn wij zeer gedreven studenten, waardoor wij elkaar hebben ondersteund bij de dataverzameling, data analyse en het schrijven van de masterthesis. Al met al is het onderzoeksproces voorspoedig verlopen en ben ik tevreden met het eindresultaat.

Gezien mijn interesse in het onderwijs, hersenontwikkeling en aandachtsproblemen bij kinderen heb ik het schrijven van deze masterthesis als leerzaam en interessant beschouwd. Dit was niet mogelijk geweest zonder de scholen die bereid waren aan het onderzoek deel te nemen. In het bijzonder wil ik de kinderen, intern begeleiders, leerkrachten en ouders bedanken voor hun inzet. Ook wil ik mijn begeleider Evelyn Kroesbergen bedanken. Dankzij haar begeleiding en feedback heb ik meer kennis verkregen over het schrijven en doen van wetenschappelijk onderzoek. Tot slot wil ik Michel Newman bedanken, door zijn intensieve ondersteuning bij de dataverzameling is dit proces goed verlopen.

Amanda van Putten

8 juni 2016, Utrecht

De Relatie Tussen Werkgeheugen, Inhibitie en Rekenvaardigheid bij Kinderen met Aandachtsproblemen

In bijna elke schoolklas zit wel een leerling met rekenproblemen. Dit probleem komt naar schatting bij vijf tot tien procent van de schoolgaande kinderen voor (Rivera, 1997). Uit eerder onderzoek blijkt dat rekenvaardigheid samenhangt met werkgeheugen en inhibitie (Bull & Scerif, 2001; St. Clair-Thompson & Cathercole, 2007). Daarnaast blijkt Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) één van de meest voorkomende gedragsproblemen bij schoolgaande kinderen te zijn (APA, 2000). Er zijn aanwijzingen dat aandachtsproblemen en rekenproblemen gerelateerd zijn (Merrell & Tymms, 2001), maar hoe deze relatie precies is en wat de rol van werkgeheugen en inhibitie is, is nog onvoldoende onderzocht.

Het werkgeheugen is een cognitieve functie die informatie opslaat, bewerkt en andere cognitieve functies ondersteunt (Passer et al., 2009). Het werkgeheugen kan volgens het model van Baddeley en Hitch (1974) opgesplitst worden in vier componenten, namelijk de fonologische lus, het visueel ruimtelijk schetsblok, het centraal executief systeem en de episodische buffer (Baddeley, 2000). De fonologische lus slaat fonologische informatie op, zoals klanken. Het visueel ruimtelijk schetsblok slaat de visueel-ruimtelijke informatie op en speelt een rol bij het maken en manipuleren van mentale beelden. Het centraal executief systeem controleert, coördineert en manipuleert de informatie die in de fonologische lus en het visueel ruimtelijk schetsblok is opgeslagen. De episodische buffer, die pas later aan het model is toegevoegd, heeft als functie om informatie tijdelijk op te slaan (Grey, 2001).

De bovengenoemde werkgeheugencomponenten zijn gerelateerd aan rekenvaardigheden (Friso-Van den Bos, Van der Ven, Kroesbergen, & van Luit, 2013). Rekenvaardigheid is het begrijpen van het getallenstelsel, daarmee rekenkundige bewerkingen snel uit kunnen voeren en numerieke antwoorden interpreteren (Aunio, Ee, & Wong, 2006). De ontwikkeling van rekenvaardigheid begint rond het tweede levensjaar, wanneer kinderen bewuste ervaringen met getallen en hoeveelheden opdoen (Stock, Desoete, & Roeyers, 2009). Bij jongere kinderen is er sprake van voorbereidende rekenvaardigheid, ook wel getalbegrip genoemd. Deze kinderen kunnen enigszins tellen, weten dat getallen meerdere betekenissen kunnen hebben en op verschillende wijzen gebruikt kunnen worden. Vanaf groep 3 leren de kinderen de basisvaardigheden, zoals optellen en aftrekken. De gevorderde rekenvaardigheid begint vanaf groep 5. Daarna ontwikkelt rekenvaardigheid verder en leren kinderen te delen en te vermenigvuldigen (Butterworth, 2005).

Gedurende de ontwikkeling van rekenvaardigheid neemt ook de werkgeheugencapaciteit toe (Geary, Hoard, Byrd-Craven, & DeSoto, 2004). Werkgeheugen is

van belang bij de ontwikkeling van geautomatiseerde- en inzichtelijke rekenvaardigheid (Grey, 2001; Holmes, Gathercole, & Dunning, 2009), aangezien het werkgeheugen informatie beschikbaar houdt voor verdere bewerking (Grey, 2001). Kinderen met rekenproblemen hebben vaak een tekort in het werkgeheugen (Geary et al., 2004; Rivera, 1997) en dit tekort kan volgens Rivera (1997) leiden tot moeilijkheden met betrekking tot het verwerven en onthouden van rekenkennis. In verschillende onderzoeken komt de relatie tussen werkgeheugen en rekenvaardigheid naar voren (Berg, 2008; Bull & Scerif, 2001; Friso-Van den Bos et al., 2013; Reuhkala, 2001). Zo bleken zowel het verbale als het visuele werkgeheugen een belangrijke bijdrage te leveren aan inzichtelijke rekenvaardigheid bij kinderen tussen de acht en twaalf jaar (Berg, 2008; Reuhkala, 2001). Het visuele werkgeheugen blijkt meer van belang te zijn bij geautomatiseerde rekenvaardigheid (D'Amico, & Guarnera, 2005). Ook het onderzoek van Friso-Van den Bos en collega's (2013), die een meta-analyse hebben gedaan op studies met kinderen tussen de vier en twaalf jaar, ondersteunden het gegeven dat werkgeheugen positief gerelateerd is aan rekenvaardigheid. Zij toonden aan dat het verbale werkgeheugen sterker aan rekenvaardigheid is gecorreleerd dan het visuele werkgeheugen. Er kan gesuggereerd worden dat een beter functionerend werkgeheugen leidt tot betere rekenprestaties (Bull & Scerif, 2001; Friso-Van den Bos et al., 2013).

Naast werkgeheugen maakt inhibitie onderdeel uit van de executieve functies (Miyake et al., 2000). Inhibitie is het vermogen om bewust een inadequate respons of gedachte te stoppen en afleidingen te negeren (Mareschal, Butterworth, & Tolmie, 2013). Uit onderzoek, die de relaties tussen werkgeheugen, inhibitie en rekenvaardigheid bij kinderen van negen jaar met rekenproblemen hebben onderzocht, is gebleken dat beperkingen in het werkgeheugen bij kinderen met rekenproblemen gerelateerd is aan inhibitie. Wellicht wordt de relatie tussen werkgeheugen en rekenproblemen dus gemedieerd door inhibitie (Passolunghi & Siegel, 2001).

Een mediatieverband impliceert zowel een relatie tussen werkgeheugen en inhibitie als tussen inhibitie en rekenvaardigheid. Enkele onderzoeken ondersteunen het verband tussen werkgeheugen en inhibitie (Elliott, 2003; Funahashi, 2001; Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, & Howerter, 2000). Beide functies zijn van belang bij het maken van snelle beslissingen en het oplossen van problemen. Relevante informatie dient in het geheugen te worden vastgehouden en daarna te worden gemanipuleerd, waarbij het werkgeheugen een belangrijke rol vervult. Hierbij dient irrelevante informatie te worden genegeerd, waarbij aanspraak wordt gemaakt op inhibitie (Funahashi, 2001). Verder blijkt dat bepaalde taken, die

inhibitie behoren te meten, vaak een beroep doen op het werkgeheugen en omgekeerd. Dit impliceert een verband tussen inhibitie en werkgeheugen (Miyake et al., 2000; Van der Sluis, de Jong, & Van der Leij, 2004).

De relatie tussen inhibitie en rekenvaardigheid is reeds in verschillende onderzoeken aangetoond (Bull & Scerif, 2001; St. Clair-Thompson & Gathercole, 2007). Zo bleek inhibitie sterk gerelateerd te zijn aan voorbereidende rekenvaardigheid (Bull & Scerif, 2001). Ander onderzoek ondersteunt dit gegeven en toonde aan dat een bovengemiddeld inhibitievermogen leidde tot een voorsprong op rekengebied bij kinderen van 4,5 jaar (Bull, Epsy, & Wiebe, 2008). Ook bleek gevorderde rekenvaardigheid gecorreleerd te zijn aan inhibitie (St. Clair-Thompson & Gathercole, 2007). Verder suggereerden Rotzer en collega's (2009) dat kinderen met rekenproblemen tekorten in het inhibitievermogen hebben. Inhibitie kan de ontwikkeling van rekenvaardigheid ondersteunen door ongepaste strategieën te onderdrukken. Echter, resultaten uit ander onderzoek wees uit dat er een zwakke relatie bestaat tussen inhibitie en rekenvaardigheid, waarmee wordt gesuggereerd dat inhibitie irrelevant is voor rekenprestaties (Friso-van den Bos et al., 2013).

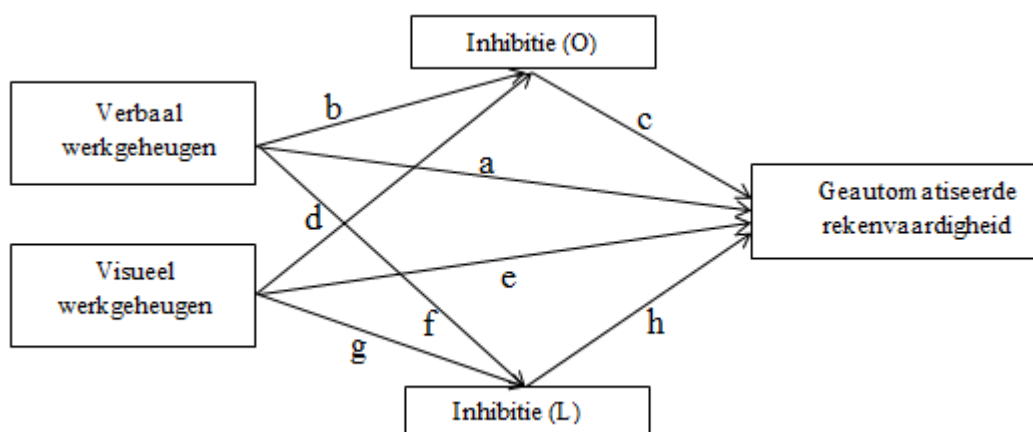
Problemen met rekenvaardigheid komen vaak voor bij schoolgaande kinderen, vooral bij kinderen met aandachtsproblemen. Meerdere onderzoeken hebben het verband tussen werkgeheugen, inhibitie, rekenvaardigheid en aandachtsproblemen aangetoond. Brocki en Bohlin (2006) hebben onderzoek gedaan naar de relatie tussen executieve functies, waaronder werkgeheugen en inhibitie, en aandachtsproblemen. Aan dit onderzoek namen 92 kinderen deel in de leeftijd van zes tot dertien jaar, waarbij werd aangetoond dat werkgeheugen gerelateerd is aan aandachtsproblemen bij kinderen tussen de 10 jaar en 13 jaar. Met betrekking tot inhibitie is echter gebleken dat vooral jongere kinderen met aandachtsproblemen een gering inhibitievermogen hebben (Brocki & Bohlin, 2006). Ook Friedman en collega's (2007) hebben de relatie tussen executieve functies en aandachtsproblemen onderzocht bij 866 kinderen tussen de zeven en veertien jaar. Bij alle leeftijden bleken minder aandachtsproblemen een beter inhibitievermogen en werkgeheugencapaciteiten te voorspellen.

Wanneer wordt gekeken naar aandachtsproblemen en rekenprestaties bleek uit een longitudinale studie, waaraan 4184 kinderen met alle subtypen van ADHD hebben deelgenomen, dat voornamelijk kinderen met aandachtsproblemen slechtere rekenprestaties hadden (Merrell & Tymms, 2001). Longitudinaal onderzoek door Breslau en collega's (2009) heeft een soortgelijk resultaat aangetoond. Bij 693 kinderen tussen de zes en zeventien jaar is aangetoond dat aandachtsproblemen op jonge leeftijd kunnen leiden tot rekenproblemen op

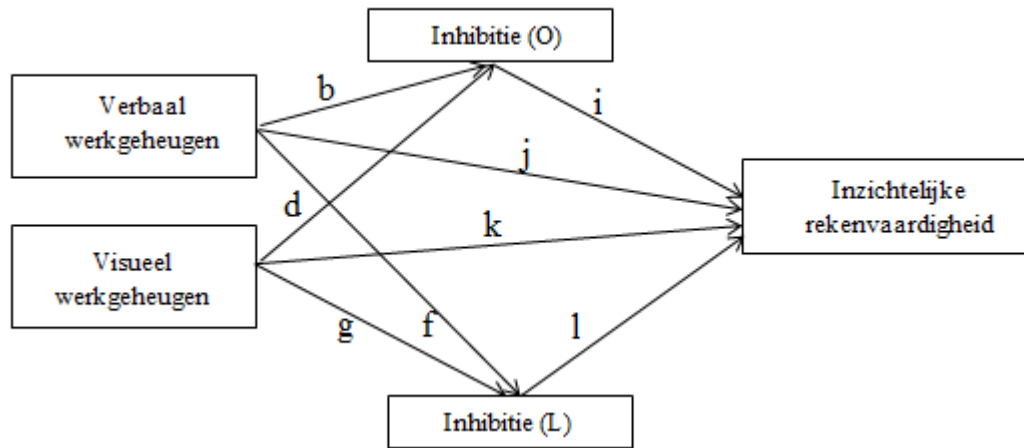
latere leeftijd. Een verklaring die werd gegeven is dat aandachtsproblemen een negatieve invloed kunnen hebben op de ontwikkeling van hogere cognitieve vaardigheden op latere leeftijd, zoals rekenvaardigheid (Breslau et al., 2009).

In het huidige onderzoek wordt de relatie tussen werkgeheugen en rekenvaardigheid bij kinderen met aandachtsproblemen onderzocht en of deze relatie mogelijk gemedieerd wordt door inhibitie. Werkgeheugen wordt opgesplitst in verbaal- en visueel werkgeheugen en rekenvaardigheid in geautomatiseerde- en inzichtelijke rekenvaardigheid. Het is voor deze specifieke doelgroep van belang dat gericht onderzoek wordt gedaan naar het identificeren van de voorspellers van rekenproblemen. Zo kunnen kinderen met aandachtsproblemen, die een risico lopen om rekenproblemen te ontwikkelen, mogelijk eerder worden geïdentificeerd middels een werkgeheugentest (Alloway, 2007), omdat werkgeheugen een oorzaak van rekenproblemen zou kunnen zijn (Geary et al., 2004). Tevens doet een werkgeheugentest vaak een beroep op het inhibitievermogen (Miyake et al., 2000) en inhibitieproblemen komen vaak bij kinderen met aandachtsproblemen voor (Friedman et al., 2007). Er wordt in dit onderzoek gekeken naar kinderen met aandachtsproblemen tussen de negen en twaalf jaar, in groepen 6 tot en met 8, omdat rekenproblemen voornamelijk voorkomen binnen het basisonderwijs.

Op basis van voorgaand onderzoek kunnen een aantal vragen en hypothesen worden opgesteld. De centrale onderzoeksvraag in dit onderzoek is: *‘Wat is de relatie tussen werkgeheugen en rekenvaardigheid bij kinderen met aandachtsproblemen?’* Er wordt verwacht dat werkgeheugen positief gerelateerd is aan rekenvaardigheid. De deelvraag betreft: *‘Wordt de relatie tussen rekenvaardigheid en werkgeheugen gemedieerd door inhibitie?’* Er wordt verwacht dat inhibitie, gemeten door ouders en leerkracht, de relatie tussen werkgeheugen en rekenvaardigheid medieert. Deze verbanden zijn in Figuur 1 en Figuur 2 weergegeven.



Figuur 1. De verwachte verbanden tussen verbaal werkgeheugen, visueel werkgeheugen, inhibitie (gemeten door ouders en leerkracht) en geautomatiseerde rekenvaardigheid.



Figuur 2. De verwachte verbanden tussen verbaal werkgeheugen, visueel werkgeheugen, inhibitie (gemeten door ouders en leerkracht) en inzichtelijke rekenvaardigheid.

Methodie

Steekproef

Aan het huidige onderzoek hebben 48 kinderen uit groep 6 tot en met 8 van het reguliere basisonderwijs deelgenomen. Zij hebben een CITO-score van D of E voor Rekenen en tenminste een gemiddelde score op de CITO Begrijpend Lezen, om alternatieve verklaringen uit te sluiten. Alle kinderen uit deze steekproef vertonen aandachtsproblemen, maar geen andere bekende stoornissen. De 48 kinderen die hebben meegedaan, zijn afkomstig van 14 verschillende Nederlandse basisscholen. De participanten zijn geworven via een selecte gemakssteekproef. De steekproef bestaat uit 19 jongens(39,6%) en 29 meisjes(60,4%) en variëren in leeftijd van 9 tot en met 12 jaar ($M_{leeftijd} = 10.79$, $SD = 1.04$).

Meetinstrumenten

Werkgeheugen. Het visueel werkgeheugen is gemeten aan de hand van het Leeuwenspel (Lion Game; Van de Weijer-Bergsma, Kroesbergen, Prast, & Van Luit, 2014). Visueel werkgeheugen wordt gedefinieerd als het controleren en manipuleren van mentale beelden (Grey, 2001). Het leeuwenspel is een gecomputeriseerde visuo-spatiele werkgeheugentaak. De kinderen krijgen acht leeuwen in verschillende kleuren, gepresenteerd in een 4x4 matrix te zien. Vervolgens moeten zij de laatste locatie van een bepaalde kleur leeuw onthouden. Er zijn in totaal vijf levels in oplopende moeilijkheidsgraad, waarbij steeds meer kleuren leeuwen onthouden moeten worden. In eerder onderzoek is het Leeuwenspel als

valide en betrouwbaar beoordeeld (Cronbach's alpha .86; Van de Weijer-Bergsma et al., 2014).

Het verbaal werkgeheugen is gemeten aan de hand van het Apenspel (Monkey Game; Van de Weijer-Bergsma, Kroesbergen, Jolani, & Van Luit, 2015). Het verbaal werkgeheugen slaat de op spraak gebaseerde informatie op (Grey, 2001). Het Apenspel is een verbale 'word recall backwards' computertaak. De kinderen krijgen een aantal woorden te horen, moeten deze onthouden en vervolgens in omgekeerde volgorde op het scherm aantikken (gepresenteerd in een 3x3 matrix). Er zijn in totaal vijf levels in oplopende moeilijkheidsgraad, waarbij de kinderen per level meer woorden onthouden. Het apenspel is als valide en betrouwbaar beoordeeld (Cronbach's alpha .89; Van de Weijer et al., 2015).

Rekenvaardigheid. De rekenvaardigheid is gemeten door middel van een selectie van contextopgaven van CITO Rekenen-Wiskunde (Janssen, Verhelst, Engelen, & Scheltens, 2010) en Tempo Toets Rekenen (TTR; De Vos, 1992). Met de opdrachten van CITO Rekenen-Wiskunde wordt het inzichtelijk rekenniveau vastgesteld en vergeleken met het landelijke rekenniveau (Janssen et al., 2010). Het inzichtelijk rekenen wordt gedefinieerd als het vinden van een numerieke bewerking uit de context en deze op te lossen (Hickendorff & Janssen, 2009). De oorspronkelijke versie van de test is door de COTAN als betrouwbaar en valide beoordeeld. Met de TTR kan de mate van automatisering van eenvoudige rekenkundige bewerkingen beneden de 100 worden onderzocht. Geautomatiseerde rekenvaardigheid wordt gedefinieerd als het beheersen van vlotte en accurate rekenvaardigheden (De Vos, 1992). De bewerkingen bestaan uit optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen. De vier verschillende bewerkingen staan in een aparte kolom van 40 sommen gepresenteerd, gevolgd door een vijfde kolom waarin de bewerkingen door elkaar staan. De score op de TTR wordt berekend aan de hand van een combinatie van het aantal gemaakte sommen en het aantal fouten (De Vos, 1992). Het instrument is door de COTAN als onbetrouwbaar en niet valide beoordeeld. De Cronbach's alpha van het huidige onderzoek is .82.

Inhibitie. Inhibitie is gemeten middels de Nederlandse versie van de Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF; Smidts & Huizinga, 2009). Inhibitie wordt in de BRIEF gedefinieerd als de mate waarin een kind zijn impulsen kan onderdrukken (Smidts & Huizinga, 2009). De vragenlijst is zowel door ouders als door de leerkracht ingevuld. De BRIEF bestaat uit 75 gedragsbeschrijvingen en verdeeld over acht subschalen, waaronder inhibitie. De ouder of leraar geeft op een 3-puntsschaal aan in hoeverre de beschrijving van toepassing is op het kind (1 = 'nooit', 2 = 'soms' of 3 = 'vaak'. Hoe hoger de score op de

schaal inhibitie, hoe meer er sprake kan zijn van inhibitieproblemen Een voorbeeld van een item is 'Reageert overdreven op kleine problemen'. De BRIEF is door de COTAN als betrouwbaar en valide beoordeeld (Cronbach's alpha ligt tussen de .80 en .98) (Gioia, Isquith, Guy & Kenworthy, 2000). De Cronbach's alpha van het huidige onderzoek is .83. Om te bepalen of inhibitievermogen gemeten door ouders en door leerkracht samengevoegd kunnen worden tot één maat is een correlatie uitgevoerd. De correlatie is positief en blijkt gematigd te zijn, $r(39) = .409^{**}$, $p = .008$. Daarom is ervoor gekozen om deze twee variabelen apart te analyseren. Inhibitie gemeten door ouders wordt in het vervolg aangegeven met inhibitie(O) en inhibitie gemeten door leerkracht met inhibitie(L).

Intelligentie. In het huidige onderzoek wordt gecorrigeerd voor intelligentie, omdat intelligentie een belangrijke bijdrage levert aan de kennis van getalsysteem bij kinderen (Spinath, Spinath, Harlaar, & Plomin, 2006). Tevens blijkt intelligentie een belangrijke voorspeller te zijn voor de mate waarin informatie door het werkgeheugen wordt opgenomen (Belacchi, Carretti, & Cornoldi, 2010). Intelligentie is gemeten aan de hand van de subtest Ontbrekende Figuren van het Cognitive Assessment System (CAS; [Naglieri & Das, 1997](#)). De score op de subtest Ontbrekende Figuren geeft het beeld weer van simultane verwerking. Dit is een mentaal proces waarbij het kind verschillende stimuli tot een geheel dient te integreren. Ontbrekende Figuren bestaat uit geometrische vormen in een logische relatie, waarbij er één stukje ontbreekt. Het kind dient uit zes antwoorden het juiste antwoord te kiezen (Kroesbergen, Van Luit, Van der Ben, Leuven, & Vermeer, 2000). De CAS is als betrouwbaar en valide beoordeeld (Cronbach's alpha tussen de .95 en .97). De subtest Ontbrekende Figuren is betrouwbaar (Cronbach's alpha .93) (Das & Naglieri, 1997).

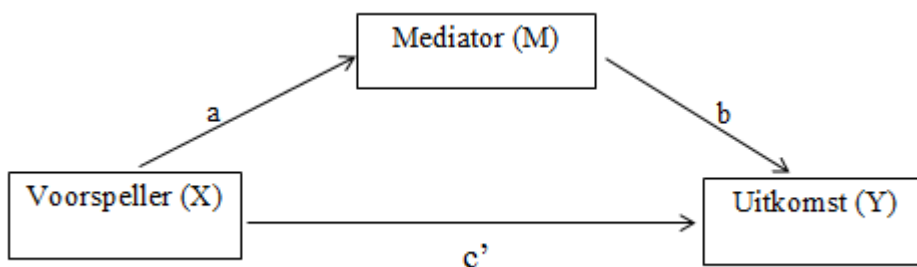
Procedure

Het huidige onderzoek maakt deel uit van een groter onderzoek waarbij andere condities en metingen zijn verricht. De verworven participanten zijn aselekt verdeeld over een experimentele groep, die zowel een werkgeheugentraining als een rekenvaardigheidstraining volgt en een controle groep, deze groep volgt alleen een rekenvaardigheidstraining. Dit ligt buiten het bereik van deze thesis. De dataverzameling bestaat uit een voor-, tussen- en nameting. Het huidige onderzoek richt zich op de voormeting. Bij de voormeting worden de volgende taken afgenomen: Leeuwenspel (*Lion Game*), Apenspel (*Monkey Game*), CAS, TTR en Cito Rekenen. Dit gebeurt in groepsverband en in een computerlokaal. Hierbij worden het Leeuwenspel en het Apenspel zelfstandig op de computer gemaakt. Verder vullen de ouders en mentor de vragenlijsten AVL en de BRIEF in.

Analyseplan

Allereerst zijn er multiële regressieanalyses gebruikt om de relatie tussen werkgeheugen (verbaal en visueel) en rekenvaardigheid (geautomatiseerd en inzichtelijk) te onderzoeken, waarbij gecontroleerd wordt voor intelligentie. Bij de eerste analyse is geautomatiseerde rekenvaardigheid de afhankelijke variabele en bij de tweede analyse inzichtelijke rekenvaardigheid. Hierbij zijn verbaal- en visueel werkgeheugen, beide inhibitietaken en intelligentie als voorspellers in beide multiële regressieanalyses opgenomen. De variabelen zijn normaal verdeeld en er zijn geen uitschieters.

De regressieanalyses en Sobel test zijn gebruikt voor het toetsen van de mediatieverbanden. Hierbij zijn de indirecte effecten, ook wel mediatie effecten genoemd, berekend door $a \cdot b$. Het directe effect van de onafhankelijke variabele (X) op de mediator (M) staat voor 'a'. Het directe effect van de mediator (M) op de onafhankelijke variabele (Y) staat voor 'b'. De 'b' waarden zijn berekend middels de bovengenoemde twee multiële regressieanalyses, voor de 'a' waarden is een aparte multiële regressie uitgevoerd. Voordat het mediatie-effect is berekend, dient aan een aantal voorwaarden te zijn voldaan. Er moet sprake zijn van een significante relatie tussen X en Y, en tussen X en M. Verder moet de mediator een significante voorspeller zijn voor Y, wanneer er gecontroleerd is voor X. Tot slot dient de relatie tussen X en Y te reduceren, wanneer M in de regressie is opgenomen. Wanneer er niet aan één of meerdere van deze volwaarden is voldaan, is er geen mediator aanwezig (zie Figuur 3).



Figuur 3. Algemeen mediatie model. Indirect effect = $a \cdot b$ (Sobel, 1982).

Betreft ontbrekende gegevens blijkt uit het databestand dat voor inhibitie (O) $N = 6$ (12.5%) en voor intelligentie $N = 1$ (2.1%) aan data mist.

Resultaten

In Tabel 1 is een overzicht gegeven van de gemiddelde scores van de steekproef op de verschillende variabelen uit het model. Verder blijkt uit een serie correlatieanalyses (zie Tabel 2) dat verbaal- en visueel werkgeheugen, inhibitietaken en beide rekenvaardigheidstoetsen

onderling samenhangen. Daarnaast is zowel verbaal als visueel werkgeheugen gerelateerd aan beide typen rekenvaardigheid. Intelligentie blijkt samen te hangen met verbaal werkgeheugen en beide typen rekenvaardigheid. Tot slot, Inhibitie(L) blijkt gerelateerd te zijn aan geautomatiseerde rekenvaardigheid en negatief te correleren met verbaal- en visueel werkgeheugen. Hoe hoger de score op inhibitie(L), deze score betekent een lager inhibitievermogen, hoe lager het verbaal- en visueel werkgeheugen.

Tabel 1

Beschrijvende Statistieken.

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>CI</i>
Visueel werkgeheugen	.72	.14	[.26, .94]
Verbaal werkgeheugen	.56	.12	[.21, .78]
Inhibitie			
Ouders	14.71	4.26	[10, 27]
Leerkracht	14.63	5.72	[10, 30]
Geautomatiseerde rekenvaardigheid	82.67	25.13	[24, 147]
Inzichtelijke rekenvaardigheid	6.27	2.20	[1, 10]
Intelligentie	19.47	3.09	[14, 26]

Noot. CI = confidence interval. Totaal $N = 48$.

Tabel 2

Correlaties.

	Visueel werk.	Verbaal werk.	Inhibitie (O)	Inhibitie (L)	Intelligentie	Inzichtelijke Reken.
Verbaal	.341*	-	-	-	-	-
Werkgeheugen						
Inhibitie(O)	-.010	-.181	-	-	-	-
Inhibitie(L)	-.310*	-.297*	.409**	-	-	-
Intelligentie	-.006	.290*	.114	-.247	-	-
Inzichtelijke rekenvaardigheid	.522**	.462**	.024	-.098	.445**	-
Geautomatiseerde Rekenvaardigheid	.489**	.446**	-.052	-.315*	.498**	.609**

Noot. $N = 48$. * $p < .05$, ** $p < .01$.

Ten eerste is getoetst of verbaal- en visueel werkgeheugen, inhibitie en intelligentie tezamen rekenvaardigheid (geautomatiseerd en inzichtelijk) kunnen verklaren. Omdat inhibitie(O) niet gecorreleerd blijkt te zijn aan geautomatiseerde rekenvaardigheid, is inhibitie(O) niet in de multiële regressie gericht op geautomatiseerde rekenvaardigheid opgenomen. Ook blijken inhibitie(O) en inhibitie(L) niet gecorreleerd te zijn aan inzichtelijke rekenvaardigheid, deze variabelen zijn dus bij de multiële regressie gericht op inzichtelijke rekenvaardigheid buiten beschouwing gelaten.

Uit de eerste analyse blijkt dat 45,8% (R^2) van de variantie in geautomatiseerde rekenvaardigheid wordt verklaard door alle onafhankelijke variabelen, dit is een medium effect, $F(4, 42) = 8.863$, $p < .001$. Visueel werkgeheugen en intelligentie hebben beide een significant effect op geautomatiseerde rekenvaardigheid (zie ook Tabel 3). Echter, inhibitie(L) en verbaal werkgeheugen hebben geen significant effect op geautomatiseerde rekenvaardigheid. Intelligentie ($\beta = .498$) blijkt de meeste invloed in het model te hebben, gevolgd door visueel werkgeheugen ($\beta = .350$), dit zijn beide gematigde effecten. Dit betekent dat hoe hoger de intelligentie en hoe beter het visueel werkgeheugen, hoe beter de geautomatiseerde rekenvaardigheid bij kinderen met aandachtsproblemen.

De tweede analyse wijst uit dat 44,7% van de variantie in inzichtelijke rekenvaardigheid wordt verklaard door alle onafhankelijke variabelen, dit is een matig effect, $F(3, 43) = 11.577$, $p < .001$. Visueel werkgeheugen en intelligentie hebben een significant effect op inzichtelijke rekenvaardigheid (zie ook Tabel 4). Echter, verbaal werkgeheugen blijkt geen significant effect te hebben. Ook binnen dit model blijkt intelligentie ($\beta = .379$) de meeste invloed te hebben op inzichtelijke rekenvaardigheid, gevolgd door visueel werkgeheugen ($\beta = .374$). Dit betekent dat hoe hoger de intelligentie en hoe beter het visueel werkgeheugen, hoe beter de inzichtelijke rekenvaardigheid bij kinderen met aandachtsproblemen.

Tabel 3

Ongestandaardiseerde (B) en Gestandaardiseerde (β) Regressie Coëfficiënten, Standaardafwijkingen en Betrouwbaarheidsintervallen Voor de Variabelen die Geautomatiseerde Rekenvaardigheid Voorspellen.

Variabelen	Geautomatiseerde rekenvaardigheid				
	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>95%CI</i>	β	<i>p</i>
Verbaal werkgeheugen	41.428	25.662	[-10.361, 93.216]	.208	.114
Visueel werkgeheugen	65.813	23.226	[18.941, 112.685]	.350	.007
Inhibitie(L)	.048	.528	[-1.019, 1.114]	.011	.928
Intelligentie	3.416	.942	[1.515, 5.317]	.442	.001

Noot. CI = confidence interval. *N* = 46.

Tabel 4

Ongestandaardiseerde (B) en Gestandaardiseerde (β) Regressie Coëfficiënten, Standaardafwijkingen en Betrouwbaarheidsintervallen Voor de Variabelen die Inzichtelijke Rekenvaardigheid Voorspellen.

Variabelen	Inzichtelijke rekenvaardigheid				
	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>95%CI</i>	β	<i>p</i>
Verbaal werkgeheugen	4.031	2.201	[-.407, 8.469]	.233	.074
Visueel werkgeheugen	6.124	1.992	[2.107, 10.142]	.374	.004
Intelligentie	.255	.080	[-.093, .417]	.379	.003

Noot. CI = confidence interval. *N* = 40.

De lineaire verbanden, die nog niet in de multiële regressies zijn onderzocht, zijn weergegeven in Tabel 5. Gezien verbaal- en visueel werkgeheugen niet met inhibitie(O) correleren, zijn hiervoor geen regressies uitgevoerd.

Tabel 5

De Ongestandaardiseerde (B) en Gestandaardiseerde (β) Regressie Coëfficiënten, Standaardafwijkingen en Betrouwbaarheidsintervallen.

Relatie	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>95% CI</i>	β	<i>p</i>
Verbaal werkgeheugen \rightarrow inhibitie(L)	-14.257	6.770	[-27.884, -.630]	-.297	.041
Visueel werkgeheugen \rightarrow inhibitie(L)	-13.135	5.945	[-25.102, -1.168]	-.310	.032

Noot. CI = confidence interval. *N* = 47.

Betreft het eerste mediatiemodel werd verwacht dat de relatie tussen verbaal werkgeheugen respectievelijk visueel werkgeheugen en geautomatiseerde rekenvaardigheid gemedieerd zou worden door inhibitie(O) en inhibitie(L). Gezien verbaal werkgeheugen respectievelijk visueel werkgeheugen niet met inhibitie(O) correleren, zijn hiervoor geen regressies uitgevoerd. Aan voorwaarde 2 voor het aantonen van een mediatieverband wordt dus niet voldaan. Om deze reden kan inhibitie(O) geen mediator zijn tussen verbaal werkgeheugen respectievelijk visueel werkgeheugen en geautomatiseerde rekenvaardigheid. Verder blijkt verbaal werkgeheugen niet gerelateerd te zijn aan geautomatiseerde rekenvaardigheid ($p = .114$), hiermee wordt niet voldaan aan voorwaarde 1. Inhibitie(L) kan geen mediator zijn tussen verbaal werkgeheugen en geautomatiseerde rekenvaardigheid. Wel blijkt visueel werkgeheugen gerelateerd te zijn aan geautomatiseerde rekenvaardigheid en aan inhibitie(L). Echter, wanneer de relatie tussen inhibitie(L) en geautomatiseerde rekenvaardigheid wordt gecontroleerd voor visueel werkgeheugen blijkt inhibitie(L) geen significante voorspeller ($p = .184$) te zijn voor geautomatiseerde rekenvaardigheid. Aan voorwaarde 3 voor het aantonen van een mediatieverband wordt dus niet voldaan. Inhibitie(L) kan geen mediator zijn tussen visueel werkgeheugen en geautomatiseerde rekenvaardigheid. Om deze reden is voor dit mediatiemodel de Sobel test niet uitgevoerd.

Tevens werd bij het tweede mediatiemodel verwacht dat de relatie tussen beide componenten van het werkgeheugen en inzichtelijke rekenvaardigheid gemedieerd zou worden door beide inhibitietaken. Zoals hierboven is vermeld, correleren verbaal werkgeheugen en visueel werkgeheugen niet met inhibitie(O). Inhibitie(O) kan dus ook binnen dit mediatiemodel geen mediator zijn. Tevens blijkt uit de correlaties dat inhibitie(L) niet met inzichtelijke rekenvaardigheid correleert, daarom kan voorwaarde 3 niet worden aangetoond. Inhibitie(L) kan dus geen mediator zijn tussen verbaal werkgeheugen respectievelijk visueel werkgeheugen en inzichtelijke rekenvaardigheid. Om deze reden is ook voor dit mediatiemodel de Sobel test niet uitgevoerd.

Discussie

Het doel van het huidige onderzoek was het onderzoeken van de verbanden tussen verbaal- en visueel werkgeheugen, inhibitie(O) en inhibitie(L), geautomatiseerde- en inzichtelijke rekenvaardigheid. De steekproef bestaat uit kinderen tussen de negen en 12 jaar met aandachtsproblemen. De kinderen zijn verworven middels een selecte gemakssteekproef. De hypothesen zijn getoetst aan de hand van regressie analyses. Over het algemeen zijn de hypothesen verworpen, behalve hypothesen d, e, g en k uit het mediatiemodel. Visueel werkgeheugen bleek effect te hebben op beide typen rekenvaardigheid.

Allereerst werd gekeken welke factoren van invloed zijn op automatisering. De resultaten van het huidige onderzoek wijzen uit dat visueel werkgeheugen positief gerelateerd is aan geautomatiseerde rekenvaardigheid, gecontroleerd voor verbaal werkgeheugen, inhibitie(L) en intelligentie. Echter, dit geldt niet voor verbaal werkgeheugen. Dit resultaat komt overeen met eerder onderzoek. Een tekort in het visuele werkgeheugen kan namelijk leiden tot problemen met automatisering (D'Amico & Guarnera, 2005). Verder blijkt intelligentie gerelateerd te zijn aan geautomatiseerde rekenvaardigheid. Ook Spinath en collega's (2006) stellen dat intelligentie een belangrijke voorspeller is voor rekenvaardigheid, aangezien intelligentie van belang is voor de kennis over het getalsysteem. Tot slot, de resultaten van het huidige onderzoek wijzen uit dat inhibitie(L) niet gerelateerd is aan geautomatiseerde rekenvaardigheid. Dit is gedeeltelijk in overeenstemming met resultaten uit eerder onderzoek. In het onderzoek van Friso-van den Bos en collega's (2013) is namelijk een zwakke relatie tussen inhibitie en rekenvaardigheid gevonden. Wellicht is het verband niet gevonden door het meetinstrument waarmee inhibitie is gemeten, gezien bij de kinderen testen zijn afgenomen gericht op werkgeheugen en rekenvaardigheid, maar niet op het inhibitievermogen.

Vervolgens werd gekeken welke factoren van invloed zijn op inzichtelijke rekenvaardigheid. Net zoals bij automatisering blijkt het verbale werkgeheugen niet maar het visuele werkgeheugen wel gerelateerd te zijn aan inzichtelijke rekenvaardigheid, gecontroleerd voor intelligentie. Dit gegeven komt niet overeen met eerdere onderzoeken. Uit de onderzoeken van Friso-van den Bos en collega's (2013) en Reuhkala (2001) blijkt namelijk dat beide werkgeheugencomponenten gerelateerd zijn aan inzichtelijke rekenvaardigheid. Echter, in het huidige onderzoek is wel sprake van een positieve relatie tussen verbaal werkgeheugen en inzichtelijke rekenvaardigheid, maar niet een significante samenhang. De inconsistentie tussen huidig onderzoek en eerder onderzoek kan wellicht worden verklaard door leeftijd. Wanneer kinderen ouder worden, wordt bij inzichtelijke rekenvaardigheid namelijk meer beroep gedaan op het verbale werkgeheugen dan het visuele werkgeheugen (Geary et al., 2004; Van de Weijer-Bergsma et al., 2015). Wanneer er onderscheid wordt gemaakt in leeftijd, wordt het verband tussen verbaal geheugen en rekenvaardigheid wellicht wel gevonden. Tot slot, net zoals binnen het mediatiemodel gericht op automatisering blijkt intelligentie positief gerelateerd te zijn aan inzichtelijke rekenvaardigheid. Echter, werkgeheugen en intelligentie blijken gezamenlijk een groot deel van de variantie te verklaren, waardoor het mogelijk is dat de sterkte van de waarde van werkgeheugen wordt onderschat (Weijer-Bergsma et al., 2015). Door het toevoegen van

intelligentie in de analyse is wellicht de relatie tussen verbaal werkgeheugen en geautomatiseerde- respectievelijk inzichtelijke rekenvaardigheid niet gevonden.

Uit de resultaten van het huidig onderzoek blijkt dat beide inhibitietaken geen mediator zijn tussen beide werkgeheugencomponenten en beide type rekenvaardigheid. Dit komt niet overeen met de vooraf opgestelde hypothesen. Een verklaring die kan worden gegeven is dat er wellicht sprake is van een kleine power, hierdoor is de kans aanzienlijk kleiner dat een mediator wordt gevonden (Button et al., 2013). Verder blijkt dat alle executieve functies, waaronder werkgeheugen, een inhibitieproces bevatten. Het is mogelijk dat de mediator niet is gevonden, gezien de werkgeheugentesten wellicht een component van inhibitie bevatten (Van der Sluis et al., 2004).

Een kracht van het huidige onderzoek is dat verschillende variabelen zijn gebruikt die nog niet eerder binnen één model zijn onderzocht. Middels de resultaten van dit onderzoek is inzicht verkregen in de relatie tussen werkgeheugen (verbaal en visueel), inhibitie en rekenvaardigheid (geautomatiseerd en inzichtelijk) bij kinderen met aandachtsproblemen. Dit is van belang, gezien de prevalentie van kinderen met rekenproblemen. Zo kunnen kinderen met aandachtsproblemen, die vaak inhibitieproblemen hebben en een risico lopen op rekenproblemen, wellicht eerder worden ondervangen middels een visuele werkgeheugentest.

Naast deze sterke punten zijn er ook enkele beperkingen aan het huidige onderzoek. Allereerst is de steekproef klein en kan er sprake zijn van een powerprobleem. Bij een kleinere power is de kans kleiner dat bestaande verschillen worden gevonden (Allen & Bennett, 2010; Button et al., 2013). Daarom is het raadzaam dat toekomstig onderzoek een grotere steekproef omvat, zodat mogelijke significante relaties meer betrouwbaar kunnen worden waargenomen. Gezien de steekproef klein is, is het lastig de gevonden resultaten te generaliseren naar de algehele populatie. Hier kan wel een kanttekening bij worden geplaatst. De scholen, die aan het huidige onderzoek hebben deelgenomen, bevinden zich zowel in dorpen als in steden, zijn verspreid over Nederland, bieden verschillende soorten onderwijs aan en hebben verschillende culturele en religieuze achtergronden. Dit geeft dus wel een representatief beeld weer van basisscholen. Verder hebben alleen kinderen uit groep 6 t/m 8 deelgenomen aan dit onderzoek. Echter, de ontwikkeling van rekenvaardigheid begint al op jonge leeftijd (Stock et al., 2009). In eventueel vervolgonderzoek zou ook de onderbouw (groep 3 t/m 5) mee kunnen worden genomen. Hoe eerder de problemen namelijk worden geconstateerd, hoe sneller het ondervangen kan worden (Geary et al., 2004).

Door middel van dit onderzoek is inzicht verkregen in de relaties tussen verbaal- en visueel werkgeheugen, inhibitie(O) en inhibitie(L) en geautomatiseerde- respectievelijk

inzichtelijke rekenvaardigheid. Zo kunnen kinderen met aandachts- en rekenproblemen eerder ondervangen en ondersteund worden, aangezien visueel werkgeheugen gerelateerd blijkt te zijn aan inhibitie(L) en rekenvaardigheid. Verder onderzoek is nodig om deze resultaten te ondersteunen.

Literatuur

- Allen, P., & Bennett, K. (2010) Paired samples t-test. In *Pasw statistics by SPSS, a practical Guide (pp.73)*. Sydney: Cengage Learning.
- Alloway, T. P. (2007). *Automated Working Memory Assessment (AWMA)*. London, UK: Pearson Assessment
- American Psychiatric Association (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. 4th Edition, Text Revision*. Washington DC.
- Aunio, P., Ee, J., & Wong, K. Y. (2006). Numeracy of young children in singapore, beijing & helsinki. *Early Childhood Education Journal*, 33, 325-332.
doi:10.1007/s10643006-0088-9
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Science*, 4, 417-423. doi:10.1016/S1364-6613(00)01538-2
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G.H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation, Vol. 8* (47-89). New York: Academic Press.
- Belacchi, C., Carretti, B., & Cornoldi, C. (2010). The role of working memory and updating in Coloured Raven Matrices performance in typically developing children. *European Journal of Cognitive Psychology*, 22, 1010-1020. doi:10.1080/09541440903184617
- 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
- Brocki, K. C., & Bohlin, G. (2006). Developmental change in the relation between executive functions and symptoms of ADHD and co-occurring behaviour problems. *Infant and Child Development*, 15, 19-40. doi:10.1002/icd.413
- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive function as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19, 273-293. doi:10.1080/17470210500162854
- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 Years. *Developmental Neuropsychology*, 33, 205 - 228.
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.x
- Button, K. S., Ioannidis, J. P. A., Mokrysz, C., Nosek, B. A., Flint, J., Robinson, E. S. J., & Munafò, M. R. (2013). Power failure: why small sample size undermines the

- reliability of neuroscience. *Nature Reviews Neuroscience*, *14*, 365-376.
doi:10.1038/nrn3475
- Breslau J., Miller E., Breslau N., Bohnert K., Lucia V., & Schweitzer J. (2009). The impact of early behavior disturbances on academic achievement in high school. *Pediatrics*, *123*, 1472–1476. doi:10.1542/peds.2008-1406
- D'Amico, A., & Guarnera, M. (2005). Exploring working memory in children with low arithmetical achievement. *Learning and Individual Differences*, *15*, 189-202.
doi:10.1016/j.lindif.2005.01.002
- Das, J. P., & Naglieri, J. A. (1997). *Cognitive Assessment System: Interpretive handbook*. Illinois (IL): Riverside.
- De Vos, T. (1992). *Tempo Test Rekenen (TTR)*. Nijmegen: Berkhout
- Elliott, R. (2003). Executive functions and their disorders. Imaging in clinical neuroscience. *British Medical Bulletin*, *65*, 49-59. doi:10.1093/bmb/65.1.49
- Friedman, N. P., Haberstick, B. C., Willcutt, E. G., Miyake, A., Young, S. E., Corley, R. P., & Hewitt, J. K. (2007). Greater attention problems during childhood predict poorer executive functioning in late adolescence. *Psychological Science*, *18*, 893-900.
doi:10.1111/j.1467-9280.2007.01997.x
- 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
- Funahashi, S. (2001). Neuronal mechanisms of executive control by the prefrontal cortex. *Neuroscience Research*, *39*, 147-165. doi:10.1016/S0168-0102(00)00224-8
- Geary, D., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., & DeSoto, M. C. (2004). Strategy choices in simple and complex addition: Contributions of working memory and counting knowledge for children with mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, *88*, 121-151. doi:10.1016/j.jecp.2004.03.002
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C. & Kenworthy, L. (2000). TEST REVIEW. Behavior Rating Inventory of Executive Function. *Child Neuropsychology*, *6*, 235 – 238.
doi:10.1076/chin.6.3.235.3152
- Grey, P. (2001). *Psychology, fourth edition*. New York. Worth Publishers.
- Hickendorff, M., & Janssen, J. (2009). De invloed van contexten in rekenopgaven op de prestaties van basisschooleerlingen. *Panamapost*, *4*, 3-11. Verkregen van: <http://hdl.handle.net/1887/16362>, op 4 juni 2016.

- Holmes, J., Gathercole, S. E., & Dunning, D. L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*, 12, F9-F15. doi:10.1111/j.1467-7687.2009.00848.x
- 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.
- Kroesbergen, E. H., Van Luit, J. E. H., Van der Ben, E., Leuven, N., & Vermeer, A. (2000). Meten van intelligentie bij kinderen met ADHD. *Tijdschrift voor Orthopedagogiek, Kinderpsychiatrie en Klinische Kinderpsychologie*, 25, 168-179. Verkregen van: https://www.researchgate.net/publication/46602207_Meten_van_intelligentie_bij_kinderen_met_ADHD, op 2 november 2015.
- Mareschal, D., Butterworth, B., & Tolmie, A. (2013). *Educational Neuroscience*. John Wiley & Sons
- Merrell, C., & Tymms, P. B. (2001). Inattention, hyperactivity and impulsiveness: their impact on academic achievement and progress. *British Journal of Educational Psychology*, 71, 43-56. doi:10.1348/000709901158389
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., & Howerter, A. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex 'frontal lobe' tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49 – 100. doi:10.1006/cogp.1999.0734
- Naglieri, J. A., & Das, J. P. (1997). *Cognitive Assessment System*. Itasca, IL: Riverside Publishing.
- Passer, M., Smith, R., Holt, N., Bremner, A., Sutherland, E., & Vlieg, M. (2009). *Psychology: The science of mind and behaviour*. Berkshire: McGraw-Hill Higher Education
- Passolunghi, M. C., & Siegel, L. S. (2001). Short-term memory, working memory, and inhibitory control in children with difficulties in arithmetic problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology*, 80, 44-57. doi:10.1006/jecp.2000.2626
- Reuhkala, M. (2001). Mathematical Skills in ninth-graders: Relationship with visuospatial abilities and working memory. *Educational Psychology: An International Journal of Experimental Educational Psychology*, 21, 387-399. doi:10.1080/01443410120090786
- Rivera, D. P. (1997). Mathematics education and students with learning disabilities: Introduction to the special series. *Journal of Learning Disabilities*, 30, 2–19.

doi:10.1177/002221949703000101

- Rotzer, S., Loenneker, T., Kucian, K., Martin, E., Klaver, P., & Von Aster, M. (2009). Dysfunctional neural network of spatial working memory contributes to developmental dyscalculia. *Neuropsychologia*, *47*, 2859-2865.
doi:10.1016/j.neuropsychologia.2009.06.009
- Smidts, D. P., & Huizinga, M. (2009). *BRIEF: Vragenlijst executieve functies voor 5-tot 18 jarigen*. Amsterdam: Hogrefe Uitgevers
- Sobel, M. E. (1982). Asymptotic confidence intervals for indirect effects in structural equation models. In S. Leinhardt (Ed.), *Sociological Methodology*. (pp. 290-312). Washington DC: American Sociological Association.
- Spinath, B., Spinath, F. M., Harlaar, N., Plomin, P. (2006). Predicting school achievement from general cognitive ability, self-perceived ability & intrinsic value. *Intelligence*, *34*, 363- 374. doi:10.1016/j.intell.2005.11.004
- 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. doi:10.1080/17470210500162854
- Stock, P., Desoete, A., & Roeyers, H. (2009). Predicting arithmetic abilities: The role of preparatory markers and intelligence. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *27*, 237 – 251. doi:10.1177/0734282908330587
- Van der Sluis, S., de Jong, P. F., & van der Leij, A. (2004). Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic and reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, *87*, 239-266. doi:
- Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., Jolani, S., & Van Luit, J. E. (2015). The Monkey game: A computerized verbal working memory task for self-reliant administration in primary school children. *Behavior Research Methods*, 1-16.
doi:10.3758/s13428-015-0607-y
- Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., Prast, E. J., & Van Luit, J. E. (2014). Validity and reliability of an online visual-spatial working memory task for self-reliant administration in school-aged children. *Behavior Research Methods*, 1-12.
doi:10.3758/s13428-014-0469-8