

Running head: WERKGEHEUGEN EN REKENVAARDIGHEID



**Universiteit Utrecht**

**Rol van Werkgeheugen bij het Trainen van Rekenvaardigheid**

Masterthesis (201500201)  
Universiteit Utrecht  
Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen  
Masterprogramma Orthopedagogiek

Moniek M. Engbers (5626536)  
Naam begeleider: Evelyn Kroesbergen  
Naam 2de beoordelaar: Jan van de Beek  
Datum: 17-06-2016

### **Voorwoord**

Voor u ligt mijn masterthesis ‘Rol van werkgeheugen bij het trainen van rekenvaardigheid’, waarbij is gekeken of werkgeheugen een rol speelt bij de vooruitgang van rekenvaardigheid na een rekenvaardigheidstraining. Deze masterthesis is geschreven in het kader van de master Orthopedagogiek aan Universiteit Utrecht en maakte deel uit van een overkoepelend onderzoeksproject genaamd ‘Werkgeheugentraining bij kinderen met ADHD en rekenproblemen’. Dit betreft een samenwerking tussen Lucertis ‘Specialist in kinder- en jeugdpsychiatrie’ in Rotterdam en Universiteit Utrecht.

Vanwege mijn vooropleiding PABO hoopte ik een onderzoek in de leerlingenzorg te mogen doen, waarbij ik ook daadwerkelijk contact met kinderen zou hebben. Erg blij was ik daarom toen ik hoorde aan dit onderzoek deel te mogen nemen. Meerdere mensen wil ik bedanken die mij hebben geholpen bij de totstandkoming van mijn masterthesis. Allereerst wil ik Evelyn Kroesbergen bedanken voor haar begeleiding en opbouwende kritiek. In de tweede plaats wil ik alle scholen, leerkrachten, leerlingen en ouders bedanken voor hun enthousiasme en betrokkenheid. Tot besluit wil ik Michel Nelwan van Lucertis en medestudenten Amanda van Putten en Laura van de Pol bedanken voor de fijne samenwerking, feedback en steun. Deze masterthesis had ik niet kunnen afronden zonder al jullie hulp.

---

#### Abstract

---

Different studies have revealed that working memory plays a vital part in the development of mathematics. This study looks at working memory and the role it plays in the development of mathematics by using a mathematics training. 48 children with math problems, from regular school classes 6, 7 and 8, completed working memory and math tests. By using a multiple regression analysis and an independent T-Test the influence of working memory on the development of mathematics was studied. The results show that progress in both insightful and automatized mathematics can be explained by visual and verbal working memory. This connection is negative however, the stronger the working memory the less improvement during the training. Children that did a working memory training before the mathematics training showed significantly better progress at the automatized math test compared to the control group. At short term a working memory training has effect for automatic math tasks while training mathematics. It can be concluded that the working memory plays a role in the development of mathematics.

---

#### Samenvatting

---

Verschillende studies hebben aangetoond dat werkgeheugen een belangrijke rol speelt bij de ontwikkeling van rekenvaardigheid. Dit onderzoek heeft onderzocht of werkgeheugen een rol speelt bij het trainen van rekenvaardigheid aan de hand van een rekenvaardigheidstraining. Bij 48 kinderen met rekenproblemen uit groep 6, 7 en 8 van verschillende reguliere scholen is data verzameld via werkgeheugen- en rekentaken. Met behulp van een multi-pele regressieanalyse en een onafhankelijke t-toets is onderzocht wat de rol werkgeheugen bij het trainen van rekenvaardigheid is. De resultaten tonen aan dat de vooruitgang op zowel inzichtelijke als geautomatiseerde rekenvaardigheid significant verklaard wordt door visueel en verbaal werkgeheugen. Wel is deze samenhang negatief, hoe beter het werkgeheugen, hoe lager de score op de nameting. De kinderen die voor de rekenvaardigheidstraining een werkgeheugentraining hebben gevolgd vertonen een significant grotere vooruitgang op de geautomatiseerde rekentaak ten opzichte van de controlegroep. Op korte termijn heeft een werkgeheugentraining dus effect voor geautomatiseerde rekenvaardigheid bij het trainen van rekenvaardigheid. Geconcludeerd kan worden dat werkgeheugen een rol speelt bij het trainen van rekenvaardigheid.

---

### De Rol van Werkgeheugen bij het Trainen van Rekenvaardigheid

In de huidige samenleving zijn getallen onmisbaar geworden, wat onder andere af te leiden is uit de getallen die staan op onze pinpas, geldmunten en bankbiljetten (Dehaene, 2011; Wagner & Davis, 2010). Daarom is een goede ontwikkeling van rekenvaardigheden belangrijk om te kunnen slagen in de maatschappij (Chiswick, Lee, & Miller, 2003; Wagner & Davis, 2010). Bij het (leren) rekenen moeten kinderen veel informatie voor een korte tijd opslaan en bewerken, wat gebeurt in het werkgeheugen (Baddeley, 2000). In verschillende onderzoeken is gevonden dat het werkgeheugen een belangrijke rol speelt bij de ontwikkeling van rekenvaardigheden (Alloway, Gathercole, & Pickering, 2006; D'Amico & Guarnera, 2005; De Smedt, Verschaffel, & Ghesuïère, 2009; Imbo & Vandierendonck, 2007; Passolunghi & Mammarella, 2010; Raghobar, Barnes, & Hecht, 2010). Kennis over de relatie tussen werkgeheugen en rekenvaardigheid bij kinderen geeft meer inzicht in wat nodig is voor de ontwikkeling van rekenvaardigheid. In hoeverre de individuele werkgeheugencapaciteit invloed heeft op het trainen van rekenvaardigheid is nog onduidelijk en staat daarom in het huidige onderzoek centraal.

Algemene rekenvaardigheid is door De Smedt en collega's (2009) gedefinieerd als het algemene getalbegrip en het begrip van eenvoudige rekenkundige bewerkingen. Getalbegrip is het vermogen om numerieke hoeveelheden te begrijpen, te verwerken en te schatten (Dehaene, 2011) en wordt gezien als een speciale intuïtie die het mogelijk maakt om begrip te krijgen van getallen (Dehaene, 2011). Onder eenvoudige rekenkundige bewerkingen verstaan we optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen. Er is sprake van een rekenprobleem wanneer problemen met het leren en vlot en accuraat oproepen of toepassen van rekenwiskundekennis zichtbaar zijn (Van Luit, 2010). Ongeveer 5-14% van de schoolgaande kinderen heeft rekenproblemen (Geary, 2004; Jordan, Kaplan, Locuniak, & Ramineni, 2007). Van de Nederlandse schoolgaande kinderen heeft ongeveer 15% meer instructie nodig dan als reguliere instructie wordt aangeboden (Van Luit, 2010). Om adequate hulp te kunnen bieden dient achterhaald te worden welke factoren de ontwikkeling van de rekenvaardigheden belemmeren of juist bevorderen (Van Luit & Van de Rijt, 2009).

Werkgeheugen is een belangrijke voorspeller voor het latere rekenniveau (Alloway, 2009; Toll, Van der Ven, Kroesbergen, & Van Luit, 2011). Het werkgeheugen kan gedefinieerd worden als de capaciteit om relevante informatie voor een korte tijd in het geheugen op te slaan en te bewerken, terwijl men tegelijkertijd een andere taak uitvoert (Alloway, 2009; Baddeley, 2000). Daarom wordt veel gebruikt gemaakt van het werkgeheugen bij het uitvoeren van complexe cognitieve activiteiten (Baddeley, 2003; Geary,

Hoard, Byrd-Craven, Nugent, & Numtee, 2007). Vanwege het uitvoeren van complexe cognitieve activiteiten tijdens rekentaken, zijn er aanwijzingen dat kinderen met rekenproblemen een zwakker werkgeheugen hebben (Geary et al., 2007; Passolunghi & Siegel, 2001) en dat betere werkgeheugencapaciteiten een betere rekenvaardigheid op latere leeftijd voorspellen (Holmes, Adams, & Hamilton, 2008; Kyttälä, Aunio, & Hautamäki, 2010). Daarom zijn verschillen in de ontwikkeling van rekenvaardigheden onder andere te beschrijven en te verklaren aan de hand van het werkgeheugen (Repovš & Baddeley, 2006).

Het multicomponentenmodel van Baddeley en Hitch (1974) is een veelgebruikt model om werkgeheugen te beschrijven. Dit model bestaat uit drie componenten: een centrale uitvoerder, een fonologische lus (verbaal werkgeheugen) en het visueel-ruimtelijk schetsblok (visueel werkgeheugen). Als vierde component is hier later de episodische buffer aan toegevoegd (Baddeley, 2000). Alle werkgeheugencomponenten zijn bij de ontwikkeling van rekenvaardigheden betrokken, waarbij elke component verschillende functies heeft (Holmes et al., 2008; Friso-Van den Bos, Van der Ven, Kroesbergen en Van Luit, 2013). Weinig consistentie is gevonden in de relatie tussen de verschillende werkgeheugencomponenten en rekenproblemen (Meyer, Salimpoor, Wu, Geary, & Menon, 2010). In het onderzoek van Passolunghi en Siegel (2004) lijkt bijvoorbeeld de centrale uitvoerder het meest nauw verwant te zijn aan rekenvaardigheid, omdat deze van belang is voor het leren en afwisselen van nieuwe oplossingsstrategieën (DeStefano & LeFevre, 2004). Daarnaast houdt de centrale uitvoerder toezicht en is verantwoordelijk voor de verschillende stappen die tijdens het rekenproces worden genomen (Fürst & Hitch, 2000). De fonologische lus is belangrijk bij het coderen, tellen en onthouden van de denkstappen in een berekening (Fürst & Hitch, 2000). In de vroegtijdige ontwikkeling van rekenvaardigheden zijn het centraal uitvoerend orgaan en de fonologische lus het meest van belang (De Smedt et al., 2009; Meyer et al., 2010). Het visueel-ruimtelijk schetsblok is gerelateerd aan het herkennen van kleine aantallen en hoeveelheden en de verwerving van feiten over getallen. Daarnaast ondersteunt deze component het creëren van een mentale getallenlijn (Holmes et al., 2008), waardoor deze werkgeheugencomponent in een toenemende mate het meest gerelateerd wordt aan rekenproblemen tijdens de latere ontwikkeling (De Smedt et al., 2009; Meyer et al., 2010). De meta-analyse van Friso-Van den Bos en collega's (2013) ondersteunt dat het visueel werkgeheugen consistent geassocieerd kan worden aan rekenprestaties en dat studies inconsistentie laten zien over de associatie tussen verbaal werkgeheugen en de rekenprestaties. Tot slot is de episodische buffer onder andere betrokken bij het oplossen van simpele sommen en het vergelijken van vormen, want bij deze taken is het nodig om kennis

uit het lange termijn geheugen te halen en deze te koppelen aan de huidige informatie (Alloway et al., 2005). Al deze bevindingen wijzen erop dat kinderen met rekenproblemen een algemeen tekort hebben in het werkgeheugen (Passolunghi & Siegel, 2001).

De belangrijke rol van werkgeheugen bij de ontwikkeling van rekenvaardigheden suggereert dat het verbeteren van werkgeheugen leidt tot verbetering van rekenvaardigheden. In de studies die van een verbale werkgeheugentraining gebruik hebben gemaakt, was geen verbetering te zien op rekenvaardigheden (Titz & Karbach, 2014). Andere studies tonen echter aan dat werkgeheugentraining, gericht op zowel visueel als verbaal werkgeheugen, significante effecten blijkt te hebben op de rekenvaardigheid van kinderen (Klingberg, 2010; Thorell, Lindqvist, Nutley, Bohlin, & Klingberg, 2009). Ondanks de inconsistentie wordt verondersteld dat verbetering van het werkgeheugen zal leiden tot verbetering van rekenprestaties (St. Clair-Thomson, Stevens, Hunt, & Bolder, 2010).

In het huidige onderzoek wordt de relatie tussen de werkgeheugencapaciteiten en het effect van het trainen van rekenvaardigheden van kinderen met rekenproblemen onderzocht. Door meer inzicht te krijgen in de relatie tussen werkgeheugencapaciteiten en rekenvaardigheid bij leerlingen met rekenproblemen, kan worden bepaald of meer aandacht moet worden gestoken in de werkgeheugencapaciteiten door middel van werkgeheugentraining om bij leerlingen met rekenproblemen de rekenvaardigheid te verbeteren.

In het huidige onderzoek speelt de volgende onderzoeksvraag een centrale rol: *‘Wat is de relatie tussen de individuele werkgeheugencapaciteiten en de vooruitgang van rekenvaardigheid na een rekenvaardigheidstraining van kinderen met rekenproblemen uit groep 6, 7 en 8.’* Om deze relatie te bekijken en de oorzakelijke verbanden aan te tonen, zijn er zijn twee deelvragen opgesteld: *‘Is er een positieve samenhang tussen de mate van werkgeheugen en de vooruitgang van rekenvaardigheid?’* Hierbij wordt gekeken of individuele werkgeheugencapaciteiten bepalend zijn voor de vooruitgang van de rekenvaardigheid na een rekenvaardigheidstraining. De tweede deelvraag is: *‘Verhoogt een werkgeheugentraining het succes van een rekenvaardigheidstraining?’* Hierbij wordt nagegaan of bij de kinderen, die hun werkgeheugen hebben getraind, meer vooruitgang in rekenvaardigheid na de rekenvaardigheidstraining laten zien, ten opzichte van kinderen die hun werkgeheugen niet hebben getraind. Bij beide deelvragen wordt verwacht dat wanneer het werkgeheugen hoger is, dit tot meer positieve gevolgen zal leiden bij de rekenvaardigheidstraining. Dit wordt verondersteld omdat bekend is dat werkgeheugen een belangrijke rol speelt bij rekenvaardigheden.

### Methode

#### Participanten

Dit onderzoek is onderdeel van een groter onderzoek waaraan 87 kinderen uit groep 6, 7 of 8 hebben deelgenomen, afkomstig van verschillende reguliere basisscholen. In dit onderzoek worden 48 kinderen meegenomen, waarbij de twee condities zijn onderzocht met gelijke meetinstrumenten en uitvoering van trainingen. De kenmerken van de deelnemende kinderen aan het onderzoek staan weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1

#### *Beschrijvende statistieken condities*

Conditie	n	Geslacht		Groep			Leeftijd (in jaren)	
		jongens	meisjes	6	7	8	M	SD
1*	23	7	16	8	8	7	10.68	0.87
2**	25	12	13	11	4	10	10.90	1.18
Totaal	48	19	29	19	12	17	10.79	1.04

\* experimentele groep \*\* controlegroep

In dit onderzoek zijn kinderen meegenomen die allemaal behoren bij de laagste 25 procent op een landelijk genormeerde rekentoets (CITO Primair en Speciaal Onderwijs, 2013) en daarbij aandachtsproblemen tonen. Daarnaast hebben al deze kinderen een C of hoger scoren op CITO Begrijpend lezen, om alternatieve verklaringen als onbegrip en/of taalbarrières uit te sluiten. De onderzoekers hebben scholen benaderd uit eigen omgeving waardoor de respondenten geworven zijn via een gemakssteekproef. De respondenten waarvan de ouders schriftelijk toestemming gegeven hebben, zijn allen meegenomen in dit onderzoek. Met de schriftelijke toestemming gingen ouders akkoord met dat zijzelf en de leerkracht twee vragenlijsten aangeboden kregen, hun kind onder begeleiding testjes en training uitvoerden en dat de school de Cito-scores van hun kind deelde met de onderzoekers. De anonimiteit van de respondenten was hiermee ook gedurende het gehele onderzoek gegarandeerd. Daarnaast is vertrouwelijk omgegaan met de verkregen informatie, overeenkomstig het onderzoeksplan dat is goedgekeurd door de ethische commissie van de FSW Utrecht. De respondenten zijn willekeurig verdeeld in een experimentele en controlegroep, namelijk 23 kinderen in de experimentele groep en 25 kinderen in de controlegroep.

### Meetinstrumenten

**Werkgeheugen.** Het werkgeheugen is gemeten door middel van twee verschillende taken; het Leeuwenspel en het Apenspel. Het Leeuwenspel (Van de Weijer-Bergsma, Kroesbergen, Prast, & Van Luit, 2014) is een visueel-spatiele updating computertaak, waarbij de kinderen acht leeuwen in verschillende kleuren (in een 4x4 matrix) krijgen te zien. Doordat de leeuw van een bepaalde kleur van positie kan verwisselen, moeten de leerlingen de laatste locatie onthouden en de informatie ook in hun werkgeheugen kunnen updaten. De test bestaat uit 20 items verdeeld over vijf levels en een aantal oefenitems. Iedere leerling ontvangt een proportie correct score op ieder item. Vervolgens is berekend wat de gemiddelde proportie correct score van iedere leerling over de gehele test was. Een hoge gemiddelde proportie correct score op het Leeuwenspel duidt op een hoge capaciteit van het visueel-ruimtelijke werkgeheugen. Het Leeuwenspel is als een valide en betrouwbaar instrument beoordeeld, namelijk met een Cronbach's alpha van .86 (Van de Weijer-Bergsma et al., 2014). De betrouwbaarheid van een instrument heeft een acceptabele waarde wanneer de Cronbach's alpha een score boven de .70 bedraagt (Field, 2009). De betrouwbaarheid van het Leeuwenspel is dus acceptabel.

Het Apenspel is een verbale 'word recall backwards' computertaak. De kinderen krijgen een aantal woorden te horen, deze woorden moeten zij onthouden en vervolgens in omgekeerde volgorde op het scherm aantikken (in een 3x3 matrix). De test bestaat eveneens uit 20 items verdeel over vijf levels en een aantal oefenitems, waarbij per level het kind meer worden moet onthouden. Een hoge score op het Apenspel duidt op een hoge capaciteit van het verbale werkgeheugen (Van de Weijer-Bergsma, Kroesbergen, Jolani, & Van Luit, 2015). Het Apenspel is ook als een valide en betrouwbaar instrument beoordeeld, namelijk met een Cronbach's alpha van .89 (Van de Weijer et al., 2015).

**Algemene rekenvaardigheid.** De definitie van rekenvaardigheid is het algemene getalbegrip en het begrip van eenvoudige rekenkundige bewerkingen (De Schmedt et al., 2009). Het algemene getalbegrip wordt gemeten door middel van CITO Rekenen-Wiskunde (Janssen, Verhelst, Engelen, & Scheltens, 2010) en de eenvoudige rekenkundige bewerkingen door middel van Tempo Test Rekenen ([TTR], De Vos, 1992).

De inzichtelijke rekenvaardigheid van de leerlingen is gemeten door middel van een selectie van opgaven uit de CITO Rekenen-Wiskunde. Door middel van de 10 verschillende contextopgaven uit CITO's van groep 6, 7 en 8 werd duidelijk of leerlingen de rekenvaardigheden in de praktijk konden toepassen. Door deze toets te gebruiken kan het rekenniveau worden vastgesteld en vergeleken met het landelijke niveau (Janssen et al.,



2010). De oorspronkelijke CITO Rekenen-Wiskunde is volgens de COTAN als betrouwbaar en valide beoordeeld. In dit onderzoek is gebruikt gemaakt van scores van nul tot en met 10. De Cronbach's alpha van het huidige onderzoek is  $\alpha = .82$ .

De TTR is afgenomen om de mate van automatisering, van eenvoudige bewerkingen onder de 100, bij kinderen te onderzoeken. De test bestaat uit vijf verschillende rijen met bewerkingen die bestaan uit optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen en een mix van alle bewerkingen. Het is de bedoeling dat het kind per rij in één minuut zoveel mogelijke sommen maakt en hierbij zo min mogelijk fouten maakt. Vervolgens kan aan de hand van de resultaten het didactische leeftijd equivalent (DLE) worden berekend. De test is door COTAN beoordeeld van voldoende tot goed. De normen, betrouwbaarheid, begripsvaliditeit en criteriumvaliditeit zijn als onvoldoende beoordeeld, omdat hier geen onderzoek naar gedaan is (De Vos, 1992).

**Trainingen.** De werkgeheugentraining die in dit onderzoek is gebruikt is 'Jungle Memory'. Het werkgeheugen wordt getraind middels drie computertaken die vier keer per week voor 15 á 20 minuten worden uitgevoerd in een periode van acht weken. Bij de eerste taak 'Drijfzand' moet het kind uit een matrix van 3x4 de posities van letters of woorden onthouden en achtereenvolgens aanklikken onder tijdsdruk. De tweede taak 'Codekraker' traint het werkgeheugen doordat de leerling een steen met daarop een letter in verschillende posities en een rode stip op één van de vier posities moet onthouden. In de taak 'Oversteek' maakt de leerling rekensommen waarvan de juiste antwoord moest worden aangeklikt en onthouden, totdat de leerling alle sommen had gemaakt en alle uitkomsten nogmaals moet invoeren.

De rekenvaardigheid is getraind door middel van 'De Reken tuin'. De Reken tuin is een webbased oefen-volgsysteem voor het oefenen en meten van rekenvaardigheden, waarop kinderen een tuintje met plantjes (verschillende rekendomeinen) onderhouden door regelmatig rekenspelletjes te spelen. De verschillende rekendomeinen van het hoofdrekenen die worden getraind zijn optellen, aftrekken, vermenigvuldigen, delen en snelheidmix. In de spelletjes speelt niet alleen het goede antwoord, maar ook de oplostijd een rol (Van de Maas, Straatemeier, & Klinkenberg, 2009). Door het adaptieve systeem van De Reken tuin wordt de moeilijkheid van de sommen automatisch aangepast aan de vaardigheid van het kind. De responsen van de kinderen worden automatisch geanalyseerd en teruggekoppeld naar de leerkrachten/onderzoekers in de vorm van foutenanalyses, groeicurven en andere vergelijkingen (Van de Maas et al., 2009).

### Procedure

Door middel van een brief met een verzoek voor deelname aan het onderzoek hebben studenten contact op genomen met IB'ers van verschillende reguliere scholen in de omgeving. In overleg met de IB'ers en docenten van de deelnemende klassen zijn leerlingen uitgezocht die voldeden aan de onderzoek criteria. De ouders van de leerlingen zijn vervolgens over het onderzoek geïnformeerd met een brief en toelichting van de IB'er en hebben toestemming gegeven om hun kind te laten deelnemen aan het onderzoek. Wanneer toestemming was verleend zijn de respondenten verdeeld over de twee condities en is het onderzoek gestart met de afname van de voormetingen.

Zowel de experimentele- als de controlegroep participeerden aan een voormeting (leeuwenspel, apenspel, ontbrekende figuren, tempotoets rekenen, CITO reken en wiskunde), een tussenmeting (leeuwenspel, apenspel, tempotoets rekenen, CITO reken en wiskunde) na een periode van acht weken en aan een nameting (leeuwenspel, apenspel, tempotoets rekenen, CITO reken en wiskunde) na weer een periode van acht weken. Deze metingen gebeurde gezamenlijk in een rustige ruimte met voldoende computers. Daarnaast vulden de ouders en leerkrachten rond de voormeting de BRIEF- en AVL-vragenlijsten in. Gedurende de eerste periode heeft conditie 1 (de experimentele groep) een werkgeheugentraining (36x, 15 min.) gehad, waar conditie 2 geen training heeft gehad (de controlegroep). De eerste werkgeheugentraining is uitgevoerd door de respondent en student samen. Vervolgens is de student elke week langs geweest om de training te evalueren en eventueel aanwijzingen te geven. Na de eerste periode en tussenmeting, hebben in periode twee beide groepen acht weken lang een rekentraining (36x, 20 min.) gevolgd. De experimentele groep voerde zowel de werkgeheugentraining als de rekenvaardigheidstraining uit. De controlegroep voerde alleen de rekenvaardigheidstraining uit. Na acht weken is tot slot weer gezamenlijk de nameting afgenomen zijn.

In het grotere onderzoek zijn ook andere condities en metingen verricht, namelijk de subtest 'ontbrekende figuren' uit de CAS (Cognitive Assessment System, Naglieri & Das, 1997; Nederlandse bewerking: Van Luit, Kroesbergen et al., 1998), de ADHD vragenlijst (AVL; Scholte & Van der Ploeg, 2005) en de Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF; Smidts & Huizinga, 2009). Deze gegevens zullen buiten het bereik van deze thesis liggen. In het huidige onderzoek wordt bij het analyseren gebruik gemaakt van de resultaten van de voor- en nameting van het leeuwenspel, het apenspel, de tempotoets rekenen en de tweede rekentaak (opgaven van CITO-rekenen en wiskunde), omdat gekeken wordt naar de vooruitgang van rekenvaardigheid ten aanzien van het werkgeheugencapaciteit.

### Data-analyse

Om de samenhang tussen het werkgeheugen (verbaal/visueel) en de vooruitgang van rekenvaardigheid (geautomatiseerd/inzichtig) te bekijken op de voor- en nameting is gebruikt gemaakt van een multi-pele regressieanalyse (MRA; Field, 2009). De score op de beide werkgeheugentaken en de voormeting van de rekentaak zijn de onafhankelijke variabelen. De afhankelijke variabelen zijn de nametingen van zowel de geautomatiseerde als inzichtelijke rekenvaardigheid. Om mogelijke effecten van de werkgeheugentraining uit te sluiten, is deze hypothese alleen getoetst met de gegevens van de controlegroep.

Om de vooruitgang van de twee rekentaken tussen de voor- en nameting van de verschillende condities met elkaar te vergelijken is gebruik gemaakt van een onafhankelijke t-test (Field, 2009). Toetsing heeft plaatsgevonden met  $\alpha = 5\%$ , vanwege eenzijdige toetsing. Per taak zijn tevens de effectgroottes berekend, met als grootte Cohen's  $d$ . Vanwege de kleine groep waarvan in dit onderzoek gebruik is gemaakt, geldt dat het voor de kwalificatie van de effectgrootte lastig is om de vereiste criteria te geven (Van Yperen & Van Bommel, 2009). Om toch een richtlijn aan te geven, wordt gebruik gemaakt van de beoordeling van effectgrootten van 0.20, 0.50 en 0.80 die respectievelijk als klein, middelmatig en groot beschouwd worden (Nederlandse Jeugdinstuut, 2009).

### Resultaten

Om de hypothese te toetsen dat de vooruitgang op zowel geautomatiseerde als inzichtelijke rekenvaardigheid voorspeld kunnen worden met de mate van visueel/verbaal werkgeheugen, is gekozen voor een multi-pele regressieanalyse (MRA) bij de controlegroep. Voorafgaand de uitvoering van de MRA zijn de assumpties gecontroleerd en is aan alle voorwaarden voldaan. De beschrijvende statistieken van de controlegroep staan weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2 *Beschrijvende statistieken controlegroep*

	Controlegroep							
	Verbaal werkgeheugen		Visueel werkgeheugen		Inzichtelijke rekenvaardigheid		Geautomatiseerde rekenvaardigheid	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Voormeting	.554	.108	.719	.155	6.20	2.43	82.76	21.93
Nameting	.562	.138	.770	.126	7.30	2.27	95.28	19.74

De samenhang tussen de verschillende reken- en werkgeheugentaken bij zowel de voor- als nameting zijn met behulp van Pearson's correlatiecoëfficiënt berekend. Deze

correlaties staan weergegeven in Tabel 3. Hieruit blijkt dat er geen samenhang is met de rekentaken en de werkgeheugentaken op de nameting. Wel is een positieve samenhang te zien met de visuele werkgeheugentaak van de voormeting en de rekentaken op de nameting. Een negatieve samenhang bestaat tussen de verbale werkgeheugentaak op zowel de voor- als nameting en de geautomatiseerde rekentaak op de nameting.

Tabel 3 *Correlaties*

	Voormeting				Nameting			
	Verbaal werk.	Visueel werk.	Inzicht. Rekenen	Geauto. Rekenen	Verbaal werk.	Visueel werk.	Inzicht. Rekenen	Geauto. Rekenen
Verbaal werkgeheugen Voormeting	-	-	-	-	-	-	-	-
Visueel werkgeheugen voormeting	.391	-	-	-	-	-	-	-
Inzichtelijke rekenvaardigheid voormeting	.395*	.606**	-	-	-	-	-	-
Geautomatiseerde rekenvaardigheid voormeting	.196	.662**	.671**	-	-	-	-	-
Verbaal werkgeheugen nameting	.651**	.454*	.356	.138	-	-	-	-
Visueel werkgeheugen nameting	.404*	.376	.508**	.423*	.378	-	-	-
Inzichtelijke rekenvaardigheid nameting	.259	.491*	.606**	.688**	.278	.015	-	-
Geautomatiseerde rekenvaardigheid nameting	-.034	.456*	.511**	.827**	-.075	.088	.698**	-

Noot.  $N=25$ . \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$

Twee multiële regressieanalyses zijn uitgevoerd om te kijken in hoeverre de voormeting van de rekentaken en de twee werkgeheugentaken de inzichtelijke en geautomatiseerde rekenvaardigheid voorspellen. De resultaten van deze regressieanalyses staan weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4

*Regressieanalyses en de niet gestandaardiseerde (B) regressie coëfficiënten*

		Nameting rekenvaardigheid					
		Inzichtelijke rekenvaardigheid			Geautomatiseerd rekenvaardigheid		
		$R^2$	$\beta$	$t$	$R^2$	$\beta$	$t$
Model 1	Voormeting rekenvaardigheid***	.452	.691**	4.38	.671	.827**	7.07
Model 2	Voormeting rekenvaardigheid***	.532	.839**	5.19	.747	.962**	8.49
	Visueel werkgeheugen		-.345*	-2.13		-.319**	-2.81
Model 3	Voormeting rekenvaardigheid***	.517	.812**	4.80	.745	.959**	8.43
	Visueel werkgeheugen		-.349*	-2.13		-.279*	-2.29
	Verbaal werkgeheugen		.099	.640		-.102	-.915

*Noot.*  $N=25$ . \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\* voormeting van inzichtelijke rekentaak bij inzichtelijke rekenvaardigheid en voormeting van geautomatiseerde rekentaak bij geautomatiseerd rekenvaardigheid.

Uit de multipiele regressieanalyse blijkt dat nadat het visueel werkgeheugen is meegenomen in het model hierdoor 10% van de variantie op de nameting op de inzichtelijke rekenvaardigheidstaak wordt verklaard,  $\Delta R^2 = .10$ ,  $\Delta F(1,20) = 4.55$ ,  $p = .045$ . Wanneer zowel het visueel als het verbale werkgeheugen wordt meegenomen in het model wordt 4% van de variantie op de nameting van de inzichtelijke rekentaak hierdoor verklaard,  $\Delta R^2 = .01$ ,  $\Delta F(1,19) = .409$ ,  $p = .530$ . Na het meenemen van het visueel werkgeheugen in het model wordt 8% van de variantie op de nameting van de geautomatiseerde rekenvaardigheidstaak hierdoor verklaard,  $\Delta R^2 = .08$ ,  $\Delta F(1,22) = 7.90$ ,  $p = .010$ . Wanneer zowel visueel als verbaal werkgeheugen wordt meegenomen in het model wordt 1% van de variantie op de nameting van geautomatiseerde rekenvaardigheid hierdoor verklaard,  $\Delta R^2 = .01$ ,  $\Delta F(1,21) = .837$ ,  $p = .371$ . Visueel werkgeheugen is een significante voorspeller voor de resultaten op de nameting van zowel inzichtelijke als geautomatiseerde rekenvaardigheid. Gezien de negatieve samenhang kan worden geconcludeerd dat een hogere mate van visueel werkgeheugen samenhangt met een minder vooruitgang op de rekentaken en een lagere mate van visueel werkgeheugen zorgt voor meer vooruitgang op de rekentaken.

Een onafhankelijke t-toets is gebruikt om te vergelijken of de experimentele groep (met werkgeheugentraining, N=23) een grotere gemiddelde vooruitgang van de rekenvaardigheidstraining heeft bereikt in vergelijking met de controlegroep (zonder werkgeheugentraining; N=25; Field, 2009). Voorafgaand aan de onafhankelijke t-toets zijn de assumpties gecontroleerd. Bij de vooruitgang op inzichtelijke rekenvaardigheid zijn de experimentele groep en de controlegroep normaal verdeeld en hebben een verdeling met dezelfde variantie (levene's test,  $p = .362$ ). Ook bij de vooruitgang op geautomatiseerde rekenvaardigheid zijn de groepen normaal verdeeld en hebben ze een verdeling met dezelfde variantie (levene's test,  $p = .198$ ). De gegevens van de voormeting zijn weergegeven in Tabel 4, om uit te sluiten dat bij de voormeting sprake was van een significant verschil tussen beide condities.

Tabel 4

*Beschrijvende statistieken rekenvaardigheid voormeting*

	Voormeting rekenvaardigheid					
	Experimentele groep		Controlegroep		<i>t</i>	<i>p</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
Inzichtelijke rekenvaardigheid	6.35	1.97	6.20	2.43	.230	.410
Geautomatiseerde rekenvaardigheid	82.57	28.76	82.76	21.93	-.026	.490

Vervolgens is een onafhankelijke t-toets uitgevoerd om te kijken of de experimentele groep een significante grotere vooruitgang heeft geboekt op beide rekentaken. De resultaten staan weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5

*Beschrijvende statistieken conditie wel of geen werkgeheugentraining op vooruitgang rekenvaardigheid*

	Vooruitgang rekenvaardigheid						
	Experimentele groep		Controlegroep		<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>			
Inzichtelijke rekenvaardigheid	.61	1.90	.40	2.18	.352	.363	0.10
Geautomatiseerde rekenvaardigheid	11.65	9.89	7.24	7.33	1.77	.042	0.51

De experimentele groep heeft vergeleken met de controlegroep geen significant grotere vooruitgang geboekt op inzichtelijke rekenvaardigheid. Wel is een significant grotere vooruitgang te zien tussen de experimentele groep en de controlegroep op de geautomatiseerde rekenvaardigheid. Het effect hiervan kan worden beschouwd als middelmatig (Nederlandse Jeugdinstituut, 2009).

### **Discussie**

Dit onderzoek was gericht op de rol van werkgeheugen bij het trainen van rekenvaardigheid, want verschillende onderzoeken hebben aangetoond dat werkgeheugen een rol speelt bij de ontwikkeling rekenvaardigheid (Alloway et al., 2006; D'Amico & Guarnera, 2005; De Smedt et al., 2009; Imbo & Vandierendonck, 2007; Passolunghi & Mammarella, 2010; Raghubar et al., 2010). In dit onderzoek is gekeken of de mate van werkgeheugen bepalend is voor de vooruitgang van rekenvaardigheden na een rekenvaardigheidstraining. Meer kennis over de relatie tussen werkgeheugen en het trainen van rekenvaardigheid is namelijk van belang voor meer inzicht in de ontwikkeling van rekenvaardigheid.

Als eerste is onderzocht of de mate van werkgeheugen een verklarende factor is voor de vooruitgang van zowel inzichtelijke als geautomatiseerde rekenvaardigheid. Uit het onderzoek blijkt dat visueel werkgeheugen een significante voorspeller is voor de resultaten op de nameting van zowel inzichtelijke als geautomatiseerde rekenvaardigheid. Gezien de negatieve samenhang betekent dit een hogere visueel werkgeheugen leidt tot minder vooruitgang op beide rekenvaardigheden en dat een lagere werkgeheugen leidt tot meer vooruitgang op beide rekenvaardigheden. Deze resultaten komen niet overeen met de eerdere benoemde literatuur waarin werd beschreven dat het verbeteren van werkgeheugen leidt tot verbetering van rekenvaardigheden (St. Clair-Thomson et al., 2010). Een mogelijke verklaring is dat de respondenten met een hoog werkgeheugen al hoog hadden gescoord op de rekentaken, waardoor ze weinig vooruitgang konden boeken. Daarnaast kan de leeftijd van de respondenten mogelijk een rol spelen, omdat de inzet van het werkgeheugen bij het oplossen van rekensommen op oudere leeftijd een verminderde rol speelt (Friso-Van den Bos et al., 2013). Tot slot is het onderzoek uitgevoerd binnen een periode van een half jaar, waardoor onduidelijk blijft of betere werkgeheugencapaciteiten een betere rekenvaardigheid op latere leeftijd voorspellen (Holmes et al., 2008; Kytälä et al., 2010).

Als tweede werd getoetst of er een significant verschil is van de gemiddelde vooruitgang op de twee rekentaken tussen de experimentele groep en de controlegroep. Uit de resultaten blijkt dat de experimentele groep bij de inzichtelijke rekenvaardigheid geen

significant grotere vooruitgang heeft geboekt vergeleken met de controlegroep. De experimentele groep heeft echter wel een significant grotere vooruitgang geboekt bij de geautomatiseerde rekenvaardigheid. Deze resultaten komen deels overeen bovengenoemde literatuur waarin wordt beschreven dat werkgeheugentraining significante effecten blijkt te hebben op de rekenvaardigheid van kinderen (Klingberg, 2010; Thorell, Lindqvist, Nutley, Bohlin, & Klingberg, 2009). Met deze resultaten wordt geconcludeerd dat het verbeteren van werkgeheugencapaciteiten op korte termijn meer effect heeft op geautomatiseerde rekenvaardigheid dan inzichtelijke rekenvaardigheid.

Bij het interpreteren van deze conclusies moet rekening worden gehouden met verschillende kanttekeningen die te plaatsen zijn bij dit onderzoek. Een eerste kritische kanttekening is dat de steekproefgrootte van het huidige onderzoek klein is ( $n = 48$ ), waardoor de resultaten minder betrouwbaar zijn (Field, 2009). Vanwege de verschillende omstandigheden van de vorige respondenten zijn gemeten, is besloten om in dit onderzoek geen gebruik te maken van de grotere steekproef ( $n = 87$ ). Een tweede kanttekening is dat er geen gebruik is gemaakt van een gecontroleerde meetomgeving, waardoor de respondenten in verschillende omstandigheden zijn gemeten. Hierdoor kunnen factoren, zoals tijdstip, omgevingsgeluiden en werkruimte de score mogelijk hebben beïnvloed. Daarnaast is inzichtelijke rekenen gemeten met een selectie van 10 vragen uit CITO rekenen-wiskunde groep 6, 7 en 8. Hierdoor bleven de verschillen in de vooruitgang beperkt. Tot slot is de uitvoering van de werkgeheugen- en rekenvaardigheidstraining een kanttekening. Door de uitgevers van zowel 'Jungle Memory' als 'Rekentuin' wordt aangegeven dat de trainingen een representatief verschil kunnen betekenen wanneer er elke week minimaal vier keer getraind zou worden. Uit zowel de feedback van leerkrachten als de gegevens van de trainingen is gebleken dat vier keer in de week trainen moeilijk te integreren is binnen het reguliere schoolprogramma. Desondanks hebben meerdere respondenten een moment binnen het schoolprogramma gevonden om te trainen. Om die reden verschillen de frequenties van trainen van de respondenten bij beide trainingen van 1 tot zelf 5 keer per week. Hierdoor zijn alle resultaten mogelijk ook niet volledig representatief.

Een sterke kant van dit onderzoek is dat tijdens dit onderzoek gebruikt is gemaakt van gecomputeriseerde cognitieve trainingen, waarvan 'Rekentuin' zelfs bewezen effectief is (Van de Maas et al., 2009). Uit onderzoek blijkt namelijk dat gecomputeriseerde cognitieve trainingen significante verbeteringen in de prestaties van kinderen met leerproblemen biedt (Pijenborgh, Hurks, Aldenkamp, Vles, & Hendriksen, 2015). Hierdoor konden de respondenten zelfstandig en efficiënt trainen en konden de onderzoekers de ontwikkelingen



van de respondenten op afstand monitoren. Daarnaast is een sterke kant van dit onderzoek dat de onderzoekers persoonlijk en regelmatig contact hadden met zowel de leerkrachten als de respondenten. Alle metingen zijn door de onderzoekers zelf afgenomen, waardoor de onderzoekers de respondenten leerden kennen. Ook hebben de onderzoekers wekelijks met de respondenten die de werkgeheugentraining uitvoerden getraind. Op deze manier konden de onderzoekers gerichte feedback en aanwijzingen geven aan de respondenten.

Toekomstig onderzoek wordt aanbevolen om rekening te houden met de tekortkomingen van dit onderzoek. Een grotere steekproef is belangrijk, zodat de resultaten betrouwbaar en representatief zijn voor de populatie. Ook wordt aanbevolen om een grotere of ander meetinstrument te kiezen om de inzichtelijke rekenvaardigheid van de respondenten te meten. Hierdoor wordt binnen een grotere schaal bepaald wat de daadwerkelijke inzichtelijke rekenvaardigheid van de kinderen is en is de gemaakte vooruitgang beter te onderscheiden. Tot slot kan in toekomstig onderzoek worden gekozen om de rol van werkgeheugen bij het trainen van rekenvaardigheid te bekijken voor verschillende leeftijdscategorieën. Deze keuze wordt aanbevolen omdat onderzoek aangeeft dat de inzet van een werkgeheugentraining bewezen effectief is voor jongere kinderen met rekenproblemen, maar dit effect nog niet op oudere leeftijd vastgesteld (Raghubar et al., 2010). Daarnaast kan gekozen worden om een onderzoek uit te voeren die de rol van werkgeheugen bij het trainen van rekenvaardigheid op langer termijn onderzoekt, omdat betere werkgeheugencapaciteiten een betere rekenvaardigheid op latere leeftijd voorspellen (Holmes et al., 2008; Kyttälä et al., 2010).

In dit onderzoek is na afname van de rekenvaardigheidstraining 'Rekentuin' bij kinderen met rekenproblemen vastgesteld dat werkgeheugentraining op korte termijn een significant verschil maakt op geautomatiseerde rekenvaardigheid. Toekomstig onderzoek wordt aanbevolen zich te richten op een grotere steekproef, andere meetinstrument voor inzichtelijk rekenvaardigheid, verschillende leeftijden en effecten op langere termijn.

## Referentielijst

- Alloway, T. P. (2009). Working memory, but not IQ, predicts subsequent learning in children with learning difficulties. *European Journal of Psychological Assessment, 25*, 92-98. doi:10.1027/1015-5759.25.2.92
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Adams, A., Willis, C., Eaglen, R., & Lamont, E. (2005). Working memory and phonological awareness as predictors of progress towards early learning goals at school entry. *British Journal of Developmental Psychology, 23*, 417-426. doi:10.1348/026151005X26804
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuospatial short term and working memory in children: Are they separable? *Child Development, 77*, 1698-1716. doi:10.1111/j.1467-8624.2006.00968.x
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences, 4*, 417-423. doi:10.1016/S1364-6613(00)01538-2
- Baddeley, A. D. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders, 36*, 189-208. doi:10.1016/S0021-9924(03)00019-4
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. *The Psychology of Learning and Motivation, 8*, 47-89.
- Chiswick, B. R., Lee, Y. L., & Miller, P. W. (2003). Schooling, literacy, numeracy and labour market success. *The Economic Record, 79*, 165-181. doi:10.1111/14754932.t01-1-00096
- CITO Primair en Speciaal Onderwijs (2013). *Toetsscore, vaardigheidsscore, en dan?* Verkregen via: <http://www.cito.nl/onderwijs/primair%20onderwijs>
- D'Amico, A., & Guarnera, M. (2005). Exploring working memory in children with low arithmetical achievement. *Learning and Individual Difficulties, 15*, 189-202. doi:10.1016/j.lindif.2005.01.002
- Dehaene, S. (2011). *The number sense: How the mind creates mathematics, revised and updated edition*. New York: Oxford University Press.
- De Smedt, B., Verschaffel, L., & Ghesquière, P. (2009). The predictive value of numerical magnitude comparison for individual differences in mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*, 469-479. doi:10.1016/j.jecp.2009.01.010
- DeStefano, D., & LeFevre, J. (2004). The role of working memory in mental arithmetic. *European Journal of Cognitive Psychology, 16*, 353-386. doi:10.1080/09541440244000328
- De Vos, T. (1992). *Tempo Test Rekenen (TTR)*. Nijmegen: Berkhout.

- Field, A. (2009). *Discovering Statistics Using SPSS*. London: Sage
- 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
- Fürst, A. J., & Hitch, G. J. (2000). Separate roles for executive and phonological components of working memory in mental arithmetic. *Memory & Cognition, 28*, 774-782. doi:10.3758/BF03198412
- Geary, D. C. (2004). Mathematics and Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 37*, 4-15. doi:10.1177/00222194040370010201
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., Nugent, L., & Numtee, C. (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development, 78*, 1343-1359. doi:10.1111/j.1467-8624.2007.01069.x
- Holmes, J., Adams, J. W., & Hamilton, C. J. (2008). The relationship between visuospatial sketchpad capacity and children's mathematical skills. *European Journal of Cognitive Psychology, 20*, 272-290. doi:10.1080/09541440701612702
- Imbo, I., & Vandierendonck, A. (2007). The development of strategy use in elementary school children: Working memory and individual differences. *Journal of Experimental Child Psychology, 96*, 284-309. doi:10.1016/j.jecp.2006.09.001
- Janssen, J., Verhelst, N., Engelen, R., & Scheltens, F. (2010). *Wetenschappelijke verantwoording van de toetsen LOVS Rekenen-Wiskunde voor groep 3 tot en met 8*. Arnhem: Cito.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. N., & Ramineni, C. (2007). Predicting first-grade math achievement from developmental number sense trajectories. *Learning Disabilities Research and Practice, 22*, 36-46. doi:10.1111/j.1540-5826.2007.00229.x
- Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Sciences, 14*, 317-324. doi:10.1016/j.tics.2010.05.002
- Kyttälä, M., Aunio, P., & Hautamäki, J. (2010). Working memory resources in young children with mathematical difficulties. *Scandinavian Journal of Psychology, 51*, 1-15. doi:10.1111/j.1467-9450.2009.00736.x
- Maas van de, H., Straatemeier, M., & Klinkenberg, S. (2009). Rekenen in Rekenruimte: ook voor zwakke rekenaars?. *Tijdschrift voor Remedial Teaching, 17*(3), 18-21.
- Meyer, M. L., Salimpoor, V. N., Wu, S.S., Geary, D. C., & Menon, V. (2010). Differential contribution of specific working memory components to mathematics achievement in

Gewijzigde veldcode

2nd and 3rd graders. *Learning and Individual Differences*, 20, 101-109.

[doi:10.1016/j.lindif.2009.08.004](https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.08.004)

Naglieri, J. A., & Das, J. P. (1997). *Cognitive Assessment System*. Itasca, IL: Riverside Publishing.

Nederlandse Jeugdinstuut (2009). *Databank effectieve jeugdinterventies: Hulp bij het beschrijven en beoordelen van onderzoek*. Gevonden op 4 mei 2016, op <http://www.nji.nl/nl10/Download-NJi/Hulp-bij-het-beschrijven-en-beoordelen-van-onderzoek.docx>.

Passolunghi, M. C., & Mammarella, I. C. (2010). Spatial and visual working memory ability in children with difficulties in arithmetic word problem solving. *European Journal of Cognitive Psychology*, 22, 944-963. [doi:10.1080/09541440903091127](https://doi.org/10.1080/09541440903091127)

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](https://doi.org/10.1006/jecp.2000.2626)

Passolunghi, M. C., & Siegel, L. S. (2004). Working memory and access to numerical information in children with disability in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88, 348-367. [doi:10.1016/j.jecp.2004.04.002](https://doi.org/10.1016/j.jecp.2004.04.002)

Peijnenborgh, C. A. W., Hurks, M., Aldenkamp, P., Vles S. H., & Hendriksen, G. M. (2015). Efficacy of working memory training in children and adolescents with learning disabilities: A review study and meta-analysis. *Neuropsychological Rehabilitation: An International Journal*, 25, 37-41. [doi:10.1080/09602011.2015.1026356](https://doi.org/10.1080/09602011.2015.1026356)

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. [doi:10.1016/j.lindif.2009.10.005](https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.10.005)

Repovš, G., & Baddeley, A. (2006). The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, 139, 5-21. [doi:10.1016/j.neuroscience.2005.12.061](https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2005.12.061)

Scholte, E. M., & Van der Ploeg, J. D. (2005). *AVL-vragenlijst*. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum.

Smidts, D. P., & Huizinga, M. (2009). *BRIEF: Vragenlijst executieve functies voor 5-tot 18 jarigen*. Amsterdam: Hogrefe Uitgevers.

St. Claire-Thomson, H., Stevens, R., Hunt, A., & Bolder, E. (2010). Improving children's working memory and classroom performance. *Education Psychology*, 30, 203-219. [doi:10.1080/01443410903509259](https://doi.org/10.1080/01443410903509259)

Gewijzigde veldcode

Gewijzigde veldcode

Gewijzigde veldcode

- Thorell, L. B., Lindqvist, S., Nutley, S. B., Bohlin, G., & Klingberg, T. (2009). Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Developmental Science*, *12*, 106-113. doi:10.1111/j.1467-7687.2008.00745.x
- Titz, C., & Karbach, J. (2014). Working memory and executive functions: effects of training on academic achievement. *Psychological Research*, *78*, 852-868. doi:10.1007/s00426-013-0537-1
- Toll, S. W. M., Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2011). Executive functions as predictors of math learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, *44*, 521-532. doi:10.1177/0022219410387302
- 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*, *47*, 708-719. doi:10.3758/s13428-014-0469-8
- Van Luit, J. E. H. (2010). *Dyscalculie, een stoornis die telt*. Doetinchem: Graviant.
- Van Luit, J. E. H., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). De Utrechtse Getalbegrip Toets – Revised; het belang van vroegtijdige signalering. *Tijdschrift voor Orthopedagogiek*, *48*, 255-270.
- Van Yperen, T., & Van Bommel, M. (2009). *Erkenning interventies: Criteria 2009-2010*. Gevonden op 4 mei 2016, op <http://www.nji.nl/Erkenning-van-jeugdinterventies>
- Wagner, D., & Davis, B. (2010). Feeling number: grounding number sense is a sense of quantity. *Educational Studies in Mathematics*, *74*, 39-52. doi:10.1007/s10649-009-9226-9