

De effecten van verbale en visueel-ruimtelijke interferentie op rekenprestaties van
basisschoolkinderen

Nina van Kommer (6150098), Sophie Dobber (6096816)

Universiteit Utrecht

Cursus: Thesis Pedagogische Wetenschappen (200600042)

Docent: Ilona Friso-van den Bos

Datum: 25 juni 2018

Samenvatting

Rekenvaardigheden heeft iedereen in zijn leven nodig, maar hoe rekenen we dingen uit? Zijn sommen geautomatiseerd of wordt er gebruik gemaakt van compacte procedures? En welke onderdelen in het werkgeheugen gebruiken we hiervoor? In dit onderzoek is onderzocht wat het effect is van verbale en visueel-ruimtelijke interferentie op de rekenprestaties van kinderen uit groep vijf, zes en zeven ($N = 60$) met betrekking tot optel-, aftrek-, deel-, en vermenigvuldigsommen. De reactietijd van de kinderen werd gemeten tijdens het maken van de sommen, vanaf het moment dat ze de som zagen totdat ze het antwoord gaven. Hiernaast werd ook de accuratesse gemeten. Voor de analyses is gebruik gemaakt van een tweeweg herhaalde metingen ANOVA. Bij de verbale interferentie is ook gebruik gemaakt van een t -test met gepaarde metingen. Uit de resultaten blijkt dat er een significant verschil is tussen de basisconditie en de interferentiecondities en tussen de verschillende opgaven bij beide interferenties. Het interactie-effect van het type opgave en het type conditie op de reactietijd was alleen significant bij de verbale interferentie en niet bij de visueel-ruimtelijke interferentie. Uit de resultaten van de verbale interferentie blijkt dat de reactietijd van de basisconditie bij de optel-, en aftreksommen significant korter was dan de reactietijd op de verbale conditie. Voor de deel-, en vermenigvuldigsommen werd geen significant verschil gevonden. Bij de visueel-ruimtelijke interferentie gaven de kinderen meer juiste antwoorden bij de interferentie conditie dan bij de basisconditie. Er blijkt dus dat het verbale werkgeheugen een rol speelt bij de rekenprestaties. Bij het ontwikkelen van leermethoden kan hiermee rekening gehouden worden bij kinderen van de basisschool en bij kinderen met rekenproblemen. Verder onderzoek zou gedaan moeten worden naar de reactietijden met de visueel-ruimtelijke interferentie.

Trefwoorden: Werkgeheugen, verbale interferentie, visueel-ruimtelijke interferentie, rekenprestaties, compacte procedures

Abstract

Everyone needs math skills in their lives, but how do we calculate things? Are problems automated or are we using compact procedures? And which components of the working memory do we use for this? This study investigated the effect of verbal and visual-spatial interference on the arithmetic skills of children in grades three, four, and five ($N = 60$) with regard to addition, subtraction, multiplication, and division problems. The reaction time of the children was measured for answering arithmetic problems, from the moment they saw the problem until they gave the answer. Alongside the reaction time, the accuracy was measured. Data were analysed using a two-way repeated measurements ANOVA. A t -test with paired measurements was also used for the verbal interference. The results show

that there is a significant difference between the baseline condition and the interference condition, and between the different problems at both interferences. The interaction effect of the type of task and the type of condition on the reaction time was only significant for the verbal interference and not for the visual-spatial interference. The results of verbal interference show a significantly shorter reaction time during the baseline condition regarding the addition and subtraction problems than the reaction time on the verbal condition. No significant differences were found for the division and multiplication problems. For visual-spatial interference, the children gave more correct answers in the interference condition than in the baseline condition. This suggests that verbal working memory affects calculation performance. This can be taken into account when developing learning methods for children in primary school and children with mathematics learning difficulties. Further research should be done regarding reaction times for tasks with visual-spatial interference.

Keywords: Working memory, verbal interference, visual-spatial interference, math skills, compact strategies

De effecten van verbale en visueel-ruimtelijke interferentie op rekenprestaties van
basisschoolkinderen

Kinderen leren op jonge leeftijd om te rekenen. Deze vaardigheden zullen ze de rest van hun leven nodig hebben, bijvoorbeeld om in de supermarkt de prijs van de boodschappen uit te rekenen. Maar hoe rekenen we dit eigenlijk uit? Hiervoor zijn twee manieren, het ophalen van het antwoord uit het geheugen (Barrouillet, Mignon, & Thevenot, 2008), of door het antwoord uit te rekenen. In de huidige studie zal de relatie tussen rekenprestaties enerzijds en verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen anderzijds worden onderzocht.

Bij het uitrekenen van sommen gebruiken kinderen verschillende rekenstrategieën, waaronder het ophalen uit het geheugen (ze weten $2+4=6$), tellen ($2+3=2...3...4...5$), en het transformeren van sommen ($18+12=18+10=28+2=30$). Het is bewezen dat de strategie die gebruikt wordt samenhangt met de rekenvaardigheid (Imbo & Vandierendonck, 2006). Naarmate kinderen ouder worden en hun rekenvaardigheden verbeteren kunnen ze steeds meer geavanceerdere strategieën gebruiken, zoals bijvoorbeeld het transformeren van sommen (Geary, Hoard, Byrd-Craven, & DeSoto, 2004; Mabbot & Bisanz, 2003).

Over het automatiseren van rekenfeiten en het gebruik van compacte procedures is een discussie opgelaaid. Vroeger ging men ervan uit dat het berekenen van kleine rekensommen, wanneer vaak geoefend, een geautomatiseerd proces was. Er worden tussentijdse stappen uitgevoerd, maar deze worden niet geïnterpreteerd en er wordt daarbij geen gebruik gemaakt van het kortetermijngeheugen (Ericsson & Simon, 1980). Daarnaast kan het ook zo zijn dat het antwoord uit het lange termijn geheugen opgehaald wordt, waarbij de persoon het antwoord gewoon weet. Uit onderzoek komt naar voren dat volwassenen sneller een antwoord geven wanneer als eerste wordt aangegeven of het een optel- of aftreksom is, voordat de getallen worden gegeven (Fayol & Thevenot, 2012). Hierbij wordt gesuggereerd dat het antwoord niet uit het geheugen wordt opgehaald en dus niet is geautomatiseerd, maar dat er gebruik wordt gemaakt van compacte procedures, waarbij rekenfeiten snel worden uitgerekend, zoals snel tellen op de handen (Fayol & Thevenot, 2012). Deze conclusies ondersteunen het model van Anderson (1982) en de assumpties van Baroody (1983) dat er compacte procedures bestaan die net zo snel kunnen zijn als antwoorden ophalen uit het geheugen.

Het type sommen kan ook van invloed zijn op de automatisering van rekenfeiten of het gebruik van compacte procedures. Bij vermenigvuldigen is het effect van het sneller antwoord geven bij het eerst laten zien van het vermenigvuldigingsteken namelijk niet het geval. Dit komt doordat vermenigvuldigen het sterkst een beroep doet op het netwerk van

opgeslagen feiten in het geheugen (Galfano, Rusconi, & Umiltà, 2003; Rusconi, Galfano, Speriani, & Umiltà, 2004). Daarnaast is dit effect ook niet te zien wanneer bij het optellen en aftrekken de getallen hetzelfde zijn (LeFevre, Shanahan, & DeStefano, 2004). Door deze discussie en verschillen in typen sommen is het noodzakelijk dat er meer duidelijkheid komt over wanneer er gebruik wordt gemaakt van compacte procedures en wanneer een rekenfeit is geautomatiseerd.

Naast het gebruik van geavanceerde strategieën heeft ook het werkgeheugen een grote invloed op de rekenvaardigheden. Het werkgeheugen is een plek waar informatie opgeslagen en gemanipuleerd wordt op korte termijn (Baddeley, 1992). Baddeley (2000) onderscheidt vier componenten binnen het werkgeheugen, de *centrale bestuurder*, dit systeem controleert de aandacht; het *visueel-ruimtelijke schetsboek*, dit systeem manipuleert afbeeldingen; de *fonologische lus*, hierin wordt spraakgerichte informatie opgeslagen, dit is belangrijk voor het leren van talen (Baddeley, 1992); en ten slotte de *episodische buffer*, dit systeem biedt tijdelijke opslag van informatie, en kan deze informatie verbinden met informatie uit het lange termijngeheugen tot één beeld (Baddeley, 2000).

Voor het uitrekenen van rekensommen wordt onder andere gebruik gemaakt van het verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen. Dit zijn twee afzonderlijke onderdelen in het werkgeheugen (Shah & Miyake, 1996). Voor de rekenvaardigheden is de invloed van het visueel-ruimtelijk werkgeheugen bewezen (D'Amigo & Guarnera, 2005; Mammarella, Lucangeli, & Cornoldi, 2010; McKenzie et al., 2003; Meyer, Salimpoor, Wu, Geary, & Menon, 2010). Andere onderzoeken bewijzen daarnaast ook de invloed van het verbale werkgeheugen op de rekenvaardigheden (Andersson & Lyxell, 2007; Berg, 2008; Kyttälä, Aunio, & Hautamäki, 2010). Uit onderzoek blijkt dat vooral jonge kinderen gebruik maken van het visueel-ruimtelijk werkgeheugen, met strategieën zoals op de vingers tellen, en naarmate kinderen ouder wordt er meer gebruik wordt gemaakt van het verbale werkgeheugen, met strategieën zoals het gebruiken van een lied om sommen uit te rekenen, bij bijvoorbeeld de tafels (De Smedt et al., 2009; McKenzie, Bull, & Gray, 2003; Van de Weijer-Bergsma, Kroesbergen, & Van Luit, 2015).

Om te begrijpen wat de rollen zijn van het verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen moeten deze onderdelen gemanipuleerd worden (DeStefano & LeFevre, 2010). Door een participant een parallele taak uit te laten voeren die het verbale werkgeheugen bezighoudt naast het uitrekenen van een rekensom wordt het verbale werkgeheugen verstoord tijdens het berekenen van de som (Vandierendonck, De Vooght, & Van der Goten, 1998). Door deze interferentie kan de rol van het verbale werkgeheugen in relatie tot rekenvaardigheden verduidelijkt worden. Het is namelijk te verwachten dat bij

geautomatiseerde sommen de participant deze makkelijk uit kan rekenen, ook wanneer hij tegelijkertijd een afleidende taak uitvoert, en bij sommen waarbij compacte procedures nodig zijn dit lastiger zal gaan. Daarnaast laten McKenzie, Bull en Gray (2003) zien dat de prestatie van kinderen bij rekenvaardigheden is verminderd, wanneer er sprake was van visueel-ruimtelijke verstoringen, waardoor de automatisering van rekenfeiten dus ook verstoord wordt.

Uit de literatuur blijkt dus dat er een discussie is over het automatiseren van rekenfeiten. Daarnaast blijkt dat deze automatisering verschillend is voor verschillende typen sommen en dat rekenprocedures afhankelijk zijn van het verbale en visueel-ruimtelijk werkgeheugen. Daarentegen is er nog niet eerder onderzoek gedaan naar de rol van type sommen bij de automatisering van rekenfeiten en de interferentie van het verbale en visueel-ruimtelijk geheugen.

Met dit onderzoek wordt bijgedragen aan de kennis over het belang van het verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen op de rekenvaardigheden. Deze kennis kan onder andere gebruikt worden bij het ontwikkelen van studieplekken en leermethodes voor kinderen. Dit wordt onderzocht aan de hand van de volgende deelvragen: Is er verschil in de afname van rekenprestaties bij verbale interferentie ten opzichte van de basisconditie tussen optel-, aftrek-, vermenigvuldig- en deelsommen bij kinderen in groep vijf, zes en zeven? en is er een verschil in de afname van rekenprestaties bij visueel-ruimtelijke interferentie ten opzichte van een basisconditie tussen optel-, aftrek-, vermenigvuldig- en deelsommen bij kinderen van groep vijf, zes en zeven? Er wordt een afname van rekenprestaties verwacht bij beide interferenties ten opzichte van de basisconditie tussen optel-, aftrek-, vermenigvuldig- en deelsommen bij kinderen in groep vijf, zes en zeven, aangezien het belang van het verbale en visueel-ruimtelijke werkgeheugen bij rekenvaardigheden in verschillende onderzoeken bewezen is (Andersson & Lyxell, 2007; Berg, 2008; D'Amigo & Guarnera, 2005; Kyttälä et al., 2010; Mammarella, Lucangeli, & Cornoldi, 2010; McKenzie et al., 2003; Meyer, Salimpoor, Wu, Geary, & Menon, 2010). Daarnaast wordt er verwacht dat deze prestaties het minste afnemen bij vermenigvuldigingsopgaven, omdat deze het sterkste gecorreleerd is met de opgeslagen rekenfeiten in het werkgeheugen (Galfano, Rusconi, & Umiltà, 2003; Rusconi, Galfano, Speriani, & Umiltà, 2004).

Methode

Om de hypothesen te toetsen is een kwantitatief onderzoek uitgevoerd onder 60 kinderen uit de groepen vijf, zes en zeven. Er is voor een toetsend onderzoek gekozen, omdat de hypothesen die opgesteld zijn getoetst moeten worden.

Participanten

Er zijn voor dit onderzoek negen scholen in Nederland benaderd op basis van een gemakssteekproef. Binnen elke school zijn ongeveer twintig kinderen onderzocht variërend van groep vier tot en met groep zeven. In totaal zijn er 255 kinderen om toestemming gevraagd om mee te doen aan het onderzoek, waarvan 162 hebben meegedaan aan het onderzoek. 38 Kinderen wilden of mochten niet meedoen aan het onderzoek en van 51 kinderen is er geen reactie ontvangen. Van de 162 kinderen die uiteindelijk zijn getest, zijn er in totaal 60 kinderen meegenomen in de analyses in dit onderzoek, omdat alleen de kinderen in de analyses zijn meegenomen uit groep vijf, zes en zeven, die ook de vermenigvuldig- en deelsommen hebben gemaakt. Dit waren 4 kinderen uit groep vijf, 27 kinderen uit groep zes en 29 uit groep zeven. Er deden 25 jongens en 35 meisjes mee. Leeftijden lagen tussen de 8.6 en 12.5 jaar met een gemiddelde van 10.6 jaar ($SD = 0.7$). Er is voor deze steekproefgrootte gekozen om verzekerd te zijn van een power van 80% (Field, 2016). Het gebruikte programma, de Rekenkundige Interferentietaak, is gemaakt voor het huidige onderzoek en niet onderzocht op validiteit en betrouwbaarheid. Een verbale interferentietaak waarbij de participant zelf moest spreken, en een visueel ruimtelijke afleidende taak is betrouwbaar en valide gebleken in eerder onderzoek (Szmalec, Vandierendonck, & Kemp, 2005).

Rekenkundige Interferentietaak

De data is verzameld met behulp van het programma e-prime, waarbinnen gebruik is gemaakt van de taak de Rekenkundige Interferentietaak. De testleiders hebben vooraf een korte training gehad in het uitvoeren van de taak. Het programma gaf tijdens het uitvoeren van het onderzoek aan welke instructies de testleiders op welk moment aan de participanten moesten geven gedurende het onderzoek, waardoor er hier geen fouten in gemaakt konden worden. De kinderen maakten vier sets opgaven: optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen. Bij elke opgave kregen ze een opgave te zien samen met de instructie om zo snel mogelijk het antwoord te geven. De reactietijd werd gemeten door het programma vanaf het moment dat de opgave in beeld kwam, tot het moment dat het kind antwoord gaf en de testleider op enter drukte, hierna werd het antwoord door de testleider ingevuld. Dit werd gedaan in drie condities. De kinderen kregen na elke conditie te horen dat ze het goed deden, ongeacht de antwoorden die ze gaven.

Basisconditie. De opdracht begon met een basisconditie. Hierin kreeg het kind een opgave te zien samen met de instructie om hier zo snel mogelijk antwoord op te geven. Wanneer het kind het antwoord gegeven had, werd de reactietijd gemeten. Vervolgens werd het gegeven antwoord door de testleider ingevuld. Hierna werd weer op enter gedrukt en

kwam een klein icoon (<>) in beeld om te zorgen dat de aandacht van het kind naar het juiste plek op het scherm ging, en daarna verscheen de volgende opgave. De vier rekentaken hadden ieder een basisconditie met 20 opgaven waarin opgaven met getallen tussen de nul en de twaalf gevraagd werden.

Conditie met verbale interferentie. Na de basisconditie volgde een conditie met verbale interferentie. In deze conditie kreeg het kind de opdracht om een Nederlandstalig lied dat zij goed kenden te zingen tijdens het uitrekenen van de opgaven. Het kind mocht alleen even stoppen met zingen om het antwoord van de opgave te geven. De conditie met verbale interferentie bestond uit 20 opgaven, die opnieuw allemaal getallen tussen de nul en de twaalf bevatten. Deze conditie kreeg net als de basisconditie na elke opgave een lege pagina in beeld waarin de testleider het antwoord in kon vullen. Hierna drukte de testleider op enter en kwam er een muzieknoot in beeld, het kind wist dat het mocht blijven zingen en na de muzieknoot volgde de volgende opgave.

Conditie met visueel ruimtelijke interferentie. Ten slotte was er nog een conditie met een visueel-ruimtelijke interferentie. Dit hield in dat de participant een vooraf vastgesteld figuur op het scherm moest maken met zijn vinger terwijl de opgaven uitgerekend werden. Bij de optelopgaven was dit een vierkant en bij de aftrekopgaven een U-vorm, waarin het kind de opdracht kreeg om dezelfde weg terug te nemen wanneer het einde van de U was bereikt. Bij de vermenigvuldigopgaven was de vorm een ster en bij de deelsommen een lijn met hoge en lage punten. Het figuur dat de kinderen maakten met hun vinger bleef tijdens alle opgaven, onder de opgave, op het beeld staan zodat de kinderen deze de hele tijd konden volgen. Ook het scherm waarbij de testleider het antwoord invoerde had een afbeelding van de vorm. De conditie met visueel ruimtelijke interferentie bestond eveneens uit twintig opgaven met getallen tussen de nul en de twaalf.

Het gebruikte programma is gemaakt voor het huidige onderzoek en niet onderzocht op validiteit en betrouwbaarheid. Een verbale interferentietaak waarbij de participant zelf moest spreken, en een visueel ruimtelijke afleidende taak is betrouwbaar en valide gebleken in eerder onderzoek (Szmalec, Vandierendonck, & Kemp, 2005).

Procedure

Voor het huidige onderzoek zijn de kinderen getest op hun rekenvaardigheden met behulp van de Rekenkundige Interferentietaak. Voordat dit gedaan kon worden, moest elke onderzoeker een klas werven, waarbij iedere onderzoeker minimaal twintig kinderen moest testen. Ook hebben de onderzoekers geoefend met de testen die afgenomen zouden worden, zodat dit goed zou verlopen. De ouders kregen vooraf een brief met uitleg over het onderzoek en een informed consent brief, waarin ze toestemming konden geven voor hun

kind voor deelname aan het onderzoek. De kinderen die toestemming hadden gekregen werden uit de klas meegenomen naar een aparte ruimte binnen de school waar de kinderen werden getest onder toezicht van de getrainde testleider. De testen bestonden uit cognitieve experimenten op de computer, waarbij de kinderen sommen zo snel mogelijk moesten uitrekenen. Dit werd in twee sessie gedaan, om het kind zo min mogelijk te belasten. De eerste sessie bestond uit plus- en minsommen en een getallenlijntaak en de tweede sessie bestond uit vermenigvuldig- en deelsommen. Een sessie duurde ongeveer een kwartier per kind.

Data analyse

De eerste deelvraag gaat over of er een eventuele toename in reactietijd is tussen basisconditie en verbale interferentie en of dit verschilt tussen de typen opgaven en de tweede deelvraag gaat over of er een eventuele afname in accuratesse tussen basisconditie en visueel-ruimtelijk interferentie is en of dit verschilt tussen de opgaven. Er is bij de tweede deelvraag gebruik gemaakt van de accuratesse, omdat de reactietijd niet beschikbaar was vanwege een programmafout. De opgaven zijn optel-, aftrek-, vermenigvuldig- en deelopgaven. De variabele 'type opgaven' is in beide onderzoeksvragen de onafhankelijke variabele en is categoriaal. Bij deelvraag 1 gaat het om het verschil in de afname tussen de verbale interferentie en de basisconditie. Dit verschil in reactietijd is de afhankelijke variabele bij deelvraag 1. Bij deelvraag 2 gaat het om het verschil in de afname tussen de visueel-ruimtelijke interferentie en de basisconditie. Bij deze deelvraag is dit verschil in accuratesse de afhankelijke variabele. Beide onafhankelijke variabelen zijn continue variabelen uitgedrukt in milliseconden en aantal juiste antwoorden.

De analyse die is gebruikt in het huidige onderzoek is een tweeweg herhaalde metingen ANOVA om het verschil in afname tussen de reactietijd of aantal juiste antwoorden van de interferentie condities en de basisconditie tussen de verschillende soorten opgaven te analyseren. Om te onderzoeken tussen welke opgaven dit verschil zat is er daarna gebruik gemaakt van een *t*-test voor gepaarde metingen. De analyses zijn uitgevoerd met een betrouwbaarheidsinterval van 95% en een alpha van .05. Een eerste voorwaarde om een tweeweg herhaalde metingen ANOVA uit te voeren is dat de continue afhankelijke variabelen normaal verdeeld moeten zijn (Dien & Santuzzi, 2004). Dit is gecontroleerd door middel van een histogram. Een tweede voorwaarde is de sphericiteit, waarbij de varianties van de verschillen tussen de condities gelijk moeten zijn (Dien & Santuzzi, 2004). Dit is gecontroleerd met de Mauchly's test of sphericity. Daarnaast moet de afhankelijke variabele continu zijn, de onafhankelijke variabele moet categoriaal zijn en mogen er geen significante uitbijters/uitschieters zijn.

Resultaten

Voor het beantwoorden van de deelvragen zijn er beschrijvende statistieken, correlatieanalyses en tweeweg herhaalde metingen ANOVA uitgevoerd. Daarnaast is er een *t*-test voor gepaarde metingen uitgevoerd. Alle participanten met missende waarden zijn niet meegenomen in de analyse.

Verbale interferentie

Beschrijvende statistiek. In Tabel 1 zijn de gemiddelden, standaardafwijkingen en verschillen van de reactietijd op de conditie en het type opgave weergegeven.

Tabel 1

De Gemiddelden en Standaardafwijkingen van de Reactietijd in Milliseconden op de Opgaven en Conditie

Conditie	Optellen		Aftrekken		Delen		Vermenigvuldigen	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Basis	1446.63	337.14	1804.24	437.43	2534.02	539.61	1617.21	436.43
Verbaal	1884.17	518.27	2141.27	794.70	2702.29	580.80	1651.56	580.80
Vershil	-437.54	-181.13	-337.03	-357.27	-168.27	-41.19	-34.35	-144.37

Correlatie analyse. Correlaties tussen de verschillende variabelen zijn te vinden in Tabel 2. De variabelen hingen lineair samen, maar zes variabelen waren rechtsscheef verdeeld, hierom is een logaritmische transformatie uitgevoerd. Na de transformatie was alle data normaal verdeeld behalve de variabele delen op de verbale conditie, deze was nog steeds rechtsscheef verdeeld, om deze reden is gebruik gemaakt van Spearman's Rho voor het meten van de correlaties in plaats van de Pearson correlatie. In de correlatietabel is te zien dat alle variabelen significant correleerden.

Tweeweg herhaalde metingen ANOVA. Een 2 x 4 tweeweg herhaalde metingen ANOVA is gebruikt om het effect van een verbale interferentietaak op de reactietijd van het maken van sommen te meten.

De Shapiro-Wilk, *F*_{max} en de Machuly's test zijn gebruikt om de assumpties van de normaalverdeling, de homogeniteit van variantie en de sphericiteit te testen. De assumptie van sphericiteit is geschonden, dit is opgelost door de Huynh-Feldt Epsilon te gebruiken bij het vergelijken van de standaarddeviatie, de *F*-ratio en de significantie.

Tabel 2

Resultaten van Correlatie Analyse met gebruik van Spearman's Rho en correlatie gecorrigeerd op leeftijd

	+	+	-	-	x	x	:	:
	Basis	Verbaal	Basis	Verbaal	Basis	Verbaal	Basis	Verbaal
+ Basis		.74*	.85*	.74*	.69*	.69*	.76*	.79*
+Verbaal	.72*		.78*	.86*	.55*	.70*	.72*	.82*
- Basis	.85*	.79*		.77*	.72*	.69*	.75*	.81*
- Verbaal	.70*	.87*	.73*		.59*	.75*	.65*	.75*
X Basis	.68*	.51*	.70*	.52*		.66*	.62*	.61*
X Verbaal	.70*	.70*	.70*	.66*	.68*		.70*	.78*
: Basis	.72*	.69*	.75*	.61*	.61*	.69*		.90*
: Verbaal	.70*	.81*	.74*	.67*	.52*	.69*	.87*	

Noot. * $p < .05$. Boven de diagonaal correlaties aan de hand van Spearman's Rho, onder de diagonaal partiële correlaties met leeftijd als controlevariabele.

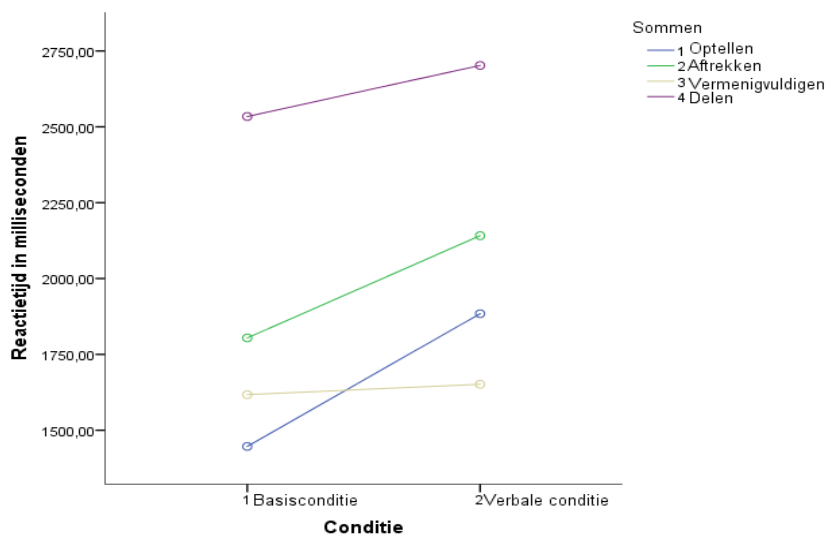
Er was een significant hoofdeffect voor de conditie $F(1,59) = 34.88, p < .001$, partial $\eta^2 = .37$ (dit is een groot effect; Field, 2016) met voor elke opgave een duidelijke toename in gemiddelde reactietijd. Hiernaast is er een significant hoofdeffect gevonden voor het type opgave op de reactiesnelheid $F(1.47, 86.76) = 112.78, p < .001$, partial $\eta^2 = .86$, de reactiesnelheid bij de deelopgaven was het hoogst, zie Figuur 1. Het interactie-effect van de type opgave en de conditie op de reactiesnelheid was ook significant $F(2.19, 124.99) = 22.72, p < .001$, partial $\eta^2 = .60$ (beide grote effecten; Field, 2016). Deze effecten betekenen dat er een verschil is tussen het type opgave wat betreft de toename in reactietijd bij de verbale interferentie ten opzichte van de basisconditie. De toename was het grootst van de baseline bij het optellen ($M = 1446.63, SD = 337.14$) naar de verbale conditie ($M = 1884.17, SD = 518.27$).

Er bleek een significant verschil ($p < .001$) van 244.30 milliseconden te zijn tussen de reactietijd bij de basisconditie en de verbale conditie, waarbij de reactietijd op de verbale conditie langzamer was (95% betrouwbaarheidsinterval -350,05 tot -138,54). In Tabel 3 staan de verschillen tussen de type opgaven beschreven.

Tabel 3

Pairwise Comparisons van het Verschil in Gemiddelden Tussen de Typen Opgaven

		Verschil M	SD	p	95% BI
+	-	-.07	0.01	<.001	[-.08, -.06]
	:	0.02	0.01	.23	[-.01, .03]
	x	-.18	0.01	<.001	[-.20, -.15]
-	+	0.07	0.01	<.001	[.06, .08]
	:	0.08	0.01	<.001	[.06, .11]
	x	-0.11	0.01	<.001	[-.14, -.08]
:	+	-0.01	0.01	.23	[-.03, .01]
	-	-0.08	0.01	<.001	[-.11, -.06]
	x	-0.19	0.02	<.001	[-.22, -.16]
x	+	0.18	0.01	<.001	[.15, .20]
	-	0.11	0.01	<.001	[.08, .14]
	:	0.19	0.02	<.001	[.16, .22]



Figuur 1. Verschilscores per Opgave en per Conditie op de Reactietijd

Significantie verschillcores. Een *t*-test met gepaarde metingen met een α van .05 is uitgevoerd om de significantie van de gemiddelde reactietijden op de basisconditie en de verbale conditie per opgave te berekenen. De kinderen reageerden tijdens de basisconditie van het optellen ($M=3.15$, $SD=0.1$) significant ($p < .001$) sneller dan tijdens de verbale conditie ($M=3.26$, $SD=0.12$), $t(59) = -10.53$. Voor de aftrekopgaven gold eveneens dat de kinderen significant ($p < .001$) sneller reageerden tijdens de basisconditie ($M=3.24$, $SD=0.10$) dan tijdens de verbale conditie ($M=3.31$, $SD=0.14$), $t(59)=-5,13$, ($p < .001$). Op de deel- en vermenigvuldigopgaven waren de verschillen niet significant.

Visueel-ruimtelijke interferentie

Beschrijvende statistiek. In Tabel 4 zijn de gemiddelden van het aantal juiste antwoorden beschreven per opgave en per conditie met de standaardafwijking. Uit de tabel blijkt dat de participanten bij elke opgave meer juiste antwoorden gaven bij de visueel-ruimtelijke interferentie in vergelijking met de basisconditie.

Tabel 4

Aantal Juiste Antwoorden bij de Basisconditie en Visueel-ruimtelijke Conditie

Conditie	Optellen		Aftrekken		Vermenigvuldigen		Delen	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Basis	19.60	0.81	19.41	1.01	19.53	0.62	18.02	2.57
Visueel-ruimtelijk	19.65	0.69	19.57	.70	19.72	0.59	18.63	2.24
Verschil	-0.05	0.11	-0.16	0.31	-0.19	0.03	-0.61	0.33

Correlatie analyse. In Tabel 5 zijn de correlaties tussen de verschillende afhankelijke variabelen weergegeven. Uit de histogrammen bleek dat de afhankelijke variabelen niet normaal verdeeld waren. Alle afhankelijke variabelen waren scheef naar links verdeeld. Het was niet mogelijk de data te transformeren, aangezien veel kinderen het maximumaantal juiste antwoorden hadden gegeven. Hierom is gebruik gemaakt van Spearman's Rho in plaats van Pearson bij het uitvoeren van de correlaties.

Tabel 5

Resultaten van Correlatie Analyse met gebruik van Spearman's Rho

	+	+	-	-	x	x	:	:
	Basis	Visueel	Basis	Visueel	Basis	Visueel	Basis	Visueel
+ Basis								.
+Visueel	.10							
- Basis	.11	.23						
- Visueel	.09	-.11	-.02					
x Basis	.21	.04	.06	.31*				
x Visueel	.38*	.12	.07	.04	.29*			
: Basis	-.19	-.07	-.12	.10	-.06	-.22		
: Visueel	.12	-.18	-.20	.12	.05	-.05	.49*	

* $p < .005$

Tweeweg herhaalde metingen ANOVA. Met de Mauchly's test of sphericity is gekeken of er werd voldaan aan de sphericiteit, waarbij de varianties van de verschildscores tussen de condities gelijk zijn. Dit bleek niet het geval ($p < .001$). Daarom is er bij de two-way repeated measures ANOVA gekozen voor de Huynh-Feldt correctie.

Uit Tabel 6 blijkt dat er een statistisch significant verschil te zien was bij het aantal juiste antwoorden tussen de basisconditie en de visueel-ruimtelijke conditie. Het gemiddelde verschil in aantal juiste antwoorden tussen de basisconditie en visueel-ruimtelijke interferentie was 0.25. Daarnaast was er ook een statistisch significant verschil tussen de verschillende soorten opgaven. In tabel 7 zijn de pairwise comparisons te zien van de verschillende soorten opgaven, waarbij er statistisch significante verschillen waren. Hieruit blijkt dat er significante verschillen waren tussen delen en optellen, tussen delen en aftrekken en tussen delen en vermenigvuldigen, waarbij delen bij gemiddeld het minste aantal juiste antwoorden had. Tussen de andere opgaven zat geen statistisch significant verschil. Het interactie-effect van de condities met de typen sommen was niet significant.

Tabel 6

Two-way Repeated Measures ANOVA

	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2	Effectgrootte
Conditie	7.50	1	7.50	12.38	.001	.17	Groot
Som	143.00	1.23	116.98	16.58	<.001	.22	Groot
Conditie*Som	5.67	2.34	2.42	2.26	.100	.04	Middelgroot

Tabel 7

Pairwise Comparisons van het Verschil in Gemiddelden Tussen de Typen Opgaven

		<i>Verschil M</i>	<i>SD</i>	<i>p</i>	<i>95% BI</i>
+	-	.13	.09	.162	[-.06,.32]
	X	.00	.07	1.00	[-.15,.15]
	:	1.30	.31	<.001	[.68,1.92]
-	+	-.13	.09	.162	[-.32,.06]
	X	-.13	.09	.159	[-.32,.05]
	:	1.17	.28	<.001	[.62,1.72]
x	+	.00	.07	1.000	[-.15,.15]
	-	.13	.09	.159	[-.05,.32]
	:	1.30	.31	<.001	[.69,1.91]
:	+	-1.30	.31	<.001	[-1.92,-.68]
	-	-1.17	.28	<.001	[-1.72,-.62]
	X	-1.30	.31	<.001	[-1.91,-.69]

Discussie

Het doel van dit onderzoek was om bij te dragen aan de kennis over het belang van het verbale en visueel-ruimtelijke werkgeheugen aan rekenprestaties. Dit werd onderzocht aan de hand van twee deelvragen. De eerste deelvraag ging over het verschil in de afname van rekenprestaties bij verbale interferentie ten opzichte van de basisconditie tussen optel-, aftrek-, vermenigvuldig- en deelsommen bij kinderen in groep vijf, zes en zeven. De tweede deelvraag ging over het verschil in de afname van rekenprestaties bij visueel-ruimtelijke interferentie. Bij beide interferenties werd een afname van rekenprestaties verwacht ten opzichte van de basisconditie tussen optel-, aftrek-, vermenigvuldig- en deelsommen (Andersson & Lyxell, 2007; Berg, 2008; D'Amigo & Guarnera, 2005; Kyttälä et al., 2010; Mammarella, Lucangeli, & Cornoldi, 2010; McKenzie et al., 2003; Meyer, Salimpoor, Wu, Geary, & Menon, 2010).

De resultaten van de deelvraag over het effect van verbale interferentie geven aan dat er zoals verwacht volgens de hypothese inderdaad een statistisch significant verschil in reactietijd zit tussen de basisconditie en de verbale conditie. Wanneer gekeken werd naar de type opgaven was te zien dat de kinderen langzamer reageerden in de verbale conditie bij de optel-, en aftreksommen, maar bij de vermenigvuldig-, en deelsommen reageerden de kinderen niet significant langzamer. Dit kan komen doordat het verbale werkgeheugen niet nodig is voor het produceren van geautomatiseerde rekenfeiten, waardoor de rekenprestatie niet afneemt. De kinderen kenden bijvoorbeeld de tafels van de vermenigvuldigsommen goed uit hun hoofd waardoor ze altijd snel antwoord konden geven op de vragen ongeacht de conditie (Galfano, Rusconi, & Umiltà, 2003; Rusconi, Galfano, Speriani, & Umiltà, 2004). Verder kan dit komen doordat de optel-, en aftreksommen als eerst getest werden, waardoor een leereffect is ontstaan en de kinderen de vermenigvuldig-, en deelsommen daarna sneller konden beantwoorden. De afwezigheid van toename in reactietijd bij de deelsommen kan verklaard worden door de variabele delen op de verbale conditie die niet normaal, maar rechtsscheef verdeeld was. Een tweede resultaat is dat de type sommen allemaal significant van elkaar verschilden, behalve de optel-, en deelopgaven. De reactietijd voor deze twee type opgaven was langer dan die van de andere opgaven. Uit de reactietijd op de deelsommen blijkt dat dit het lastigste onderdeel was, waardoor de reactietijd ook langer was. Verder werden de optelsommen als eerste getest en waren de kinderen hierdoor wat zenuwachtiger voor het testen en moesten ze wennen, waardoor ze langzamer reageerden.

Bij de interpretatie van de resultaten van de tweede deelvraag over de visueel-ruimtelijke interferentie moet er ten eerste rekening mee gehouden worden dat er door een

fout geen reactietijden zijn gemeten. Hierdoor was de uitkomstmaat veranderd van reactietijd naar het aantal juiste antwoorden. Aangezien deze uitkomstmaat maar een maximum van twintig vragen per soort opgaven had en de kinderen vaak het maximumaantal antwoorden goed hadden, heeft dit voor vertekening in de resultaten gezorgd. Daarnaast kan er ook vertekening hebben opgetreden, doordat de uitkomstvariabelen scheef naar links verdeeld waren. De resultaten moeten dus met voorzichtigheid worden geïnterpreteerd. Als eerste blijkt dat de resultaten van de correlaties erg laag zijn. Dit komt waarschijnlijk doordat een groot deel van de weinige bestaande variantie te wijten was aan meetfouten; de vaardigheid van kinderen om de gekozen opgaven accuraat op te lossen varieerde weinig tot niet. Dus als het kind een extra fout zou hebben gemaakt, zou dit niet veel verschil in de resultaten hebben gebracht. Er was sprake van onvoldoende differentiatie. Ten tweede blijkt dat er een statistisch significant verschil zat tussen de basisconditie en de interferentie. De participanten gaven gemiddeld meer juiste antwoorden bij de visueel-ruimtelijke interferentie ten opzichte van de basisconditie. Dit is in tegenstelling met de opgestelde hypothese en de literatuur (D'Amigo & Guarnera, 2005; Mammarella, Lucangeli, & Cornoldi, 2010; McKenzie et al., 2003; Meyer, Salimpoor, Wu, Geary, & Menon, 2010). Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat de participanten inmiddels gewend waren aan de sommen en methode van de testen en minder zenuwachtig waren bij de interferentie, waardoor ze meer goede antwoorden gaven. Een andere verklaring kan zijn dat de kinderen de sommen moeilijker vonden met de interferentietask en daardoor alerter waren, waardoor ze meer goede antwoorden gaven. Ten derde komt uit de resultaten naar voren dat er ook een statistisch significant verschil zat tussen de verschillende soorten opgaven. Deze verschillen zaten tussen delen en optrekken, delen en aftrekken en delen en vermenigvuldigen, waarbij bij de deelsommen het kleinst aantal juiste antwoorden werd gegeven. Dit zou kunnen komen, doordat de participanten het meeste moeite hadden met de deelsommen. Het interactie-effect met de condities en soorten opgaven was niet significant. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat de verschillen in uitkomsten allemaal heel dicht bij elkaar lagen en de uitkomsten dus niet te maken hebben met de rekenprestaties van het kind, maar met een meetfout, zoals eerder aangegeven.

Sterke punten en limitaties

Dit onderzoek bevat een aantal limitaties en sterke punten. Een eerste limitatie van dit onderzoek is de kleine steekproef. Er zijn 162 kinderen onderzocht, maar voor dit onderzoek is de data van 60 kinderen gebruikt. Hierdoor kunnen de resultaten van het onderzoek minder gegeneraliseerd worden dan wanneer alle kinderen meegenomen waren

in de analyse, desondanks is er nog sprake van een power van 80% (Field, 2016). Een tweede limitatie is dat door een fout de reactietijden van de visueel-ruimtelijke interferentie niet zijn gemeten, waardoor er gebruik gemaakt moest worden van de uitkomstmaat aantal juiste antwoorden. Deze uitkomstmaat heeft waarschijnlijk voor vertekening in de resultaten gezorgd, omdat veel participanten vaak het maximumaantal juiste antwoorden hadden gegeven. Ten slotte vond een deel van de kinderen het ongemakkelijk of gênant om te zingen voor het onderzoek, of wilden ze eerst hun zin afmaken voor ze antwoord gaven terwijl ze het antwoord al eerder wisten. Dit maakt de reactietijd op de verbale conditie deels onbetrouwbaar.

Een sterk punt van dit onderzoek is dat de testleiders van tevoren een training hebben gehad met het programma, zodat de dataverzameling goed uitgevoerd kon worden. Een tweede sterk punt is dat er rekening is gehouden met de belastbaarheid van de kinderen door de testen op twee verschillende momenten af te nemen. Hierdoor verloren ze hun concentratie niet en konden ze zich goed concentreren op de opgaven. Ten derde werden de testen afgenomen in een stille ruimte, waardoor de kinderen niet gestoord konden worden. Als laatste zijn de resultaten generaliseerbaar voor de groepen zes en zeven van basisscholen in Nederland.

Praktische aanbevelingen en verder onderzoek

Met de resultaten van dit onderzoek kunnen een aantal aanbevelingen gedaan worden. Uit de resultaten blijkt dat het verbale werkgeheugen van invloed zijn op de rekenprestaties. Bij het ontwikkelen van leermethoden voor het rekenen kan hiermee rekening gehouden worden bij kinderen van de basisschool, en bij kinderen met rekenproblemen. Vooral bij het optellen en aftrekken zou rekening gehouden moeten worden met het verbale werkgeheugen. Dit kan gedaan worden door het ontwikkelen van rekenstrategieën binnen de leermethoden die zich richten op andere delen van het werkgeheugen dan het verbale werkgeheugen, hierdoor wordt het verbale werkgeheugen minder belast tijdens het rekenen. Ook kunnen klaslokalen ingericht worden op een manier waarbij er weinig verbale afleiding is, om de rekenprestaties van de kinderen te vergroten.

Verder onderzoek zou gedaan moeten worden naar de visueel-ruimtelijk interferentie bij rekenprestaties, waarbij er wel geanalyseerd kan worden met reactietijden. Hier zouden wel effecten gevonden kunnen worden en meer aanbevelingen mee gedaan kunnen worden. Daarnaast zou er ook onderzocht kunnen worden of er verschillen zijn bij verschillende leeftijden, waarschijnlijk lag de reactietijd in dit onderzoek van de kinderen uit groep vijf lager dan van de kinderen uit groep zeven. Hiermee zouden de leermethoden aangepast kunnen worden aan de leeftijd van het kind, en hun werkgeheugencapaciteit.

Referenties

- Anderson, J. R. (1982). Acquisition of cognitive skill. *Psychological Review*, 89, 369.
doi:10.1037/0033-295X.89.4.369
- Andersson, U., Lyxell, B. (2007). Working memory deficit in children with mathematical difficulties: A general or specific deficit? *Journal of Experimental Child Psychology*, 96, 197-228. doi:10.1016/j.jecp.2006.10.001
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556-559.
doi:10.1126/science.1736359
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Neurosciences*, 4, 417-423. doi:10.1016/S1364-6613(00)01538-2
- Baroody, A. J. (1983). The development of procedural knowledge: An alternative explanation for chronometric trends of mental arithmetic. *Developmental Review*, 3, 225-230. doi:10.1016/0273-2297(83)90031-X
- Barrouillet, P., Mignon, M., Thevenot, C. (2008). Strategies in subtraction problem solving in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 99, 233-251.
doi:10.1016/j.jecp.2007.12.001
- 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
- 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
- De Smedt, B., Janssen, R., Bouwens, K., Verschaffel, L., Boets, B., & Ghesquière, P. (2009). Working memory and individual differences in mathematics achievement: A longitudinal study from first grade to second grade. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 186-201. doi: 10.1016/j.jecp.2009.01.004
- DeStefano, D., LeFevre, J. (2010). The role of working memory in mental arithmetic. *European Journal of Cognitive Psychology*, 16, 353-368.
doi:10.1080/09541440244000328
- Dien, J., & Santuzzi, A. M. (2004). 4 Application of Repeated Measures ANOVA to High-Density ERP. In T. Handy (Ed.), *Event-related potentials: A methods handbook* (pp. 57-81). London, England: The MIT Press.
- Ericsson, K.A., Simon, H.A. (1980). Verbal reports as data. *Psychological Review*, 87(3), 215-

249. <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/37092743/Ericsson-Simon80.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1519397763&Signature=libd%2F9ULf9RI3fGfhzmf8AUb90Y%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEricsson-Simon80.pdf>
- Fayol, M., & Thevenot, C. (2012). The use of procedural knowledge in simple addition and subtraction problems. *Cognition*, *123*, 392-403. doi:10.1016/j.cognition.2012.02.008
- Field, A. (2016). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. London, England: Sage.
- Galfano, G., Rusconi, E., & Umiltà, C. (2003). Automatic activation of multiplication facts: Evidence from the nodes adjacent to the product. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, *56*, 31-61. doi:10.1080/02724980244000332
- Geary, D.C., 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
- 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
- Kyttälä, M., Aunio, P., Hautamäki, J. (2010). Working memory resources in young children with mathematical difficulties. *Scandinavian Journal of Psychology*, *51*, 1-15. doi:10.1111/j.1467-9450.2009.00736.x
- LeFevre, J. A., Shanahan, T., & DeStefano, D. (2004). The tie effect in simple arithmetic: An access-based account. *Memory & Cognition*, *32*, 1019-1031. doi:10.3758/BF03196878
- Mabbot, J. D., Bisanz, J. (2003). Developmental change and individual differences in children's multiplication. *Child Development*, *74*, 1091-1107. doi:10.1111/1467-8624.00594
- Mammarella, I.C., Lucangeli, D., Cornoldi, C. (2010). Spatial working memory and arithmetic deficits in children with nonverbal learning difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, *43*, 455-468. doi:10.1177/0022219409355482
- McKenzie, B., Bull, R., & Gray, C. (2003). The effects of phonological and visual-spatial interference on children's arithmetical performance. *Educational and Child Psychology*, *20*, 93-108. Verkregen via:

- https://www.researchgate.net/profile/Rebecca_Bull/publication/285025652_The_effects_of_phonological_and_visual-spatial_interference_on_children%27s_arithmetic_performance/links/5853552308ae7d33e01ab741/The-effects-of-phonological-and-visual-spatial-interference-on-childrens-arithmetic-performance.pdf
- Meyer, M.L., Salimpoor, V.N., Wu, S.S., Geary, D.C., Menon, V. (2010). Differential contribution of specific components to mathematics achievement in 2nd and 3rd graders. *Learning and Individual Differences, 20*, 101-109. doi:10.1016/j.lindif.2009.08.004
- Rusconi, E., Galfano, G., Speriani, V., & Umiltà, C. (2004). Capacity and contextual constraints on product activation: Evidence from task-irrelevant fact retrieval. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A, 57*, 1485-1512. doi:10.1080/02724980343000873
- Shah, P., Miyake, A. (1996). The separability of working memory resources for spatial thinking and language processing: An individual differences approach. *Journal of experimental psychology, 125*, 4-27. doi:10.1037/0096-3445.125.1.4
- Szmales, A., Vandierendonck, A. & Kemps, E. (2005). Response selection involves executive control: Evidence from the selective interference paradigm. *Memory & Cognition, 33*, 531-541. doi:10.3758/BF03193069
- Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2015). Verbal and visual-spatial working memory and mathematical ability in different domains throughout primary school. *Memory & cognition, 43*, 367-378. doi:10.3758/s13421-014-0480-4
- Van Luit, J. E. H., & Ruijsenaars, A. J. J. M. (2004). Dyscalculie, zin en onzin. *Rekenwiskundeonderwijs: Onderzoek, Ontwikkeling, Praktijk, 23*, 3-8. Verkregen via: <http://www.cdbeta.uu.nl/publicaties/literatuur/6302.pdf>
- Vandierendonck, A., De Vooght, G., Van der Goten, K. (1998). Interfering with the central executive by means of a random interval repetition task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 51*, 197-218. doi:10.1080/713755748