

Running head: REKENPRESTATIES, PARALLELE WERKGEHEUGENTAAK

Interferentie van een Parallele Werkgeheugentaak op Rekenprestaties

Thesis Pedagogische Wetenschappen (200600042)

Docent: Ilona Friso-van den Bos

Inleverdatum: 23-06-2018

Roos-Anne van der Steen (5699045)

Minouk Visser (6256732)

Pleun Smidt (5725666)

Abstract

Background. The aim of this study was to examine the role of working memory in arithmetic fact production. When working memory is being occupied by a verbal or visual-spatial working memory task, it is possible to look at whether this interferes with arithmetic performance. The main research question was: To what extent does a parallel working memory task interfere with performance on subtraction items? This involved two sub-questions, for a verbal and a visual-spatial work memory task. In addition, the last sub-question was: To what extent do boys and girls differ with or without a parallel visual-spatial work memory task in terms of arithmetic performance on subtraction items? **Hypotheses.** The hypothesis for the first two sub-questions was that a difference can be seen, because working memory is necessary to calculate. For the last sub-question the hypothesis was that there is a difference between boys and girls where the scores of boys differ less from the interference task in relation to the baseline. **Method.** Data from 162 primary school students from grades 2 to 5 between the age of 7;2 and 12;7 years was analyzed with a Wilcoxon Signed-Rank Test and a Repeated Measures ANCOVA. **Results and Conclusion.** The analysis showed that children did not perform significantly differently with a visual-spatial or verbal interference task with in comparison to the baseline task. It also showed that there was no difference between boys and girls in terms of interference effects. So, the arithmetic skills were being automated well. **Keywords.** Automating, Interference, Gender, Working Memory, Arithmetic Performance.

Interferentie van een Parallele Werkgeheugentaak bij Rekenprestaties

De basisvaardigheden van rekenen van kinderen, zoals optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen, zijn van groot belang voor de verdere resultaten op school en in de maatschappij (Henkens, 2011). Het automatiseren van deze basisvaardigheden is dan ook een van de doelen van het basisonderwijs (Zwik, 2014). Om de rekenbasisvaardigheden van kinderen te verbeteren moet bekend zijn hoe deze zich verhouden tot hun rekenprestaties. Met deze informatie zou het rekenonderwijs verbeterd kunnen worden. In deze studie zal er onderzoek worden gedaan naar de rol van het automatiseren van rekenfeiten bij rekenprestaties.

Uit de literatuur blijkt dat er verschillende manieren zijn om een juist antwoord te geven op een rekenopgave. De eerste manier om opgaven uit te rekenen is door middel van automatiseren (Núñez-Peña & Honrubia-Serrano, 2004). Bij automatisering worden rekenhandelingen vrijwel routinematig uitgevoerd. Op het moment dat de rekenhandelingen geautomatiseerd zijn wordt het werkgeheugen nauwelijks gebruikt, omdat de rekenhandelingen direct uit het langetermijngeheugen worden opgehaald (Ruijsenaars, van Luit, & van Lieshout, 2004). Doordat het werkgeheugen nauwelijks gebruikt wordt, blijft dit beschikbaar om te gebruiken bij complexere opgaven (Titz & Karbach, 2014). Het werkgeheugen is het vermogen om informatie tijdelijk op te slaan en te verwerken (Andersson, 2008; Friso-van den Bos, van der Ven, Kroesbergen, & van Luit, 2013; Holmes & Adams, 2006; Imbo & Vandierendonck, 2006; Passolunghi, Mammarella, & Altoè, 2008). Onderzoek laat zien dat er een verband is tussen automatiseren en goede rekenvaardigheden (Berends & Van Lieshout, 2009; Ruijsenaars, van Luit, & van Lieshout, 2004).

Een andere manier om rekenopgaven op te lossen is met het gebruik van rekenprocedures. Dit houdt in dat een kind door middel van een bepaalde strategie op het antwoord komt (Canobi & Bethune, 2008; Fayol & Thevenot, 2012). Voorbeelden hiervan zijn tellen op je vingers en het transformeren van opgaven ($23+25 = 20+20+8 = 48$) (Berg, 2008; Imbo & Vandierendonck, 2006). Voor het gebruik van de rekenprocedures wordt, in tegenstelling tot de automatisering, het werkgeheugen wel gebruikt (Berg, 2008; Raghubar, Barnes, & Hecht, 2010).

Recentelijk is echter de discussie ontstaan of snel geproduceerde rekenfeiten wel echt geautomatiseerd uit het geheugen worden opgehaald, of dat er een rekenprocedure wordt uitgevoerd die zich kenmerkt door snelheid en efficiëntie, bekend als een compacte procedure. Bij de compacte procedures lijken de rekenhandelingen geautomatiseerd te zijn door de korte reactiesnelheid. Toch blijkt dat bij deze opgaven het werkgeheugen wel gebruikt wordt, in tegenstelling tot de geautomatiseerde handelingen. Bovendien worden de handelingen, net als bij de rekenprocedures, uitgevoerd in het korte termijngeheugen (Fayol & Thevenot, 2012). Het National Mathematics Advisory Panel

(2008) geeft aan dat het gebruik van de compacte procedures minder efficiënt is dan geautomatiseerde handelingen. Dit is mogelijk te verklaren vanuit het feit dat bij de geautomatiseerde handelingen het werkgeheugen beschikbaar blijft voor andere taken.

Het werkgeheugen bestaat uit drie componenten, namelijk de centrale executieve, de fonologische lus en het visueel-ruimtelijke kladblok (Raghubar et al., 2010). De fonologische lus, ook wel het verbale werkgeheugen, slaat spraak-gerelateerde informatie op. Het verbale werkgeheugen wordt bij rekenhandelingen gebruikt voor het herhalen en vasthouden van rekenkundige elementen (Baddeley, 2012; Berg, 2008). Door de opgave te herhalen kunnen bijvoorbeeld tussenantwoorden onthouden worden. Er wordt een zekere positieve bijdrage gevonden van het verbale werkgeheugen bij schoolvaardigheden (Bull, Espy, & Wiebe, 2008).

De tweede component van het werkgeheugen is het visueel-ruimtelijke kladblok, ook wel het visueel-ruimtelijke werkgeheugen genoemd. Hierin wordt visuele informatie voor korte tijd vastgehouden, zodat het teruggehaald en bewerkt kan worden (Baddeley, 1992; Raghubar et al., 2010). Een voorbeeld is door middel van een getallenlijn of met het gebruik van blokjes opgaven uit te rekenen. Veel onderzoeken vinden een significant verband tussen het visueel-ruimtelijke kladblok en rekenprestaties (Bull et al., 2008; Holmes & Adams, 2006; Simmons, Willis, & Adams, 2012).

Door het werkgeheugen te bezetten met een verbale of visueel-ruimtelijke werkgeheugentaak, kan er gekeken worden naar welke rol de werkgeheugen componenten spelen bij rekenprestaties (Brown, 1997; Titz & Karbach, 2014; McKenzie, Bull, & Gray, 2003). Dit wordt ook wel een *Dual Task* genoemd. Hierbij moeten deelnemers rekenopgaven maken en ondertussen wordt er door middel van een andere taak beroep gedaan op hun verbale of visueel-ruimtelijke werkgeheugen, ook wel een interferentietask genoemd (Raghubar et al., 2010). Wanneer opgaven worden uitgerekend zonder interferentietask wordt dit de basisconditie genoemd. Omdat het werkgeheugen bezet wordt door een parallelle interferentietask, zal dit niet of minder goed gebruikt kunnen worden bij het maken van rekenopgaven. De rekenprestaties zullen hierdoor slechter zijn.

Er blijkt sprake te zijn van significante sekseverschillen in rekenvaardigheden ten gunste van jongens (Brunner, Krauss, & Kunter, 2008; Friedman, 1995; Gallagher & De Lisi, 1994; Gallagher et al., 2000). Deze sekseverschillen zijn al in het begin van het basisonderwijs zichtbaar (Klibanoff, Levine, Huttenlocher, Vasilyeva, & Hedges, 2006). Jongens blijken beter te zijn in complexe berekeningen en bezitten een snellere verwerking van strategieën. Hierdoor hebben zij een voordeel op prestatietests waarbij tijdsduur een belangrijke rol speelt (Anglin, Pirson, & Langer, 2008; Carr, Steiner, Kyser, & Biddlecomb, 2008). Daarnaast zijn meisjes minder goed in staat om schoolprogramma's aan te gaan die een sterke wiskundige achtergrond vereisen (Hedges

& Nowell, 1995), dit terwijl er een aanzienlijke toename wordt verwacht van de vraag naar vrouwelijke wetenschappers en ingenieurs (Carr et al., 2008). Tevens hebben meisjes vaker een negatieve houding tegenover rekenen, hebben zij minder vertrouwen in hun rekenkundige vaardigheden en ondervinden zij meer angst om te rekenen. Waar jongens een snellere verwerking van strategieën bezitten, maken meisjes vaak gebruik van strategieën die zij in de klas leren wat resulteert in het niet zelf op onderzoek uitgaan (Anglin et al., 2008). In deze studie wordt in kaart gebracht in hoeverre er verschil is tussen jongens en meisjes wat betreft een eventuele afname tussen de visueel-ruimtelijke interferentietask en de basisconditie. Als er sprake is van een sterkere afname bij jongens, zou dat kunnen betekenen dat jongens zich meer baseren op de visueel-ruimtelijke component van het werkgeheugen dan meisjes.

In dit onderzoek wordt gekeken naar aftrekopgaven. Uit onderzoek waar gebruik is gemaakt van een parallelle werkgeheugentaak, blijkt dat het uitrekenen van aftrekopgaven zich meer baseert op strategieën dan optel- of vermenigvuldig-opgaven. Het uitrekenen van aftrekopgaven doet een groter beroep op het werkgeheugen (Canobi & Bethune, 2008; Fayol & Thevenot, 2012). Welke procedures leiden tot goede rekenprestaties en welk deel van het werkgeheugen gebruikt wordt voor aftrekopgaven is nog onbekend (Seyler, Kirk, & Ashcraft, 2003). Het gebrek aan onderzoek naar welk deel van het werkgeheugen interfereert bij het uitrekenen van aftrekopgaven heeft geleid tot dit onderzoek.

Hierdoor is de onderzoeksvraag van deze studie als volgt: In hoeverre interfereert een parallelle werkgeheugentaak met de prestaties van leerlingen op aftrekopgaven? Hierbij worden drie deelvragen behandeld. De eerste deelvraag is: In hoeverre verschillen prestaties van leerlingen met of zonder een parallelle verbale werkgeheugentaak wat betreft aftrekopgaven? De tweede deelvraag is: In hoeverre verschillen prestaties van leerlingen met of zonder een parallelle visueel-ruimtelijke werkgeheugentaak wat betreft aftrekopgaven? De hypothese voor beide deelvragen is dat er een afname te zien is van de score op de interferentie conditie ten opzichte van de basisconditie, omdat het werkgeheugen gebruikt wordt en nodig is om te rekenen. Als blijkt dat deze afname er is, dan zijn de aftrekopgaven nog niet volledig geautomatiseerd. Het onderwijs zou nog meer aandacht kunnen besteden aan de rekenbasisvaardigheden. Tot slot is de derde deelvraag: In hoeverre verschillen jongens en meisjes wat betreft een eventuele afname van prestaties in de visueel-ruimtelijke conditie ten opzichte van de basisconditie op aftrekopgaven? Bij deze deelvraag wordt verwacht dat er een verschil is tussen jongens en meisjes waarbij de scores van jongens minder verschillen met interferentietask ten opzichte van de basisconditie. Het onderwijs zou jongens en meisjes ander rekenonderwijs kunnen geven wanneer blijkt dat er grote verschillen zijn tussen jongens en meisjes.

Methode

In deze studie is een toetsende onderzoeksmethode gebruikt. Bij toetsend onderzoek wordt er gekeken of eerdere theorieën, die hier het werkgeheugen en de automatisering van rekenfeiten betreffen, kloppen. Naast het toetsend onderzoek werd er gebruik gemaakt van kwantitatieve data. Bij een kwantitatief onderzoek worden de resultaten aan de hand van statistische toetsen cijfermatig uitgedrukt (Neuman, 2014).

Participanten

In dit onderzoek is er gebruik gemaakt van een gemakssteekproef. Dit is een selecte vorm van steekproeftrekking, getrokken op basis van de beschikbare participanten (Neuman, 2014). De participanten zijn verkregen via scholen waar de onderzoekers contacten hadden. Er zijn 228 ouders/verzorgers gevraagd om toestemming te geven voor het onderzoek. Hiervan gaven 13 ouders/verzorgers (5.7 %) geen toestemming, van 51 ouders/verzorgers (22.4%) was er geen respons en twee ouders (0.9%) gaven toestemming maar de leerling was ziek tijdens de afname. Dit resulteerde in een steekproef van 162 participanten ($N = 162$) met de leeftijd tussen 7;2 en 12;7 jaar ($M = 9;6$, $SD = 1;4$), uit groep 4 tot en met 7 van het reguliere basisonderwijs. Binnen de steekproef bevonden zich 48 participanten uit groep 4, 28 uit groep 5, 36 uit groep 6 en 50 uit groep 7. Van de participanten was 56,2% ($n = 91$) meisje en 43,8% ($n = 71$) jongen.

Instrument

Door middel van een cognitief experiment is zowel de reactietijd als de accuratesse van antwoorden op aftrekopgaven gemeten. Het experiment werd uitgevoerd op een computer. Er kwam een opgave in beeld waar de participant zo snel mogelijk antwoord op moest geven, de testleider drukte op enter om de reactietijd te registreren en voerde het gegeven antwoord in.

De aftrekopgaven zijn afgenomen onder drie condities. Allereerst verschenen enkel aftrekopgaven in beeld, de basisconditie. Bij de tweede conditie, een verbale interferentietaak, zong de participant een liedje tijdens het beantwoorden van de aftrekopgaven en stopte alleen om het antwoord te geven. Gedurende de derde en laatste conditie wees de participant de hoeken van een figuur aan terwijl hij of zij de opgaven beantwoordde, hier was dus sprake van een visueel-ruimtelijke interferentietaak. Het figuur was te zien op het computerscherm en bleef daar staan. Bij iedere conditie waren er 20 items met uitkomsten onder de negen. Ook was er geen enkele term in de opgaven die boven de 10 uit kwam. Er werd een gestandaardiseerde instructie gegeven door de testleider en tijdens de testafname was er sprake van positief neutrale feedback, zoals "ga zo door". Na de instructie werd er direct gestart met het eerste item, er waren geen oefenopgaven. Het instrument dat werd gebruikt is nieuw en

er is nog geen onderzoek verricht. Hierdoor kunnen er geen uitspraken gedaan worden over de betrouwbaarheid en validiteit van het instrument.

Procedure

De participanten zijn via school benaderd. Er zijn informatie- en toestemmingsbrieven meegegeven aan de participanten om de ouders/verzorgers informatie te verstrekken over de inhoud van dit onderzoek en toestemming te laten geven voor deelname. Om de demografische kenmerken van de participanten in kaart te brengen is gebruik gemaakt van een korte vragenlijst, ingevuld door de ouders/verzorgers van de participanten. Daarnaast waren de cito-scores begrijpend lezen en rekenen opgevraagd, deze zijn echter niet gebruikt in dit onderzoek. Verder is de data verzameld door middel van cognitieve experimenten. Alle data is anoniem verwerkt.

Voor de cognitieve experimenten zijn de participanten individueel uit de klas meegegaan met de testleider naar een aparte ruimte. Onder toezicht van een getrainde testleider zijn op de computer de experimenten uitgevoerd. De cognitieve experimenten bestonden uit verschillende rekenkundige opdrachten, namelijk vier rekentesten en een getallenlijn taak. De vier rekentesten bestonden uit soortgelijke taken zoals eerder beschreven, maar met andere bewerkingen, namelijk optel-, deel- en vermenigvuldig-opgaven. De parallelle taken waren verschillend bij iedere rekentest om leereffect te voorkomen. De testleider legde de reacties vast op de computer. Zowel de antwoorden, door deze te typen, als de reactietijd, door op enter te drukken wanneer een participant antwoordde.

De cognitieve experimenten zijn afgenomen in twee sessies per kind om de belastbaarheid zo laag mogelijk te houden. De eerste sessie duurde ongeveer 20 minuten en de tweede sessie duurde ongeveer 15 minuten. Tevens mochten de participanten ten alle tijden stoppen met hun deelname. De klassen zijn onder de testleiders verdeeld om een gelijke verdeling van participanten te krijgen, binnen deze klassen heeft iedere testleider ongeveer 20 leerlingen getest. Dit resulteerde in een databestand van 162 leerlingen.

Analyse

Rekenprestaties zijn in dit onderzoek gemeten aan de hand van accuratesse. Onder accuratesse wordt verstaan hoe vaak een gegeven antwoord overeenkomt met het werkelijke antwoord met als meetniveau een ratio meetniveau. Er is sprake van een basisconditie en een secundaire taak, ook wel interferentietaak genoemd. De secundaire taak doet een beroep op het werkgeheugen, namelijk het verbale en het visueel-ruimtelijk werkgeheugen. Naast de accuratesse zou de ideale dataset ook de reactietijd bevatten. Wegens een fout in het meetinstrument is de reactietijd niet gemeten, waardoor dit niet meegenomen kon worden in dit onderzoek.

Om antwoord te geven op de deelvragen zijn verschillende analyses uitgevoerd. Voor de deelvragen in hoeverre kinderen verschillen wat betreft rekenprestaties op aftrekopgaven met of zonder parallelle verbale of visueel-ruimtelijke werkgeheugentaak is er een Wilcoxon Signed-Rank Test uitgevoerd. Om te kijken naar het sekseverschil bij een visueel-ruimtelijke interferentietaak is een herhaalde metingen ANCOVA uitgevoerd.

Resultaten

Om de drie deelvragen van dit onderzoek te kunnen beantwoorden zijn een aantal analyses uitgevoerd met behulp van IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versie 24.

Beschrijvende Statistieken

Allereerst is er gekeken naar de missende waarden in de dataset. Er was bij 11 participanten sprake van missende data op de basisconditie of verbale werkgeheugentaak en bij zeven participanten op de basisconditie of de visueel-ruimtelijke werkgeheugentaak. Deze participanten zijn voor de betrouwbaarheid van het onderzoek volledig uitgesloten van de analyse. Deze gegevens missen door technische fouten, afwezigheid van participant op de tweede testdag en/of participanten die weigerden de deelname af te ronden tijdens de afname.

Naast missende data waren er ook participanten met uitschieterende scores. Een score die meer dan drie standaarddeviatie afweek van het gemiddelde is als uitschieter gelabeld en zijn niet meegenomen in de analyse. Participanten met scores van twee standaarddeviaties onder het gemiddelde hadden te veel invloed op de data. Bij de deelvraag over de verbale interferentietaak waren vijf participanten met uitschieterende scores. Bij de deelvragen over de visueel-ruimtelijke interferentietaak waren zes participanten met uitschieterende scores. Opvallend is dat de participanten uit groep 4 over het algemeen het laagst scoorden ten opzichte van de gehele steekproef. De uitschieters uit groep 4 kwamen in de steekproef van iedere deelvraag voor. Deze zijn verder bekeken, waaruit bleek dat zij binnen groep 4 een afwijking van minimaal twee standaarddeviaties van het gemiddelde hadden. Hierdoor kunnen de uitschieters uit groep 4 ook binnen groep 4 beschouwd worden als uitschieter. De beschrijvende statistieken van de gebruikte data is per deelvraag te vinden in Tabel 1, Tabel 2 en Tabel 3.

Tabel 1

Beschrijvende Statistieken van Accuratesse van Aftrekopgaven Verbale Interferentie

	<i>N</i>	Minimum	Maximum	<i>M</i>	<i>SD</i>
BASISCONDITIE	146	17	20	19.41	0.81
VERBAAL	146	15	20	19.36	0.86

Noot. Theoretisch minimum = 0 en theoretisch maximum = 20.

Tabel 2

Beschrijvende Statistieken van Accuratesse van Aftrekopgaven Visueel-ruimtelijke Interferentie

	<i>N</i>	Minimum	Maximum	<i>M</i>	<i>SD</i>
BASISCONDITIE	149	17	20	19.41	0.80
VISUEEL-RUIMTELIJK	149	17	20	19.52	0.75

Noot. Theoretisch minimum = 0 en theoretisch maximum = 20.

Tabel 3

Beschrijvende Statistieken van Accuratesse van Aftrekopgaven met Sekse

Conditie	<i>N</i>	Minimum	Maximum	<i>M</i>	<i>SD</i>
BASISCONDITIE MEISJES	80	17	20	19.36	0.77
VISUEEL-RUIMTELIJK MEISJES	80	17	20	19.50	0.78
BASISCONDITIE JONGENS	69	17	20	19.46	0.83
VISUEEL-RUIMTELIJK JONGENS	69	17	20	19.55	0.72

Noot. Theoretisch minimum = 0 en theoretisch maximum = 20.

Assumpties

Voordat de analyses uitgevoerd konden worden is er gekeken of er aan de assumptie van normaliteit is voldaan. Om deze assumptie te testen is er een histogram gemaakt van de scores op de basisconditie, de verbale interferentietoets en de visueel-ruimtelijke interferentietoets. De drie histogrammen waren linksscheef, dit wil zeggen dat de participanten alle of veel aftrekopgaven goed hadden beantwoord. Hieruit kan geconcludeerd worden dat aan de assumptie van normaliteit niet is voldaan. Een andere test die is gebruikt om de normaliteit te testen is een Kolmogorov-Smirnovtest. Ook hieruit bleek dat de scores niet normaal verdeeld waren ($p < .001$). Om de normaalverdeling te construeren is getracht om de data te transformeren, ook dit leverde echter geen normaalverdeling op.

In verband met de schending van de assumptie van normaliteit is de Wilcoxon Signed-Rank Test uitgevoerd om het verschil tussen de basisconditie en een interferentietoets te meten, omdat deze analyse twee afhankelijke metingen kan vergelijken. Voor het verschil tussen jongens en meisjes was geen non-parametrisch alternatief. Hierdoor dienen de resultaten met betrekking tot deze deelvraag met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd te worden.

Om de Wilcoxon Signed-Rank Test uit te kunnen voeren moest voldaan worden aan vier assumpties (Allen & Bennet, 2012). Er werd voldaan aan de assumptie van onafhankelijke metingen. Daarnaast zijn de onafhankelijke variabelen van ratio meetniveau. Als laatste is er gekeken naar symmetrie van de verdeling van de verschillen. Er is een verschilscore tussen de accuratesse score op de basisconditie en

de verbale interferentietoek gemaakt. Hetzelfde is gedaan voor de basisconditie en de visueel-ruimtelijke interferentietoek. Door middel van histogrammen is de symmetrie van deze variabelen bekeken. De verdeling van de verschillen was symmetrisch, waardoor ook deze assumptie aangenomen is.

Om de herhaalde metingen ANCOVA uit te kunnen voeren moet er, naast de assumptie van normaliteit, voldaan zijn aan drie assumpties (Allen & Bennet, 2012). Er wordt in dit onderzoek niet gecontroleerd voor sphericiteit, omdat er maar twee meetmomenten werden gebruikt. Daarnaast zijn de onafhankelijke variabelen van ratio meetniveau. De laatste assumptie wordt aangenomen, namelijk de assumptie van homogeniteit van de variantie.

Correlaties

Om de data te verkennen is er een correlatieanalyse uitgevoerd. Er is gekeken naar de samenhang tussen de scores op de basisconditie en de scores op de verbale interferentietoek. Daarnaast is er gekeken naar de samenhang tussen de scores op de basisconditie en de visueel-ruimtelijke interferentietoek. Aangezien de data niet normaal verdeeld was, is de Spearman's Rho test gebruikt. De resultaten van deze analyse lieten een significant, zwak, positief verband zien tussen de scores op de basisconditie en de scores op de verbale interferentietoek, $r = .22$, $p < .01$. Verder was er geen significant verband te zien tussen de scores op de basisconditie en de scores op de visueel-ruimtelijke interferentietoek, $r = .15$, $p = .07$.

Verschillen tussen Basisconditie en Interferentietoek

Verbale interferentietoek. Er is gekeken naar in hoeverre kinderen verschillen wat betreft rekenprestaties op aftrekopgaven met of zonder parallelle verbale interferentietoek. De Wilcoxon Signed-Rank Test is uitgevoerd op de eerder besproken data in Tabel 1. Voor iedere participant was er één rangscore, dit leverde 146 rangscores. Er waren 42 participanten met een hogere score op de basisconditie dan op de interferentietoek, 33 participanten met een hogere score op de interferentietoek dan op de basisconditie en daarnaast waren er 71 participanten met een gelijke score op de basisconditie en de interferentietoek. De Wilcoxon Signed-Rank Test liet zien dat kinderen niet significant anders presteerden met een verbale interferentietoek ten opzichte van de basisconditie, $z = -0.41$ (gecorrigeerd voor gelijke scores bij beide condities), $N - \text{gelijken} = 75$, $p = .32$, eenzijdig.

Visueel-ruimtelijke interferentietoek. Er is gekeken naar in hoeverre kinderen verschillen wat betreft rekenprestaties op aftrekopgaven met of zonder parallelle visueel-ruimtelijke interferentietoek. De Wilcoxon Signed-Rank Test is uitgevoerd op de eerder besproken data in Tabel 2. Deze test leverde 149 rangscores. Er waren 30 participanten met een hogere score op de basisconditie dan op de interferentietoek, 41 participanten met een hogere score op de interferentietoek dan op de basisconditie en daarnaast

waren er 78 participanten met een gelijke score op de basisconditie en de interferentietaak. De analyse liet zien dat kinderen niet significant anders presteerden met een visueel-ruimtelijke interferentietaak ten opzichte van de basisconditie, $z = -1.40$ (gecorrigeerd voor gelijken scores bij beide condities), $N =$ gelijken scores bij beide condities = 71, $p = .08$, eenzijdig.

Interactieterm Conditie en Sekse

De analyse van de eerder besproken Wilcoxon Signed-Rank Test liet zien dat er geen significant verschil is tussen de accuratesse van de basisconditie en de visueel-ruimtelijke interferentietaak. Ook liet de herhaalde metingen ANCOVA geen significant verschil zien, $F(1, 147) = 1.62$, $p = .21$, partial $\eta^2 = .01$.

Vervolgens is gekeken naar de covariaat sekse, los van de condities. Waarbij, met enige voorzichtigheid, geconcludeerd kan worden dat er geen verschil is tussen jongens en meisjes, $F(1, 147) = .58$, $p = .45$, partial $\eta^2 < .01$. Dit betekent dat jongens en meisjes ongeveer evenveel aftrekopgaven goed hadden geantwoord. Tot slot werd er gekeken naar de interactieterm conditie*sekse. Hieruit bleek dat er geen significant verschil is tussen jongens en meisjes wat betreft een afname van de accuratesse op de visueel-ruimtelijke interferentietaak ten opzichte van de basisconditie, $F(1, 147) = .10$, $p = .75$, partial $\eta^2 = .001$.

Discussie

In het huidige onderzoek is gekeken naar het verschil in rekenprestaties op aftrekopgaven met of zonder een interferentietaak. Hierbij zijn de volgende deelvragen gesteld: In hoeverre verschillen kinderen wat betreft rekenprestaties op aftrekopgaven met of zonder parallelle verbale werkgeheugentaak, in hoeverre verschillen kinderen wat betreft rekenprestaties op aftrekopgaven met of zonder parallelle visueel-ruimtelijke werkgeheugentaak en tot slot in hoeverre verschillen jongens en meisjes wat betreft een eventuele afname van prestaties in de visueel-ruimtelijke conditie ten opzichte van de basisconditie op aftrekopgaven?

Uit de resultaten bleek dat er geen significant verschil is in rekenprestaties op aftrekopgaven met of zonder parallelle interferentietaak. Dit geldt zowel voor een verbale als een visueel-ruimtelijke werkgeheugentaak. De hypothese van de eerste deelvraag, dat er een afname zou zijn in rekenprestaties met een verbale interferentietaak, is verworpen. Ook de hypothese van de tweede deelvraag, dat er een afname in rekenprestaties zou zijn met een visueel-ruimtelijke interferentietaak, is verworpen. Tot slot is er, tegen de verwachtingen van eerdere literatuur in, geen significant interactie-effect gevonden met sekse op rekenprestaties met een visueel-ruimtelijke interferentietaak. Er kan met enige voorzichtigheid geconcludeerd worden dat er geen significant verschil is tussen jongens en meisjes wat betreft een afname van rekenprestaties met een visueel-ruimtelijke interferentietaak.

Deze conclusies laten zien dat kinderen minder gebruik maken van strategieën, en dus het werkgeheugen, dan verwacht. Er kan verondersteld worden dat er minder rekenprocedures en compacte procedures gebruikt werden om aftrekopgaven uit te rekenen. De opgaven werden uitgerekend met minimaal gebruik van het werkgeheugen. Mogelijk is het zo dat de rekenvaardigheden dus geautomatiseerd waren en de antwoorden uit het langetermijngeheugen werden opgehaald.

De hypothesen van dit onderzoek zijn opgesteld aan de hand van eerdere onderzoeksresultaten. Er zijn met dit onderzoek echter andere resultaten gevonden dan met deze informatie werd verwacht. Huidig onderzoek week op verschillende punten af van onderzoek uit de gebruikte literatuur. Onderzoek waaruit bleek dat compacte procedures wel nodig waren voor goede rekenprestaties, was bijvoorbeeld uitgevoerd bij volwassenen in plaats van kinderen (Fayol & Thevenot, 2012). Daarnaast zijn de onderzoeken die een verband vonden tussen een vorm van werkgeheugen en rekenprestaties uitgevoerd zonder interferentietask. Het werkgeheugen werd los van de rekenprestaties gemeten en later werden deze vergeleken (Holmes & Adams, 2006; Bull et al., 2008). Deze verschillen in onderzoeksopzet kunnen een bijdragen hebben geleverd aan de verschillende resultaten.

Wat betreft de hypothese van de derde onderzoeksvraag is er eerder geen theoretisch gelijk onderzoek gevonden naar sekse, rekenvaardigheden en het werkgeheugen. De verworpen hypothese is dan ook gebaseerd op redeneringen uit andere literatuur. Het in deze literatuur gevonden verschil tussen jongens en meisjes over rekenvaardigheden berust misschien op een ander verschil dan het werkgeheugen.

Er kunnen echter ook andere verklaringen zijn voor de gevonden resultaten. Zo kunnen de resultaten anders zijn dan verwacht doordat de parallele taken het werkgeheugen onvoldoende bezetten om het gebruik van het werkgeheugen te onderdrukken. Hierdoor zouden de kinderen toch nog gebruik kunnen hebben gemaakt van (compacte)rekenprocedures. Onderzoek met een soortgelijke onderzoeksvraag maakte namelijk gebruik van andere interferentietaken. Hierbij werd gebruik gemaakt van passieve interferentie, namelijk het laten horen van een voorleesverhaal als verbale interferentietask. Als visueel-ruimtelijke interferentietask lieten ze de kinderen kijken naar vlakken op een beeldscherm welke van kleur veranderden. Dit onderzoek vond wel invloed van een interferentietask op de rekenprestaties van kinderen (McKenzie et al., 2003). Mogelijk waren deze interferentietaken beter in staat het werkgeheugen te blokkeren.

Een opvallend punt uit de resultaten is dat er een redelijk aantal kinderen waren die hoger scoorden met een interferentietask dan zonder. Namelijk 33 kinderen bij de verbale interferentietask en 41 bij de visueel-ruimtelijke interferentietask. Dit is niet in lijn met eerder onderzoek, waaruit bleek dat het blokkeren van het werkgeheugen

rekenprestaties zou verminderen. Een mogelijke verklaring voor dit resultaat zou kunnen zijn dat er ondanks de veranderingen om dit zoveel mogelijk te voorkomen, alsnog sprake was van een leereffect. De kinderen hebben door de voorgaande opgaven geleerd hoe groot de uitkomsten waren, daarnaast zijn ze gewend geraakt aan de procedure van het meetinstrument. Eerder onderzoek, wat wel een gebruik van rekenprocedures voor rekenprestaties vond, maakte gebruik van het afwisselen van volgorde van basisconditie en interferentie conditie bij participanten (McKenzie et al., 2003). Dit kan het leereffect hebben voorkomen. Daarnaast gaven meerdere testleiders aan een stijging in motivatie en enthousiasme te zien bij de opeenvolgende testen. Hierdoor wilde kinderen het graag goed doen en leverden zij door deze inzet mogelijk betere resultaten. De eventuele verschillen die verwacht werden aan de hand van eerdere literatuur zouden opgeheven kunnen zijn door de gestegen motivatie van de kinderen.

Sterke Punten en Limitaties

Een sterk punt van dit onderzoek is dat de testen waarmee de data van deze studie zijn verzameld, zijn uitgevoerd door getrainde testleiders. Fouten in de afname zijn hiermee zo veel mogelijk voorkomen. De testleiders maakten gebruik van vaststaande uitleg en neutrale feedback. Dit heeft de betrouwbaarheid van het onderzoek verhoogd. Daarnaast was er een bijna gelijke verdeling van jongens en meisjes. Dit maakte het mogelijk om een goede analyse te doen met sekse als covariaat. De steekproeven waren nog steeds groot genoeg om uitspraken te kunnen doen. Tot slot is de belastbaarheid zoveel mogelijk beperkt voor de kinderen. Er is gewerkt tijdens schooltijd en kinderen mochten altijd stoppen wanneer zij wilden. Bovendien werd er gewerkt in twee sessies, dit maakte het voor de kinderen minder intensief waardoor de antwoorden betrouwbaarder waren.

Dit onderzoek had daarnaast ook enkele limitaties. Ten eerste is de steekproef getrokken door middel van een gemakssteekproef. De participanten zijn verkregen via het netwerk van de testleiders. Door deze selecte steekproeftrekking kunnen de resultaten mogelijk niet gegeneraliseerd worden naar de gehele populatie. De participanten zijn echter door tien verschillende testleiders verkregen en komen hierdoor uit verschillende delen van het land en van verschillende soorten scholen. Voor vervolgonderzoek wordt aanbevolen om gebruik te maken van een aselechte steekproef.

Bij de analyse over de verschillen tussen jongens en meisjes is een herhaalde metingen ANCOVA uitgevoerd ondanks dat de data niet normaal verdeeld was. Dit was een weloverwogen keuze aangezien er geen voldoende geschikte non-parametrisch alternatief bestaat. Toch zorgt dit ervoor dat de resultaten uit deze analyse met enige nuance moesten worden bekeken. Er moest voorzichtig om worden gegaan met het generaliseren van deze verkregen resultaten naar de gehele populatie kinderen van groep 4 tot en met groep 7. Echter bevestigden de beschrijvende statistieken wel de

gekregen resultaten. Gekeken naar de beschrijvende statistieken waren er maar kleine verschillen in accuratesse tussen de gemiddelden van jongens en meisjes. Bij jongens was er sprake van een verschil in gemiddelden van 0.09 en bij meisjes van 0.14 ten opzichte van de basisconditie. Deze beschrijvende statistieken lieten dus net zoals de test zien dat er geen significant verschil werd verwacht tussen jongens en meisjes wat betreft afname in prestaties op aftrekopgaven met een visueel-ruimtelijke interferentietaak. De overeenkomst tussen beschrijvende statistieken en testresultaten heeft de betrouwbaarheid van de resultaten versterkt.

Door een eerder genoemde fout in het meetinstrument is de reactietijd niet voor alle condities opgeslagen. Dit is de reden waarom in deze studie is gewerkt met de accuratesse van de scores. De accuratesse scores waren echter niet normaal verdeeld. Er was een duidelijk plafondeffect te zien aangezien de meeste kinderen een hoge score haalden. Het kan zijn dat het gebruik van accuratesse onvoldoende in kaart heeft kunnen brengen hoe goed kinderen kunnen automatiseren. De reactietijd had mogelijk een beter beeld kunnen geven van de rekenvaardigheden. Tijdens de afname waren de kinderen zich bewuster van de fouten die zij niet wilden maken dan de tijd die het kostte om opgaven uit te rekenen. Dit bleek uit het feit dat kinderen vaak vroegen of een antwoord goed was, wat tijd kostte waar zij zich niet bewust van leken. Een aanbeveling voor vervolgonderzoek is dan ook om de reactietijd wel te betrekken binnen het onderzoek, mogelijk zou hier een betere normaalverdeling zijn en zou dit verschillen tussen dit onderzoek en eerder onderzoek op kunnen heffen.

Conclusie

Naast deze aanbevelingen voor vervolgonderzoek is het belangrijk om zicht te houden op wat deze resultaten betekenen voor de praktijk. Uit eerder onderzoek kwam naar voren dat het werkgeheugen belangrijk is voor rekenprestaties en dat automatiseren nog niet goed is aangeleerd (Bull et al., 2008; Fayol & Thevenot, 2002; Holmes & Adams, 2006). Uit huidig onderzoek bleek echter dat kinderen goed automatiseren en het werkgeheugen nagenoeg niet nodig hebben. Het lijkt erop dat kinderen beter automatiseren dan uit eerder onderzoek werd verwacht. Het automatiseren van rekenvaardigheden is een doel binnen het basisonderwijs (Zwik, 2014). Huidig onderzoek heeft ons geleerd dat het onderwijs op de goede weg zit om dit doel te behalen. Het lijkt dan ook niet nodig om het rekenonderwijs te gaan verbeteren aan de hand van de resultaten uit huidig onderzoek.

- Allen, P., & Bennet, K. (2012). *SPSS statistics a practical guide*. South Melbourne: Cengage Learning.
- Andersson, U. (2008). Working memory as a predictor of written arithmetical skills in children: The importance of central executive functions. *British Journal of Educational Psychology, 78*, 181-203. doi:10.1348/000709907X209854
- Anglin, L. P., Pirson, M., & Langer, E. (2008). Mindful learning: A moderator of gender differences in mathematics performance. *Journal of Adult Development, 15*, 132-139. doi:10.1007/s10804-008-9043-x
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science, 255*, 556-559. doi:10.1126/science.1736359
- Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology, 63*, 1-29. doi:10.1146/annurev-psych-120710-100422
- Berends, I. E., & Van Lieshout, E. C. (2009). The effect of illustrations in arithmetic problem-solving: Effects of increased cognitive load. *Learning and Instruction, 19*, 345-353. doi:10.1016/j.learninstruc.2008.06.012
- 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
- Brown, S. W. (1997). Attentional resources in timing: Interference effects in concurrent temporal and nontemporal working memory tasks. *Perception & Psychophysics, 59*, 1118-1140. doi:10.3758/bf03205526
- Brunner, M., Krauss, S., & Kunter, M. (2008). Gender differences in mathematics: Does the story need to be rewritten? *Intelligence, 36*, 403-421. doi:10.1016/j.intell.2007.11.002
- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology, 33*, 205-228. doi:10.1080/87565640801982312
- Canobi, K. H., & Bethune, N. E. (2008). Number words in young children's conceptual and procedural knowledge of addition, subtraction and inversion. *Cognition, 108*, 675-686. doi:10.1016/j.cognition.2008.05.011
- Carr, M., Steiner, H. H., Kyser, B., & Biddlecomb, B. (2008). A comparison of predictors of early emerging gender differences in mathematics competency. *Learning and Individual Differences, 18*, 61-75. doi:10.1016/j.lindif.2007.04.005
- 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

- Friedman, L. (1995). The space factor in mathematics: Gender differences. *Review of Educational Research, 65*, 22-50. doi:10.3102/00346543065001022
- Friso-van den Bos, I., van der Ven, S. H. G., 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
- Gallagher, A. M., & De Lisi, R. (1994). Gender differences in scholastic aptitude test: Mathematics problem solving among high-ability students. *Journal of Educational Psychology, 86*, 204-211. doi:10.1037//0022-0663.86.2.204
- Gallagher, A. M., De Lisi, R., Holst, P. C., McGillicuddy-De Lisi, A. V., Morely, M., & Cahalan, C. (2000). Gender differences in advanced mathematical problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology, 75*, 165-190. doi:10.1006/jecp.1999.2532
- Hedges, L. V., & Nowell, A. (1995). Sex differences in mental test scores, variability, and numbers of high-scoring individuals. *Science, 269*, 41-45. doi:10.1126/science.7604277
- Henkens, L.S.J.M. (2011). *Automatiseren bij rekenen-wiskunde*. Utrecht: Inspectie van het Onderwijs.
- Holmes, J., & Adams, J. W. (2006). Working memory and children's mathematical skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational Psychology, 26*, 339-366. doi:10.1080/01443410500341056
- Imbo, I., & Vandierendonck, A. (2006). 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
- Klibanoff, R. S., Levine, S. C., Huttenlocher, J., Vasilyeva, M., & Hedges, L. V. (2006). Preschool children's mathematical knowledge: The effect of teacher 'math talk'. *Developmental psychology, 42*, 59-69. doi:10.1037/0012-1649.42.1.59
- 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. Geraadpleegd op 23 maart 2018 van https://www.researchgate.net/publication/285025652_The_effects_of_phonological_and_visual-spatial_interference_on_children%27s_arithmetic_performance
- National Mathematics Advisory Panel (2008). *Foundations for success: The final report of the National Mathematics Advisory Panel*. Washington, DC: US Department of Education.
- Neuman, W. L. (2014). *Understanding Research*. Harlow: Pearson.

- Núñez-Peña, M. I., & Honrubia-Serrano, M. L. (2004). P600 related to rule violation in an arithmetic task. *Cognitive Brain Research, 18*, 130-141.
doi:10.1016/j.cogbrainres.2003.09.010
- Passolunghi, M. C., Mammarella, I. C., & Altoè, G. (2008). Cognitive abilities as precursors of the early acquisition of mathematical skills during first through second grades. *Developmental Neuropsychology, 33*, 229-250.
doi:10.1080/87565640801982320
- 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
- Ruijsenaars, A. J. J. M., Van Luit, J. E. H., & Van Lieshout, E. C. D. M. (2004). *Rekenproblemen en dyscalculie. Theorie, onderzoek, diagnostiek en behandeling*. Rotterdam: Lemniscaat.
- Seyler, D. J., Kirk, E. P., & Ashcraft, M. H. (2003). Elementary subtraction. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 29*, 1339-1352.
doi:10.1037/0278-7393.29.6.1339
- Simmons, F. R., Willis, C., & Adams, A. M. (2012). Different components of working memory have different relationships with different mathematical skills. *Journal of experimental child psychology, 111*, 139-155. doi:10.1016/j.jecp.2011.08.011
- 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
- Van der Ven, S. H., Boom, J., Kroesbergen, E. H., & Leseman, P. P. (2012). Microgenetic patterns of children's multiplication learning: Confirming the overlapping waves model by latent growth modeling. *Journal of Experimental Child Psychology, 113*, 1-19. doi:10.1016/j.jecp.2012.02.001
- Zwik, M. (2014, 1 juni). *Het Effect van Gericht Automatiseren van Rekenvaardigheden*. Geraadpleegd op 22 maart 2018 van <https://wij-leren.nl/rekenen-automatiseren.php>