

Masterthesis

Werkgeheugentraining bij rekenproblemen

Carlijn Kraan

Universiteit Utrecht

Student: C. Kraan (3790819)

Eerste beoordelaar: E.H. Kroesbergen

Tweede beoordelaar: A.H. van Hoogmoed

Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen

Masterprogramma Orthopedagogiek

Datum: 15-07-2015

Voorwoord

Voor u ligt mijn masterthesis ‘Werkgeheugentraining bij rekenproblemen’. In deze thesis is gekeken of er na het volgen van een werkgeheugentraining verbetering zou optreden in de werkgeheugencapaciteit en rekenprestaties bij kinderen met rekenproblemen. De masterthesis is geschreven in het kader van het masterprogramma Orthopedagogiek van de Universiteit Utrecht. De onderzoeksperiode was van september 2014 tot juli 2015. Het onderzoek maakt onderdeel 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 de Universiteit Utrecht.

Ik wil meerdere mensen bedanken voor hun hulp bij de totstandkoming van mijn masterthesis. Als eerste wil ik Evelyn Kroesbergen bedanken voor haar begeleiding, kritische blik en ondersteuning in mijn leerproces. In de tweede plaats wil ik Mariëlle Gerrits-Entken van LerendBrein bedanken voor haar enthousiasme en de training in het afnemen van ‘Jungle Memory’. Ook aan de meewerkende scholen, leerkrachten, leerlingen en hun ouders ben ik dank verschuldigd. Tot besluit wil ik Michel Nelwan van Lucertis en medestudenten Bobbi Vlaspolder en Ilse Hulman bedanken voor de fijne samenwerking en feedback. Deze masterthesis had ik niet kunnen afronden zonder al deze steun.

Abstract

Although the importance of working memory for mathematics has been established, a good explanation is lacking. This study has examined the effect of the working memory training on the working memory capacity and automatization of arithmetic facts. The data of 39 children aged 9 to 12 years old with arithmetic problems have been collected through working memory tasks and mathematical performance on the Arithmetic Tempo Test. The working memory training 'Jungle Memory' was completed by 20 children. Through three repeated RM-ANOVAs data has been analyzed. No significant results were found in the verbal and visual-spatial working memory and automation of arithmetic. This study shows that no significant improvements in the verbal and visual-spatial working memory and automation of arithmetic were found after completing the working memory training. Recommendations focus on further research into the role of age in the working memory functions so that optimum memory training can be developed.

Keywords: Arithmetic problems, working memory training, verbal and visual-spatial working memory and automatization of arithmetic facts.

Samenvatting

Alhoewel het belang van het werkgeheugen voor de rekenvaardigheid is vastgesteld, is hier geen eenduidige verklaring voor. Dit onderzoek heeft onderzocht welke invloed de werkgeheugentraining Jungle Memory heeft op de werkgeheugencapaciteit en automatisering van rekenen. Bij 39 kinderen van 9 tot 12 jaar met rekenproblemen is op 14 basisscholen data verzameld via werkgeheugentaken en de Tempo Test Rekenen. Bij 20 kinderen is de werkgeheugentraining 'Jungle Memory' doorlopen. De data is geanalyseerd met drie RM-ANOVA analyses. Er zijn geen significante resultaten gevonden van de werkgeheugentraining op het verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen en automatisering van rekenen. Kinderen die de werkgeheugentraining hebben gevolgd laten geen significante verbeteringen zien op het verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen en automatisering van rekenen. Aanbevelingen richten zich op nader onderzoek naar de rol van leeftijd binnen de werkgeheugenfuncties waardoor een optimale werkgeheugentraining ontwikkeld kan worden.

Sleutelwoorden: Rekenproblemen, werkgeheugentraining, verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen en automatisering van rekenen.

Werkgeheugentraining bij kinderen met rekenproblemen

Rekenvaardigheid is een sterke voorspeller van schoolsucces, volgens Kucian et al. (2014) zelfs van grotere betekenis dan leesvaardigheid. Er bestaat een hoge prevalentie (5-8 %) van rekenproblemen binnen de algemene populatie (Lukowski et al., 2014). Kinderen met rekenproblemen ondervinden verstoringen binnen de executieve functies en specifiek in het werkgeheugen (Friso-Van den Bos et al., 2013). Dit betreffen de hogere cognitieve functies die bestaan uit processen zoals inhibitie, planning, taakomschakeling en het werkgeheugen. De executieve functies stelt men in staat om bewust gedachten en acties te controleren en reguleren (Danielsson, Henry, Rönnerberg, & Nilsson, 2010; Martinussen, Hayden, Hogg, & Tannock, 2005) en zijn van belang voor het aanleren van de primaire schoolse vaardigheden (Rode, Robson, Purviance, Geary, & Mayr, 2014). De relevantie van het werkgeheugen binnen de rekenvaardigheid is door een groot aantal studies vastgesteld. Echter is hier nog geen eenduidige verklaring voor gevonden (Lukowski et al., 2014). Onderzoek naar deze relatie is van belang met het oog op de ontwikkeling van rekenmethodes in de toekomst (Raghubar, Barnes, & Hecht, 2010). In huidig onderzoek wordt de invloed van de werkgeheugentraining ‘Jungle Memory’ op het werkgeheugen en automatisering onderzocht.

Het werkgeheugenmodel van Baddeley en Hitch (1974) is een veelgebruikt model om het werkgeheugen te omschrijven. Het centraal uitvoerend systeem is verantwoordelijk voor de manipulatie en aansturing van informatie in het werkgeheugen. Deze interacteert met de twee opslagsubsystemen: de fonologische lus (verbaal werkgeheugen) die verantwoordelijk is voor de tijdelijke opslag van op spraak gebaseerde informatie en met het visueel-ruimtelijke schetsblok dat de visuele en ruimtelijke informatie opslaat. De vierde component is de episodische buffer welke een gelimiteerde capaciteit heeft. Hierin worden de verschillende delen informatie (fonologisch en visueel-ruimtelijk) bij elkaar worden gebracht zodat deze overzichtelijk en begrijpelijk wordt (Baddeley, 2003; Repovs & Baddeley, 2006).

Het verbale werkgeheugen is verantwoordelijk voor het coderen en behouden, intern vasthouden van tussentijdse resultaten, van verbale informatie die wordt ingezet voor de rekenprocedures: optellen, aftrekken en vermenigvuldigen (Holmes & Adams, 2007; Berg, 2008). Tevens speelt het verbale werkgeheugen een rol in het automatisch kunnen oproepen van rekenfeiten en strategieën (Van de Weijer-Bergsma, Kroesbergen, Prast, & Van Luit, 2014). Kenmerkend voor kinderen met zwakke verbale werkgeheugenvaardigheden zijn de problemen met verbale verhaalsommen (Swanson, Moran, Lussier, & Fung, 2014). Het visueel-

ruimtelijk werkgeheugen functioneert als een mentaal klankbord dat de kennis van waarde van getallen ondersteunt (Alloway, 2006) zoals het in staat zijn een mentale getallenlijn te verbeelden (Holmes & Adams, 2007). Hierbinnen spelen de statistische en dynamische taken een rol zoals het oplossen van complexe problemen als ook de manipulatie van mentale beelden van cijfers en patronen (Raghubar et al., 2010). Kinderen met visueel-ruimtelijke werkgeheugenproblemen hebben moeite met non-verbale rekensommen en onthouden van relevante cijferinformatie (Alloway, 2006). Kinderen doen op jonge leeftijd met name een beroep op deze component in het aanleren van nieuwe rekenvaardigheden (Van de Weijer-Bergsma et al., 2014).

Holmes en Adams (2007) hebben onder 148 leerlingen een relatie gevonden tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en rekenprestaties onder de jongste kinderen ($M = 8,1$ jaar). Het verbale werkgeheugen werd significant bevonden bij de oudste kinderen ($M = 9,8$ jaar) op de rekenstrategie hoofdrekenen. De onderzoekers interpreteerde dat oudere kinderen in staat zijn moeilijkere strategieën in te zetten die een beroep doen op het verbale geheugen, zoals automatisering (Holmes & Adams, 2007). In een meta-analyse bestaande uit 111 studies concludeerden Friso-Van den Bos, Van der Ven, Kroesbergen en Van Luit (2013) dat er sprake was van een relatie tussen de rekenprestaties en de werkgeheugencomponenten. De verbale component correleert hierbinnen het sterkst met de rekenprestaties. Afhankelijk van het type rekensom werd de correlatie beïnvloed (Friso-Van den Bos et al., 2013). Een verstoring binnen de werkgeheugencomponenten van het kind kan een belangrijke voorspeller zijn voor rekenproblemen (Raghubar et al., 2010).

De focus van onderzoek naar rekenproblemen ligt vaak op de verwerking van informatie en de automatisering van basale strategieën en kennis (Ruijsenaars & Van Luit, 2013; Toll, Van Viersen, Kroesbergen, & Van Luit, 2015). Liu, Kallai, Schunn en Fiez (2015) stellen dat de automatisering van rekenen van belang is voor het behalen van goede rekenprestaties. Deze aangeleerde vaardigheid lijkt niet betrouwbaar als deze ingezet wordt bij niet getrainde rekenproblemen (Liu et al., 2015). Kinderen met rekenproblemen laten in de klas meer problemen zien met tellen, het inzetten van geautomatiseerde rekenstrategieën en het kunnen oproepen van informatie uit het geheugen (Fuchs et al., 2009). Een vijftal kenmerken van rekenen en de bijbehorende problemen zijn: (1) declaratieve kennis: het betreft hier problemen met automatiseringstekenen, het niet in staat zijn om snel en accuraat rekenfeiten op te kunnen roepen uit het geheugen, (2) procedurele kennis: moeite met het uitvoeren van opeenvolging van stappen en het kunnen toepassen van de juiste termen en begrippen, (3) visueel-ruimtelijk

inzicht: problemen met ruimtelijke prestaties en inzicht, (4) getallenkennis: niet in staat zijn de getallenlijn te gebruiken en onvoldoende kennis over waarde van cijfers, (5) fonologische lus: belangrijk binnen het kunnen toepassen van telstrategieën (Geary, Hoard, Byrd-Craven, Nugent, & Numtee, 2007; Hecht, 2002; Ruijssenaars & Van Luit, 2013).

Verklaringen voor rekenproblematieken kunnen gevonden worden in neurologisch onderzoek. Hoewel de relatie tussen rekenen en de hersengebieden is vastgesteld is het begrip voor deze relatie nog in ontwikkeling (Arsalidou & Taylor, 2011). Vastgesteld is dat er hersenactiviteit geregistreerd wordt gedurende rekenen in alle vier de hersenkwabben: Frontaalkwab, Pariëtaalkwab, Occipitaalkwab en de Temporaalkwab. Het oproepen van automatische kennis vindt plaats binnen het frontale gebied (Meiri et al., 2012). Tevens betreft dit het gebied waar een persoon met een hoge werkgeheugencapaciteit verhoogde activiteit laat zien (McNab & Klingberg, 2008).

Afhankelijk van de ontwikkeling van het werkgeheugen zijn kinderen in staat om een moeilijke rekenstrategie, zoals hoofdrekenen, of een eenvoudige strategie in te kunnen zetten, zoals tellen op de vingers (Geary, Hoard, Byrd-Craven, & DeSoto, 2004). Kinderen met een hogere werkgeheugencapaciteit profiteren hiervan binnen het rekenen (Van de Weijer-Bergsma et al., 2014). Het werkgeheugen werd vroeger beschouwd als een stabiel persoonlijk kenmerk, maar studies hebben uitgewezen dat de capaciteit te vergroten is middels een training (Rode et al., 2014). De training zou het basisproces van de functie van het werkgeheugen vergroten door actieve inspanning van de aandacht. Daarnaast zou de werkgeheugentraining leiden tot inzicht naar nieuwe strategieën van het oplossen van taken (Cowan, 2014).

Bergman-Nutley en Klingberg (2014) hebben een effectstudie van de Cogmed Working Memory Training (CWMT) onder 176 kinderen van 7 tot 15 jaar met werkgeheugenproblemen uitgevoerd. Gedurende vijf weken werd de geheugentraining gegeven waarin zij een complexe werkgeheugentest, een instructietest en rekentest ondergingen. Er was sprake van een significante verbetering van het werkgeheugen en een gemiddeld tot groot effect ($d = 0.67$). Tevens was er een significant resultaat op de rekenvaardigheid, maar slechts een klein effect ($d = 0.20$). De rekenresultaten worden geïnterpreteerd door het feit dat dat slechts bepaalde aspecten van de rekenvaardigheid beïnvloed kunnen worden. Daarnaast menen zij dat de effecten van de training hoogstwaarschijnlijk pas later zichtbaar zijn (Bergman-Nutley & Klingberg, 2014). In een studie van Green et al. (2012) is onder 26 kinderen in de leeftijd van 7 tot 14 jaar ($M = 9.7$ jaar) een gecomputeriseerde werkgeheugentraining doorlopen in 25 sessies. Een groep van 12 kinderen hebben een actieve training doorlopen, de andere 14 kregen

een placebo training. De experimentele groep liet een aanzienlijke verbetering zien in de werkgeheugentaken op de WISC-IV, de ‘digit span’ (verbaal) en ‘letter-number sequence’ (visueel-ruimtelijk). In deze taken wordt een beroep gedaan op het memoriseren van nieuwe informatie (cijfers en letters) en deze kunnen bewerken om nieuwe gegevens te kunnen reproduceren. Deze veranderingen in de werkgeheugenprestaties werden ook drie tot zes maanden na de training nog waargenomen (Green et al., 2012).

Hoewel de uitgevers van werkgeheugentrainingen veelbelovende beloftes doen over het verbeteren van de cognitieve functies is er ook kritiek op deze trainingen. De precieze executieve functies die zouden verbeteren zijn namelijk moeilijk vast te stellen. Tevens zijn de bevindingen over de grootte van de effecten van de werkgeheugentraining op de verschillende werkgeheugengebieden inconsistent (Richmond, Wolk, Chein, & Olson, 2014). In dit onderzoek wordt onderzocht of na deelname aan de werkgeheugentraining ‘Jungle Memory’ er sprake is van een verbetering in de werkgeheugencapaciteit en automatisering bij kinderen van 9 tot 12 jaar met rekenproblemen. Uitgaande van de literatuur is de verwachting dat de werkgeheugentraining de werkgeheugencapaciteit zal verbeteren (Cowan, 2014; Rode et al., 2014). Wat betreft de rekenvaardigheid zijn er inconsistente resultaten op welke rekenvaardigheden de invloed van het verbeterde werkgeheugen het grootst is (Richmond et al., 2014; Bergman- Nutley & Klingberg, 2014). Er kan hierdoor niet met zekerheid gesteld worden dat de automatisering van rekenen zal verbeteren.

Methode

Participanten

De populatie bestond uit kinderen in de leeftijd van 9 tot en met 12 jaar met rekenproblemen (recentste CITO-score D of E). Kinderen met een IQ-score > 80 of een psychiatrische problematiek werden uitgesloten van onderzoek. De steekproef bestaat uit 39 leerlingen waarvan 28 jongens en 11 meisjes van 9 tot en met 12 jaar ($M = 10.9$; $SD = 0.98$) met rekenproblemen. Er is sprake van een scheve verdeling in het aantal jongens en meisjes (Field, 2011). De kinderen zijn afkomstig van 14 basisscholen uit de regio Deventer, Klundert en Rotterdam.

Procedure

De directie van 144 basisscholen werd per brief en naderhand telefonisch inhoudelijk geïnformeerd en gevraagd medewerking aan het onderzoek te verlenen. Leerkrachten selecteerden leerlingen met rekenproblemen nadat er toestemming van ouders was verkregen.

De procedure is goedgekeurd door de ethische commissie van de Faculteit Sociale Wetenschappen van de Universiteit Utrecht. De deelnemende kinderen werden aselekt toegewezen aan de experimentele conditie en de controle conditie. Gedurende de voormeting (T0) werd met computertaken het werkgeheugen gemeten en met een rekentoets de automatisering van rekenen vastgesteld. Na 8 weken vond de nameting (T1) plaats en werden dezelfde instrumenten afgenomen. De experimentele groep ontving gedurende acht weken de ‘Jungle Memory’ training. Elke onderzoeker coachte per week een vijftal kinderen door gedurende de afname van de training te motiveren en te ondersteunen bij de inzet van strategieën. Er werden tips uit het protocol gebruikt wanneer het kind drie maal achtereenvolgens het level niet had behaald. De overige trainingdagen werd de training individueel door het kind op de computer gespeeld. De afnameduur van de ‘Jungle Memory’ spellen bedroeg circa 20 minuten en de trainingen vonden plaats onder schooltijd binnen de eigen basisschool. Tevens onderhield de onderzoeker contact met de interne begeleider en of directeur van de school om de voortgang te bespreken en adviezen te geven voor de training.

Instrumenten

Werkgeheugen Het verbale werkgeheugen werd gemeten met de verbale ‘span-backwards’ taak ‘Apenspel’. In deze taak moest het kind gesproken woorden onthouden en deze vervolgens achterwaarts aanklikken in een visueel matrix van 3 bij 3. Het spel, bestaande uit 5 levels van 20 items, startte met twee woorden waarna vervolgens elk level een woord werd toegevoegd. De gesproken woorden waren: maan, vis, roos, oog, huis, ijs, vuur, poes en jas. De taak heeft een Cronbach’s α tussen .78 en .89 en bevat een goede criteriumvaliditeit (Van de Weijer-Bergsma et al., 2014).

Met het ‘Leeuwenspel’ werd het niveau van het visueel-ruimtelijk werkgeheugen gemeten. Dit betreft een complexe taak waarin het kind per level een gesproken opdracht kreeg om de laatst gekleurde leeuwen (rood, blauw, groen, geel en paars) te onthouden en deze vervolgens in het matrix van 4 bij 4 aan te klikken. Er waren vijf levels waarin de moeilijkheidsgraad werd opgebouwd van één rode leeuw naar alle vijf de kleuren leeuwen. De taak heeft een Cronbrach’s α tussen .86 en .90 en bevat een goede criteriumvaliditeit (Van de Weijer-Bergsma et al., 2014).

Automatisering rekenen De Tempo Toets Rekenen (De Vos, 1992) meet de geautomatiseerde kennis van het kind op het gebied van rekenen. Deze toets bestaande uit vijf kolommen (optellen, aftrekken, vermenigvuldigen, delen en alle variaties door elkaar) met elk 40 bewerkingssommen. Per kolom kreeg het kind een minuut de tijd om zoveel mogelijk

sommen op te lossen. De incorrecte antwoorden werden van de correcte antwoorden gehaald waarna een totaalscore berekend kon worden (De Vos, 1992).

Werkgeheugentraining De werkgeheugentraining ‘Jungle Memory’ traint middels drie computertaken de visuele verwerkingssnelheid, letterherkenning, het executief werkgeheugen, verbaal werkgeheugen en het visueel-ruimtelijk werkgeheugen. De taak ‘Drijfzand’ bestaande uit een 3 bij 4 matrix waarbij het kind de posities van letters of woorden moest onthouden en achtereenvolgens moest aanklikken. De taak werd gemaakt onder tijdsdruk. In de taak “Codekraker” verscheen een steen in met daarop een letter in verschillende posities weergegeven en een rode stip op één van de vier posities (linksboven, rechtsboven, rechtsonder of linksonder). Nadat de steen verdween verschenen twee, vier of zes stenen met dezelfde letter in verschillende posities. Na het aanklikken van de juiste letters verscheen een nieuwe steen waarop de posities van de rode stip moest worden aangeklikt. In de taak “Oversteek” maakte het kind rekensommen waarna meteen de juiste uitkomst moest worden aangeklikt. De berekende antwoorden werden even onthouden totdat het kind alle sommen had gemaakt en de taak vroeg om alle juiste uitkomsten in te voeren (LerendBrein).

Data-analyse

De afhankelijke variabelen verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen en automatisering zijn getoetst op de onafhankelijke variabele werkgeheugentraining. De variabele werkgeheugencapaciteit is meetbaar gemaakt met de scores op de werkgeheugentaken ‘Apenspel’ (verbaal) en het ‘Leeuwenspel’ (visueel-ruimtelijk). De variabele automatisering van rekenen werd gemeten met de scores op de TTR. De drie herhaalde metingen variantieanalyse (RM-ANOVA) zijn uitgevoerd met een betrouwbaarheidsinterval van 95% en een alpha van .05 in SPSS 20.

De assumpties voorafgaand de uitvoering van de RM-ANOVA zijn gecontroleerd. De Sphericity Assumed is niet significant getoetst voor de variabele *Aap* ($p = .90$) en de variabele *Leeuw* ($p = .30$), maar wel significant getoetst voor de variabele TTR Totaal ($p = .004$). Ten behoeve van de beantwoording van de onderzoeksvraag is deze wel meegenomen. Levene’s Test van gelijke error variantie geeft voor de variabelen *Aap* ($p = .85$), *Leeuw* ($p = .33$) en *TTR Totaal* ($p = .40$) aan dat er sprake is van een gelijke variantie op de twee condities. Er is tevens voldaan aan de assumpties van een normaalverdeling, ontbreken van uitschieters en een lineaire relatie tussen de variabelen (Field, 2011).

De gegevens van de experimentele conditie zijn niet compleet doordat een voormeting op het ‘Apenspel’ en een nameting op het ‘Leeuwenspel’ ontbreekt. Binnen de controle conditie

ontbreken twee metingen op het ‘Apenspel’, een voormeting en nameting op het ‘Leeuwenspel’ en een voormeting en nameting op de ‘TTR Totaal’.

Resultaten

De kenmerken van de deelnemende kinderen aan het onderzoek staan weergegeven in Tabel 1. Hierbinnen is een verdeling gemaakt tussen de experimentele conditie 1 (training) en de controlegroep 2 (geen training).

Tabel 1

Kenmerken steekproef

Conditie	<i>n</i>	Leeftijd (<i>M</i>)	% jongens
1	20	11.0	65.0
2	19	10.9	78.9
Totaal	39	10.9	71.8

Verbaal werkgeheugen

Er is geen significant hoofdeffect van tijd op de variabele *Aap* gevonden, $F(1, 34) = 0.02$, $p = .91$. Er is sprake van een significant hoofdeffect van Conditie op *Aap*, $F(1, 34) = 4.90$, $p = .03$, $\eta^2 = .13$. De experimentele conditie scoort over de twee meetmomenten significant lager op de afhankelijke variabele *Aap* dan de controle conditie. Er is geen significant interactie-effect tussen de Conditie en de variabele *Aap* gevonden, $F(1, 34) = 0.55$, $p = .47$. De beide condities scoren gemiddeld gelijk.

Visueel-ruimtelijk werkgeheugen

Er is geen significant hoofdeffect van tijd op de variabele *Leeuw* gevonden, $F(1, 35) = 1.18$, $p = .29$. Er is geen sprake van een gemiddelde hogere score op de nameting vergeleken met de voormeting. Er is geen significant hoofdeffect van Conditie op *Leeuw* gevonden, $F(1, 35) = .01$, $p = .91$. Er is een significant interactie-effect gevonden op de variabele *Leeuw*, $F(1, 35) = 7.04$, $p = .01$, $\eta^2 = .17$. De experimentele conditie laat een afname zien in de scores op de nameting ten opzichte van de controle conditie waarbij een toename zichtbaar is.

Tabel 2

Beschrijvende statistieken van het Apenspel en Leeuwenspel

		Experimentele Conditie				Controle Conditie			
		<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Range</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Range</i>
Apenspel	T0	19	.52	.10	.38 - .71	17	.60	.10	.46 - .74
	T1	20	.54	.12	.34 - .75	19	.58	.11	.30 - .75
Leeuwenspel	T0	20	.77	.10	.54 - .94	18	.73	.13	.47 - .88
	T1	19	.74	.12	.45 - .94	18	.79	.12	.50 - .93

Automatisering van rekenen

Er is een significant hoofdeffect van tijd op de variabele *TTR Totaal* gevonden, $F(1, 35) = 9.42$, $p = .004$, $\eta^2 = .21$. Er is sprake van een significant hogere score op de nameting na verloop van tijd bij beide condities. Er is geen sprake van een significant hoofdeffect van Conditie op *TTR Totaal*, $F(1,35) = 0.08$, $p = .78$. Er werd geen significant interactie-effect tussen de Conditie en de variabele *TTR Totaal* gevonden, $F(1,35) = 1.86$, $p = .18$. Beide condities laten een hogere score zien op de nameting.

Tabel 3

Beschrijvende statistieken van de Tempo Test Rekenen

		Experimentele Conditie				Controle Conditie			
		<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Range</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Range</i>
TTR Totaal	T0	20	89.3	21.3	61 - 139	18	85,1	25,1	41 - 129
	T1	20	91.7	24.3	53 - 134	18	93,3	26.0	56 - 144
Optellen	T0	20	21.8	4.0	15 - 32	19	21.4	5.5	11 - 30
	T1	20	22.9	5.2	11 - 30	18	23.1	5.3	13 - 34
Aftrekken	T0	20	19.5	4.8	13 - 30	19	16.9	5.0	6 - 26
	T1	20	19.2	5.2	12 - 30	18	19	5.2	9 - 29
Vermenigvuldigen	T0	20	19.4	5.9	10 - 28	19	20.0	5.6	10 - 29
	T1	20	19.5	6.3	8 - 30	18	20.1	5.5	10 - 30
Delen	T0	20	11.5	4.8	4 - 21	19	12.5	7.0	2 - 26
	T1	20	12.6	6.3	1 - 25	18	13.7	7.3	3 - 29
Variatie	T0	20	17.2	4.7	10 - 28	18	17	5.7	7 - 27
	T1	20	17.6	4.3	9 - 25	18	18.1	4.8	11 - 26

Discussie en conclusie

Binnen de huidige populatie is er een hoge prevalentie (5 - 8 %) van rekenproblemen (Lukowski et al., 2014). Kinderen die op jonge leeftijd ondersteund worden in hun rekenvaardigheden profiteren hier van op latere leeftijd binnen hun werk en dagelijks leven (Duncan et al., 2007). Met het oog op de ontwikkeling van rekenmethodes is het van belang om de relatie tussen het werkgeheugen en rekenen te onderzoeken (Raghubar et al., 2010). Dit onderzoek had als doel om te toetsen of na het volgen van de werkgeheugentraining een verbetering zou optreden in de werkgeheugencapaciteit en de automatisering van rekenen bij kinderen met rekenproblemen.

Als eerste is er getoetst of er een significante verbetering zou optreden in de werkgeheugencapaciteit na het volgen van de werkgeheugentraining. Er is geen significante verbetering gevonden in het verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen. Deze resultaten komen niet overeen met de eerdere benoemde literatuur waarin beschreven werd dat de werkgeheugencapaciteit zou vergroten en de prestaties op de werkgeheugentaken zouden verbeteren na het volgen van een werkgeheugentraining (Rode et al., 2014; Green et al., 2012). Een meta-analyse van Melby-Lervåg en Hulme (2012) bevestigt dat een werkgeheugentraining niet bewezen effectief is en dat verbeteringen met name op korte termijn zichtbaar zijn (Melby-Lervåg & Hulme, 2012). Van Dongen-Boomsma et al. (2014) geven een verklaring voor de inconsistente resultaten van de werkgeheugentraining. Zij stellen dat er tot op heden nog geen goed gevestigde training bestaat.

Als tweede werd getoetst of er een significante verbetering was op de automatisering van rekenen. De resultaten laten een hogere score zien na verloop van tijd. Er is echter geen significant hoofdeffect van conditie en interactie-effect gevonden, waardoor niet gesteld kan worden dat de conditie bepalend is voor de toename in de scores. Deze groei zou verklaard kunnen worden door een natuurlijke vooruitgang of een leereffect waarbij de kinderen zich nog herinneren wat ze eerder hebben geantwoord (Field, 2011). Friso-Van den Bos et al. (2013) benoemen dat leeftijd een grote rol speelt in de inzet van het werkgeheugen bij het oplossen van rekensommen en dat op oudere leeftijd deze inzet een verminderde rol speelt (Friso-Van den Bos et al., 2013). Ook zou de invloed van de training op jongere leeftijd een grotere invloed kunnen hebben. Volgens Raghubar et al. (2010) is de inzet van een werkgeheugentraining met directe specifieke instructies bewezen effectief voor jongere kinderen met rekenproblemen, maar is dit effect op oudere leeftijd nog niet vastgesteld.

Binnen het huidige onderzoek kunnen kanttekeningen worden geplaatst bij de steekproefgrootte, de metingen en haalbaarheid van de uitvoering van de werkgeheugentraining. De steekproefgrootte van huidig onderzoek is klein ($n = 39$) waardoor de resultaten ook minder betrouwbaar zijn (Field, 2011). Het werven van scholen die wilden participeren aan het onderzoek was moeizaam waardoor de oorspronkelijke doelstelling van ($n = 80$) niet behaald is. Er is geen gebruik gemaakt van een gecontroleerde meetomgeving waardoor de omstandigheden verschillend waren. En de factoren zoals tijdstip, omgevingsgeluiden en werkruimte de score mogelijk heeft kunnen beïnvloeden. Tevens bleek uit de analyses dat er een verschil was in het startniveau van de twee condities waardoor het interpreteren van de resultaten bemoeilijkt werd. Een gecontroleerde omgeving zou deze verschillen deels kunnen ondervangen. De werkgeheugentaken Apenspel en Leeuwenspel zijn respectievelijk bij zes kinderen niet goed doorlopen doordat de computerprogramma's stagneerden. Deze missende gegevens kunnen op een kleine steekproef een aanzienlijk verschil betekenen (Field, 2011). De werkgeheugentraining 'Jungle Memory' zou een representatief verschil kunnen betekenen wanneer er minimaal vier keer per week getraind zou worden (LerendBrein). Zowel uit de feedback van leerkrachten als de back-up van 'Jungle Memory' is gebleken dat dit moeilijk te integreren was voor leerkrachten binnen het reguliere schoolprogramma, waardoor de frequenties van trainen uiteen liepen van 3 tot 1 keer per week.

Sterke punten van dit onderzoek betroffen dat de onderzoekers persoonlijk contact hadden met zowel de leerkrachten als de deelnemende kinderen. De voormetingen en nametingen zijn door de onderzoekers zelf afgenomen waardoor zij het kind konden leren kennen. Ook hebben de onderzoekers de kinderen zelf getraind waardoor ze gericht feedback en aanwijzingen konden geven. Een ander sterk punt was het gebruik van een gecomputeriseerde training, waardoor kinderen zelfstandig en efficiënt konden trainen. Gecomputeriseerde cognitieve trainingen bieden volgens Pijenborgh, Hurks, Aldenkamp, Vles en Hendriksen (2015) significante verbeteringen in de prestaties van kinderen met leerproblemen (Pijenborgh et al., 2015). Tevens konden de onderzoekers hierdoor op een afstand monitoren en zien op welke onderdelen de kinderen uitvielen en waardoor hier gericht aanwijzingen op gegeven konden worden.

Een eerste aanbeveling voor toekomstig onderzoek is om te onderzoeken welk verband er is tussen leeftijd en de inzet van werkgeheugencomponenten. Er zijn inconsistente bevindingen over welk component de belangrijkste rol speelt binnen de ontwikkeling van de rekenvaardigheden. Het visueel-ruimtelijk werkgeheugen (Van de Weijer-Bergsma et al., 2014)

en het verbale werkgeheugen (Alloway, 2006) worden beiden als belangrijkste component benoemd. Het is daarom van belang dat er meer onderzoek wordt gedaan naar de relatie tussen het werkgeheugen en leeftijd. Trainingsmethodes kunnen dan beter afgestemd worden op de leeftijd van het kind waardoor het werkgeheugen optimaal getraind kan worden. De werkgeheugentraining heeft geen directe invloed gehad op de automatisering. Rose, Buchsbaum en Craik (2014) beschrijven de invloed van het lange termijn geheugen op de automatisering. Een tweede aanbeveling is om nader onderzoek te richten op het effect van training van het lange termijn geheugen op de automatisering van rekenen. De geheugentraining zou hierdoor uitgebreid kunnen worden door meerdere werkgeheugencomponenten op te nemen waardoor een breder scala aan rekenvaardigheden getraind kan worden.

Huidig onderzoek heeft na afname van de werkgeheugentraining 'Jungle Memory' bij kinderen met rekenproblemen geen significante verbeteringen gevonden op het verbaal en visueel-ruimtelijk werkgeheugen en de automatisering van rekenen. Aanbevelingen voor toekomstig onderzoek zijn gericht op de relatie tussen leeftijd, werkgeheugen en rekenen.

Referenties

- Alloway, T. P. (2006). How does working memory work in the classroom? *Educational Research and Reviews, 1*, 134-139
- Arsalidou, M., & Taylor, M. J. (2011). Is $2+2=4$? Meta-analyses of brain areas needed for numbers and calculations. *NeuroImage, 54*, 2382-2393.
doi:10.1016/j.neuroimage.2010.10.009
- Baddeley, A. (2003). Working Memory: Looking Back and Looking Forward. *Neuroscience, 4*. doi:10.1038/nrn1201
- Barkeley, R. A. (2006). *Attention-deficit disorder: A handbook for diagnosis and treatment*. New York: Guilford Press.
- 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
- Bergman- Nutley, S., & Klingberg, T. (2014). Effect of working memory training on working memory, arithmetic and following instructions. *Psychological Research, 78*, 869-877. doi: 10.1007/s00426-014-0614-0
- Cowan, N. (2014). Working Memory Underpins Cognitive Development, Learning, and Education. *Educational Psychological Review, 26*, 197-223.
doi: 10.1007/s10648- 013-9246-y
- Danielsson, H., Henry, L., Rönnnberg, J., & Nilsson, L. G. (2010). Executive functions in individuals with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities, 31*, 1299-1304. doi: 10.1016/j.ridd.2010.07.012
- De Vos, de T. (1992). *Tempo Test Rekenen*. Nijmegen, The Netherlands: Berkhout.
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., Pagani, L. S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H., Duckworth, K., & Japel, C. (2007) School readiness and later achievement. *Development Psychology, 43*, 1428–1446. doi: 10.1037/0012-1649.43.6.1428
- Field, A. (2011). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. London: Sage.
- Friso - Van den Bos, I., Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (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
- Fuchs, L.S., Powell, S.R., Seethaler, P.M., Cirino, P.T., Fletcher, J.M., Fuchs, D., Hamlett, C.L., & Zumeta, R.O. (2009). Remediating number combination and word problem

- deficits among students with mathematics difficulties: A randomized control trial. *Journal of Educational Psychology*, *101*, 561-576. doi: 10.1037/a0014701
- 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.
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., Nugent, L., & Numtee, C. (2007). Cognitive mechanism underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child development*, *87*, 1343-1359.
- Green, C. T., Long, D. L., Green, D., Iosif, A. M., Dixon, J. F., Miller, M. R., Fassbender, C., & Schweitzer, J. B. (2012). Will working memory training generalize to improve off-task behaviour in children with Attention-Deficit/ Hyperactivity Disorder? *Neurotherapeutics*, *9*, 639-648. doi: 10.1007/s13311-012-0124-y
- Hecht, S.A. (2002). Counting on working memory in simple arithmetic when counting is used for problem solving. *Memory and Cognition*, *30*, 447-455. doi: 10.3758/BF03194945
- 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
- Kucian, K., Schwizer Ashkenazi, S., Hänggi, J., Rotzer, S., Jäncke, L., Martin, E., & Von Aster, A. (2014). Developmental dyscalculia: A dysconnection syndrome? *Brain Structure and Function*, *219*, 1721-1733. doi: 10.1007/s00429-013-0597-4
- LerendBrein. Verkregen op 9 maart via, <http://lb.junglememory.com/>
- Liu, S. A., Kallai, A. Y., Schunn, C. D., & Fiez, J. A. (2015). Using mental computation training to improve complex mathematical performance. *Instructional Science*, *43*, 463–485. doi: 10.1007/s11251-015-9350-0
- Lukowski, S. L., Soden, B., Hart, S. A., Thompson, L. A., Kovas, Y., & Petrill, S. A. (2014). Etiological distinction of working memory components in relation to mathematics. *Intelligence*, *47*, 54-62. doi:10.1016/j.intell.2014.09.001
- Martinussen, R., Hayden, J., Hogg, S., & Tannock. (2005) A Meta-Analysis of Working Memory Impairments in Children With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, *44*, 377–384. doi:10.1097/01.chi.0000153228.72591.73

- 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
- McNab, F., & Klingberg, T. (2008). Prefrontal cortex and basal ganglia control access to working memory. *Nature Neuroscience*, *11*, 103–10. doi:10.1038/nn2024
- Meiri, H., Sela, I., Neshet, P., Izzetoglu, M., Izzetoglu, K., Onaral, B., & Breznitz, Z. (2012). Frontal lobe role in simple arithmetic calculations: An fNIR study. *Neuroscience Letters*, *510*, 43-7. doi: 10.1016/j.neulet.2011.12.066
- Melby-Lervåg, M., & Hulme, C. (2012). Is working memory training effective? A meta analytic review. *Developmental Psychology* *49*, 270-291. doi:10.1037/a0028228
- Raghubar, K. P., Barnes, M., & Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics: A review developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences*, *20*, 110-122. doi:10.1016/j.lindif.2009.10.005
- Repos, 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
- Richmond, L. L., Wolk, D., Chein, D., & Olson, I. R. (2014). Transcranial direct current stimulation enhances verbal working memory training performance over time and near transfer outcomes. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *26*, 2443-2454. doi:10.1162/jocn_a_00657
- Rode, C., Robson, R., Purviance, A., Geary, D. C., & Mayr, U. (2014). Is working memory training effective? A study in a school setting. *Plos One*, *9*, e104796. doi:10.1371/journal.pone.0104796
- Rose, N. S., Craik, F. I. M., Buchsbaum, B. R. (2015). Levels of Processing in Working Memory: Differential Involvement of Frontotemporal Networks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *27*, 522 – 532. doi: 10.1162/jocn_a_00738
- Ruijsenaars, W., & Van Luit, J. E. H. (2013) *Handboek diagnostiek in de leerlingbegeleiding*. Antwerpen, Apeldoorn: Garant
- Swanson, H. L., Moran, A., Lussier, C., & Fung, W. (2014). The effect of explicit and direct generative strategy training and working memory on word problem-solving accuracy in children at risk for math difficulties. *Learning Disability Quarterly*, *37*, 111-122. doi:10.1177/0731948713507264

- Toll, S. W. M., Van Viersen, S., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2011). The development of (non-)symbolic comparison skills throughout kindergarten and their relations with basic mathematical skills. *Learning and Individual Differences, 38*, 10-17. doi: 10.1016/j.lindif.2014.12.006
- Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2014). Verbal and visual-spatial working memory and mathematical ability in different domains throughout primary school. *Memory & Cognition, 42*. doi:10.3758/s13421-014-0480-4
- Van Dongen – Boomsma, M., Vollebregt, M. A., Buitelaar, J. K., & Slaats-Willems, D (2014). Working memory training in young children with ADHD: a randomized placebo-controlled trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 55*, 886-896. doi: 0.1111/jcpp.12218