

Thesis

Shifting en leren vermenigvuldigen

Het verschil tussen het hebben van goede, gemiddelde en zwakke shiftingvaardigheden bij het leren vermenigvuldigen

<u>Student:</u>	E. A. Kreuk
<u>Studentnummer:</u>	0415103
<u>Datum:</u>	26 juni 2009
<u>Instelling:</u>	Universiteit Utrecht
<u>Opleiding:</u>	Master Orthopedagogiek
<u>Cursusjaar:</u>	2008/2009
<u>Werkveld:</u>	Leerlingenzorg
<u>Onderwijsonderdeel:</u>	Masterthesis
<u>Cursuscode:</u>	200500130
<u>Onderzoeksinstelling:</u>	Universiteit Utrecht
<u>Onderzoeksbegeleider:</u>	S. van der Ven

Voorwoord

Na een jaar stage te hebben gelopen, was het dit jaar tijd voor mijn afstudeeronderzoek. Aan het begin van het jaar mocht ik aangeven naar welk onderzoek mijn interesse uitging. Aanvankelijk wilde ik mij niet aansluiten bij een onderzoek naar executieve functies en leren rekenen, omdat ik bang was dat het teveel overeen zou komen met het onderzoek wat ik tijdens mijn onderzoeksseminar heb uitgevoerd. Nadat Sanne van der Ven mij op het hart had gedrukt dat het wel degelijk om een geheel ander soort onderzoek zou gaan, heb ik toch besloten om mij bij dit onderzoek te voegen. Daar heb ik allerminst spijt van gehad. Niet eerder heb ik deelgenomen aan een onderzoek met verschillende meetmomenten vlak na elkaar. Van dichtbij heb ik de (verschillen in) individuele ontwikkeling van kinderen mogen volgen. Dit was zeer interessant en heeft mij bij het schrijven van deze thesis erg geholpen. Tevens heb ik deelgenomen aan de dataverzameling voor het grotere longitudinale onderzoek. Op deze wijze heb ik een goed beeld kunnen vormen van de taken die executieve functies meten. Na de dataverzameling was het tijd om de gegevens te analyseren. In het begin leek het mij lastig om mijn gegevens in SPSS te analyseren. Maar uiteindelijk is het mij ontzettend meegevallen en heb ik er zelfs plezier in gekregen.

Graag wil ik Sanne van der Ven bedanken voor de begeleiding die zij mij heeft geboden. Behalve dat zij deskundig is, is ze betrokken en stond ze altijd voor mij klaar. Ik wens haar veel succes toe met haar promotieonderzoek. Tevens gaat mijn dank uit naar basisschool de Bron in Reeuwijk waar ik voor beide onderzoeken data heb verzameld. Ik heb mij zeer welkom gevoeld op deze school.

Aangezien ik door middel van dit onderzoek daadwerkelijk afstudeer, wil ik graag een woord van dank richten aan mijn lieve oppasgezinnetje waar ik tijdens mijn eerste studiejaar ben komen te werken. Wat begon als baantje om praktisch ervaring op te doen met kinderen, is uitgegroeid tot een tweede thuis. Dorus, Alissa en Eric, jullie stonden al die jaren achter mij en hebben mij vaak bijgestaan met raad en daad. Bedankt daarvoor!

Uiteraard gaat al mijn dank en liefde uit naar Leander en Lorentz, omdat jullie er altijd voor mij zijn en jullie mij laten weten dat altijd alles goed komt.

Liesbeth Kreuk

Het verschil tussen het hebben van goede, gemiddelde en zwakke shiftingvaardigheden bij het leren vermenigvuldigen

E. A. Kreuk, Universiteit Utrecht

Abstract

Background: Several studies have investigated the relationship between executive functions and arithmetic. However, in what way they are connected is still uncertain. **Aim:** The aim of this study was therefore to investigate the development of multiplication, particularly the use of (advanced) strategies and accuracy in children with above average, average and below average shifting capacities. **Method:** Children from seven primary schools participated in eight sessions in which they answered 15 multiplication questions. The strategy they used was observed and noted. Shifting was measured by the Animal shifting task and the Sorting task. **Results:** Results of *repeated-measures ANOVA*'s showed that no significant differences were found between the three groups in their use of (advanced) strategies. Significant results were found between groups for accuracy (one-tailed). **Conclusions:** The development in strategy use seems the same for children with above average, average and below average capacities in shifting. However in accuracy, children with above average and average shifting capacities had compared to children with below average capacities overall more right answers. Further research with a larger sample is recommended.

Keywords: Shifting, Multiplication, Strategies, Accuracy, Executive functions

Aangezien rekenen een basale cognitieve vaardigheid is en één van de belangrijkste onderwijsleerdoelen, is de bestudering van onderliggende processen van groot belang om meer inzicht te krijgen in het ontstaan, de ontwikkeling en bevordering van rekenvaardigheden bij kinderen (Seitz & Schumann-Hengsteler, 2000). Dit onderzoek heeft tot doel de ontwikkeling van vermenigvuldigen bij kinderen met goede, gemiddelde en zwakke shiftingvaardigheden in kaart te brengen.

Over de onderliggende processen van rekenvaardigheid hebben verscheidene onderzoekers zich de afgelopen jaren gebogen. Eén van de cognitieve processen die al diverse keren is bestudeerd en in verband wordt gebracht met individuele verschillen op het gebied van rekenen, is het werkgeheugen (Adams & Hitch, 1997; Berg, 2008; Passolunghi & Pazzaglia, 2005; Swanson & Kim, 2007). Het werkgeheugen is een systeem voor het tijdelijk opslaan en bewerken van informatie. Er zijn verschillende modellen die het werkgeheugen beschrijven (Passolunghi & Pazzaglia, 2005). Het werkgeheugenmodel van Baddeley (1986, zoals gevonden in Van der Sluis, De Jong, & Van der Leij, 2004) is het meest bekend en

wordt vaak gebruikt voor het begrijpen van individuele verschillen in probleemoplossen. Het model bestaat uit drie componenten: het centraal executief systeem en twee subsystemen: de fonologische lus en het visuo-spatieel schetsboek. Het centraal executief systeem is verantwoordelijk voor het doorgeven van informatie naar de twee subsystemen, het coördineren van activiteiten binnen het geheugensysteem en het ophalen van informatie uit het langetermijngeheugen. Waar de fonologische lus verantwoordelijk is voor het tijdelijk opslaan van talige informatie, is het visuo-spatieel schetsboek verantwoordelijk voor het tijdelijk opslaan van visuo-spatieel informatie (Berg, 2008). Voor de centraal executieve component van het werkgeheugen is de laatste jaren pas meer aandacht gekomen. Na bestudering is gebleken dat deze component in diverse processen, genaamd executieve functies, is op te delen (Baddeley, 1996). Executieve functies zijn controlemechanismen die de werking van verschillende cognitieve subprocessen moduleren en hierbij de menselijke cognitie reguleren. De meest bekende executieve functies zijn inhibitie, shifting en updating. Inhibitie houdt het onderdrukken van dominante acties in ten gunste van meer doelgeoriënteerd gedrag. Shifting is de mogelijkheid om aandacht (af) te wisselen of tussen verschillende taken, strategieën of respons sets over te stappen. Bij updating wordt inkomende informatie die nodig is voor de taak gecodeerd en geëvalueerd. Tevens vindt er een herziening plaats van informatie die in het geheugen is opgeslagen (Van der Sluis et al., 2004). De allereerste vormen van executieve functies zijn al in de babytijd aanwezig. Veranderingen in executieve functies in de kleutertijd kunnen door de ontwikkeling van aandacht en integratie van componenten van executieve functies ontstaan (Garon, Bryson, & Smith, 2008).

Aan de ene kant worden executieve functies onderscheiden, aan de andere kant is er nog veel onduidelijkheid. In het onderzoek van St Clair-Thompson en Gathercole (2006) is het niet gelukt om shifting als aparte executieve functie te vinden. De onderzoekers geven in het artikel aan dat het waarschijnlijk te wijten is aan methodische aspecten. Het feit dat er nog onduidelijk bestaat is gelegen in het 'task impurity problem'. Het probleem houdt in dat het moeilijk te achterhalen is of de vaardigheden die tijdens een taak worden gemeten aan executieve vaardigheden of aan andere vaardigheden zijn toe te schrijven. Dit komt doordat executieve functies nauw samenwerken met andere cognitieve processen (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, & Howerter, 2000). Daarbij kunnen executieve functies niet alleen als afzonderlijke constructen worden gezien, maar delen zij op sommige punten ook overeenkomsten (Fournier-Vicente, Larigauderie, & Gaonac'h, 2008; Lehto, Juujärvi, Kooistra, & Pulkkinen, 2003; Miyake et al., 2000). Een van de mogelijke overeenkomsten is dat alle executieve functies inhibitie processen bevatten om goed te functioneren (Miyake et

al., 2000). Deze problemen kunnen ondervangen worden door gebruik te maken van controlevariabelen en factoranalyses. Op deze wijze kan worden nagegaan of de taak daadwerkelijk de executieve functie meet zoals bedoeld.

Onderzoek suggereert dat executieve functies gerelateerd zijn aan het denkvermogen dat naar voren komt in schoolse vaardigheden zoals rekenvaardigheid (Swanson en Kim, 2007). Bull & Scerif (2001) vonden in hun onderzoek bij zes- tot achtjarige kinderen een verband tussen rekenvaardigheid en inhibitie, shifting en updating. Andersson (2008) ontdekte bij kinderen in de leeftijd negen tot tien jaar ook een positief verband tussen rekenvaardigheid en verschillende executieve functies waaronder shifting. De executieve functie inhibitie is bij dit onderzoek niet gevonden. De auteur geeft hiervoor als reden dat de processen van inhibitie al aanwezig waren bij de andere taken die werden geassocieerd met rekenvaardigheid en dat daarom geen significant verband werd gevonden tussen de Stroop taak en rekenvaardigheid.

Tevens is onderzoek uitgevoerd onder kinderen met zwakke rekenvaardigheden. Hierin komt naar voren dat kinderen die zwak zijn in rekenen minder goed functionerende inhibitievaardigheden hebben, dan kinderen die goed kunnen rekenen (Passolunghi & Siegel, 2001; Passolunghi & Siegel, 2004). Naast inhibitie wordt ook updating (Passolunghi & Pazzaglia, 2005) verantwoordelijk gehouden voor succes in het werkgeheugen en probleemoplossen; kinderen die slecht rekenproblemen kunnen oplossen hebben meer moeite met het ophalen van informatie en maken op updating taken meer fouten. Mclean en Hitch (1999) vonden dat kinderen met rekenproblemen in tegenstelling tot leeftijdsgenootjes, op inhibitie en shifting taken lagere prestaties behaalden. Van der Sluis en anderen (2004) nuanceren bovenstaande resultaten. Volgens de auteurs hoeven kinderen die slecht kunnen rekenen niet per definitie problemen met inhibitie en shifting te ervaren. Kinderen met slechte rekencapaciteiten behalen voornamelijk op complexe executieve taken die een combinatie van executieve functies bevatten, lagere prestaties dan controlekinderen.

Het feit dat beperkte werkgeheugencapaciteiten, specifiek executieve functies, gerelateerd zijn aan lagere prestaties op rekengebied, doet vermoeden dat ook het proces van rekenen anders verloopt (Bull & Scerif, 2001; Barrouillet & L epine, 2005; Imbo en Vandierendonck, 2007). Zo wordt gesuggereerd dat kinderen met minder goede inhibitievaardigheden en een slechter functionerend werkgeheugen, problemen ervaren met het wisselen tussen, evalueren van oude strategie en en overstappen naar nieuwe strategie en (Bull & Scerif, 2001). Imbo en Vandierendonck (2007) toonden aan dat kinderen met beperktere werkgeheugencapaciteiten, minder gebruik maakten van geavanceerde strategie en.

Over het algemeen komt er wat betreft strategiegebruik uit onderzoek naar voren dat het gaandeweg een ontwikkeling doormaakt. In het begin maken kinderen op verschillende taken gebruik van verschillende strategieën en geleidelijk worden er nieuwe geavanceerde strategieën gevormd (Siegler, 1991; Siegler & Chen, 2002). Onderzoek naar strategiegebruik specifiek bij vermenigvuldigen is beperkt ten opzichte van optel- en aftreksommen (Carr & Jessup, 1995). Steel en Funnell (2001) hebben wel gekeken naar de ontwikkeling van vermenigvuldigvaardigheden bij een groep kinderen van acht tot twaalf jaar. Naar voren kwam dat er een significante verandering was op te merken in het gebruik van verschillende strategieën (retrieval, buksommen en optellen), naar alleen retrieval en buksommen. Naarmate de kinderen meer ervaring kregen in rekenen, werden de strategieën geavanceerder.

Tevens speelt accuratesse ook een belangrijke rol bij rekenvaardigheid (Mabbott & Bisanz, 2003). In het artikel van Swanson (2006) kwam naar voren dat accuratesse wordt voorspeld door het executief systeem van het werkgeheugen, onafhankelijk van leeftijd, lezen en inhibitie. Steel en Funnell (2001) toonden aan dat accuratesse varieerde naar gelang de strategie die werd gebruikt. Retrieval en retrieval/gebruik buksommen waren constant meer accuraat dan optellen of het gebruik van verschillende strategieën tegelijk.

Tot op heden is er veel onderzoek gedaan naar de samenhang tussen executieve functies en rekenvaardigheid. Er is echter nog weinig bekend over hoe ze precies samenhangen, oftewel de functionele mechanismen, in het bijzonder de cognitieve bronnen, die aan dit proces ten grondslag liggen (Seitz & Schumann-Hengsteler, 2000). Daarom wordt in dit onderzoek gekeken naar de rol van shifting bij de ontwikkeling van vermenigvuldigen bij kinderen in de onderbouw. Specifiek is voor shifting gekozen omdat in onderzoeken relatief minder aandacht aan deze executieve functie is besteed. Om het leerproces zo gedetailleerd mogelijk in kaart te brengen, wordt gebruik gemaakt van een microgenetische benadering. Hierbij kan door middel van verschillende meetmomenten in een kort tijdsbestek (cognitieve) ontwikkeling worden bestudeerd (Siegler, 1991; Siegler & Svetina, 2002). Een groot voordeel van deze benadering is dat de korte termijn veranderingen die uit microgenetische benaderingen tot stand komen, in zekere mate overeenkomen met lange termijn veranderingen verkregen uit longitudinaal en cross-sectioneel onderzoek (Siegler & Svetina, 2002).

Aangezien kinderen met goede shiftingvaardigheden het vermogen hebben om beter te wisselen tussen taken (Van der Sluis et al., 2004), wordt verwacht dat zij bij het toepassen van strategieën beter tussen strategieën kunnen wisselen en hierdoor flexibeler zijn in de keuze van hun strategieën. Hoogstwaarschijnlijk zijn deze kinderen ook beter in staat om meerdere

strategieën naast elkaar te gebruiken en sneller naar meer geavanceerde strategieën over te stappen, dan kinderen met zwakke shiftingvaardigheden. Tevens wordt verwacht dat kinderen met goede shiftingvaardigheden sneller de juiste strategie zullen gebruiken dan kinderen met zwakke vaardigheden. Mogelijk zorgt dit ervoor dat kinderen met goede shiftingvaardigheden accurater antwoord zullen geven op de sommen en de rekenhandelingen eerder zullen automatiseren.

In dit onderzoek wordt dieper ingegaan op het proces van het leren vermenigvuldigen. Wanneer er meer kennis wordt verworven, kan uitval op het gebied van rekenen bij kinderen mogelijk eerder worden gesignaleerd. Tevens kan er adequater hulp worden ingezet. De probleemstelling van dit onderzoek wordt als volgt geformuleerd: zijn er verschillen tussen kinderen met goede, gemiddelde en zwakke shiftingvaardigheden op het gebied van (de ontwikkeling van) vermenigvuldigen? De onderzoeksvragen richten zich op de verschillen tussen deze groepen kinderen in het gebruik van strategieën, de geavanceerdheid van strategieën en accuratesse bij het vermenigvuldigen.

Methode

Deze studie maakt deel uit van een groter longitudinaal onderzoek, dat zich bezighield met de vraag of, en zo ja hoe, inhibitie, shifting en updating de verschillen in rekenvaardigheid bij kinderen in de basisschoolleeftijd kunnen verklaren. De scores van de kinderen op de shiftingtaken van meetmoment drie van het longitudinale onderzoek zijn meegenomen in dit onderzoek.

Participanten en procedure

Op basis van beschikbaarheid, belastingsdruk en hantering/uitvoering van dezelfde rekenmethode, zijn van de tien scholen uit het longitudinale onderzoek zeven scholen geselecteerd voor deelname aan het microgenetische onderzoek. De scholen liggen verspreid over heel Nederland en worden gekenmerkt door ouders met een gemengd opleidingsniveau en afwezigheid van een laag aantal allochtone kinderen. Per school is voor groep vier een aselechte steekproef getrokken uit de kinderen met toestemming voor deelname. Er is gestreefd naar ongeveer 20 leerlingen per school en een goede dwarsdoorsnede qua niveau van executief functioneren en rekenvaardigheid. In totaal namen 103 kinderen, in de leeftijd van 7;4 jaar tot 8;9 jaar, deel aan het onderzoek ($M = 8;0$ jaar, $SD = 0;4$ jaar; 56 jongens en 47 meisjes). Aan de analyses namen in totaal 77 kinderen deel ($M = 8;0$ jaar, $SD = 0;4$ jaar; 43

jongens en 34 meisjes), doordat de kinderen die niet alle meetmomenten hadden gevolgd uit zijn gevallen.

Het microgenetische onderzoek bestond uit acht meetmomenten in januari, februari en maart 2009. Bij de kinderen is gedurende acht weken lang, één keer per week, een korte rekentaak afgenomen. De duur varieerde van 30 minuten bij de eerste paar meetmomenten tot 15 minuten op het eind van het onderzoek. De taken werden individueel afgenomen op de scholen van de kinderen, bij voorkeur op een rustige plaats.

Meetinstrumenten

Rekentaak

Los het op! Het doel van deze taak was om door middel van observatie het strategiegebruik van kinderen te achterhalen. Onder strategiegebruik wordt(en) de manier(en) verstaan die wordt(en) gebruikt om de vermenigvuldigingsommen op te lossen. Indien dit onduidelijk was werd dit nagevraagd aan het kind. De taak bestond uit het maken van 15 vermenigvuldigingsommen van de tafel van één tot tien op papier. Elke week kwamen dezelfde sommen aanbod, steeds in een andere volgorde. De sommen bestonden uit zowel kale sommen als sommen met een verhaaltje en plaatje. De sommen met een verhaaltje werden door de proefleider voorgelezen. De kinderen moesten de sommen oplossen op de manier die zijzelf het prettigst vonden. Vervolgens werd gekeken van welke acht strategieën de kinderen gebruik maakten: Foutieve strategie (0), Tellen aan de hand van plaatjes (1), Tellen op vingers (2), Hardop tellen (2), Herhaald optellen (3), Buursommen (4), Verdubbelen (4) en Retrieval (5). De cijfers geven aan hoe geavanceerd de strategieën zijn, waarbij geldt hoe hoger de codering hoe geavanceerder de strategie. Naast strategiegebruik en geavanceerdheid van strategieën is ook gekeken naar accuratesse.

Shiftingtaken

Met behulp van de taken Animal shifting en de Sorteertaak is nagegaan hoe het gesteld is met de shiftingvaardigheden van de kinderen. De shiftingtaken bestonden uit twee onderdelen: een controletaak en een shifttaak. Beide taken werden voorafgegaan door uitleg en een aantal oefentrialen (controletaak 40 items en shifttaak 40 items) waarop kinderen feedback kregen. Bij de echte taak werd geen feedback meer gegeven. De reactiesnelheid werd door de computer bijgehouden. Beide taken namen ongeveer acht minuten in beslag. Voor de gehele taak gold dat het eerste antwoord van het kind telde.

Animal shifting Deze taak is gebaseerd op Symbol shifting van Van der Sluis (2007). Het doel van deze taak was om te zien hoe goed het kind in staat is om te wisselen

tussen het benoemen van plaatjes afhankelijk van de achtergrondkleur. Bij de controletaak kwam telkens een fixatiekruisje op het scherm en vervolgens een plaatje van een fruitstuk (aardbei, banaan, peer, kers) of van een dier (hond, kat, vogel, vis). De taak van het kind was om het plaatje dat in het scherm kwam zo snel mogelijk te benoemen. Bij de shifttaak kwam een plaatje van fruit en van een dier op het scherm waarvan slechts één benoemd moest worden. De taak van het kind was nu om naar de achtergrondkleur van het scherm te kijken. Als de achtergrondkleur geel was, moest het kind het fruit benoemen. Als de achtergrondkleur paars was, moest het dier worden benoemd. Het aantal oefentrials kon bij de shifttaak verschillen per kind, afhankelijk van of het kind de regels goed toepaste. Zo gauw zes van de acht trials goed werden gedaan, stopte het oefenen.

Sorteertaak Deze taak is gebaseerd op de Dimensional Change Card Sorting (DCCS) taak van Zelazo, Muller, Frye en Marcovitch (2003). De inhibitietaak is aangepast zodat deze in dit onderzoek kon worden gebruikt als shiftingtaak. Bij de Sorteertaak kwam op het computerscherm aan de linkerkant steeds een hond of kikker in beeld en aan de rechterkant een blauwe of oranje vierkant of ster. Het was de bedoeling dat de kinderen alle blauwe voorwerpen aan de hond gaven en de oranje voorwerpen in de prullenbak gooiden. Alle sterren, onafhankelijk van kleur, moesten aan de kikker worden gegeven en alle vierkanten moesten in de prullenbak. Eerst was er een conditie met alleen een hond (40 items), toen een conditie met alleen de kikker (40 items) en vervolgens één met beide dieren door elkaar (40 items). De laatste was de shifttaak waarbij de hond en de kikker werden afgewisseld.

Bovengenoemde taken zijn geconstrueerd door de Universiteit Utrecht. Betreffende de betrouwbaarheid en validiteit van deze meetinstrumenten zijn geen resultaten voorhanden. Het gegeven dat executieve functies lastig te meten zijn, heeft ervoor gezorgd dat weinig informatie beschikbaar is over de betrouwbaarheid en validiteit van deze taken. Andere bronnen zijn dus niet te raadplegen. Het probleem is geprobeerd te ondervangen door gebruik te maken van twee shiftingtaken in plaats van één en door factoranalyses uit te voeren.

Analyse

Als eerste is de variabele shiftingvaardigheid berekend. Dit is gedaan door afzonderlijk verschildscores te berekenen voor de taken Animal Shifting en de Sorteertaak, door de reactietijd van het controleonderdeel af te trekken van de reactietijd van het shiftingonderdeel. De betekenis van waarden was, hoe hoger de reactietijd hoe lager de shiftingscore. Er is een factoranalyse uitgevoerd. Aangezien beide taken goed laadden op de factor, is er één nieuwe variabele shiftingvaardigheid ontstaan. Op basis van deze scores zijn er drie groepen

gevormd, de 24.7% kinderen met de hoogste score kwam in de groep Goed, $n = 19$ (10 jongens en 9 meisjes), $M = -1.01$, $SD = 0.23$, 50.6% van de kinderen met een gemiddelde score kwam in de groep Gemiddeld, $n = 39$ (23 jongens en 16 meisjes), $M = -0.21$, $SD = 0.36$ en 24.7% van de kinderen met de laagste score kwam in de groep Zwak, $n = 19$ (10 jongens en 9 meisjes), $M = 1.43$, $SD = 0.76$. Vervolgens zijn er voor de groepen drie *one-way repeated-measures ANOVA's* uitgevoerd.

Resultaten

Strategiegebruik

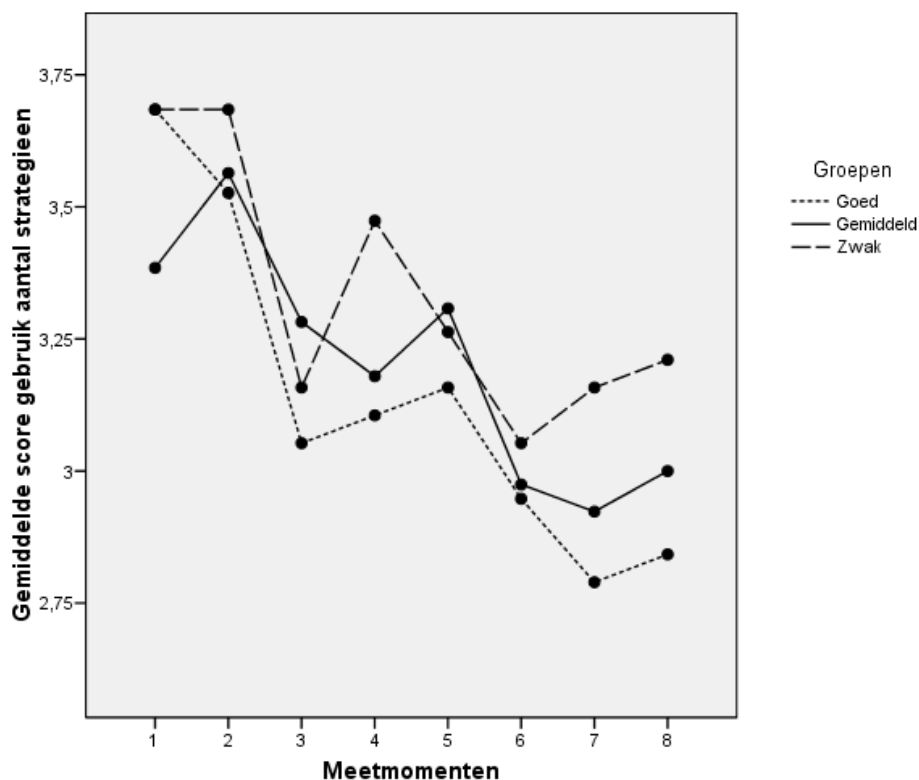
Als eerste zijn de gemiddelde scores en standaarddeviaties berekend van het gebruik van het aantal strategieën door de kinderen. Aangezien het bij deze onderzoeksvraag gaat om het gebruik van het aantal doeltreffende strategieën, werd de foutieve strategie niet meegenomen in deze analyse. De gemiddelde scores en standaarddeviaties zijn weergegeven in tabel 1. Vervolgens is in figuur 1 overzichtelijk het strategiegebruik van de drie groepen over tijd afgebeeld. Te zien is dat het aantal strategieën voor alle groepen gaandeweg afneemt.

Tabel 1: *Gemiddelde scores en standaarddeviaties van het aantal strategieën die werden gebruikt door de kinderen met goede, gemiddelde en zwakke shiftingvaardigheden*

	Goed $n = 19$		Gemiddeld $n = 39$		Zwak $n = 19$	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Meetmoment 1	3.68	0.89	3.38	1.02	3.68	1.06
Meetmoment 2	3.53	1.26	3.56	1.27	3.68	0.89
Meetmoment 3	3.05	1.03	3.28	1.03	3.16	1.21
Meetmoment 4	3.11	1.10	3.18	0.89	3.47	1.39
Meetmoment 5	3.16	1.02	3.31	1.00	3.26	1.15
Meetmoment 6	2.95	0.97	2.97	0.93	3.05	0.91
Meetmoment 7	2.79	1.08	2.92	1.06	3.16	1.17
Meetmoment 8	2.84	1.26	3.00	0.89	3.21	1.18

Om na te gaan of deze resultaten ook statistisch significant zijn, is de statistische toets *one-way repeated-measures ANOVA* uitgevoerd. Uit Mauchly's test komt naar voren dat de assumptie van sphericity is aangetast ($\chi^2(27) = 48.51$, $p < .05$). Aangezien de waarde van de Greenhouse-Geisser correctie boven de 0.75 valt, is er gecorrigeerd door middel van de

schatting van sphericity van Huynh-Feldt ($\epsilon = 0.96$). De resultaten met de Huynh-Feldt correctie laten zien dat er een significant verschil is tussen de niveaus van de afhankelijke variabele, $F(6.69, 494.93) = 7.48, p < .001$. Er kan daarom gesproken worden van een hoofdeffect van tijd. Er is echter geen hoofdeffect van groepen gevonden, $F(2) = 0.32, p > .05$ en tevens geen interactie-effect, $F(13.38, 494.93) = 0.51, p > .05$. Verdere analyse was niet mogelijk.



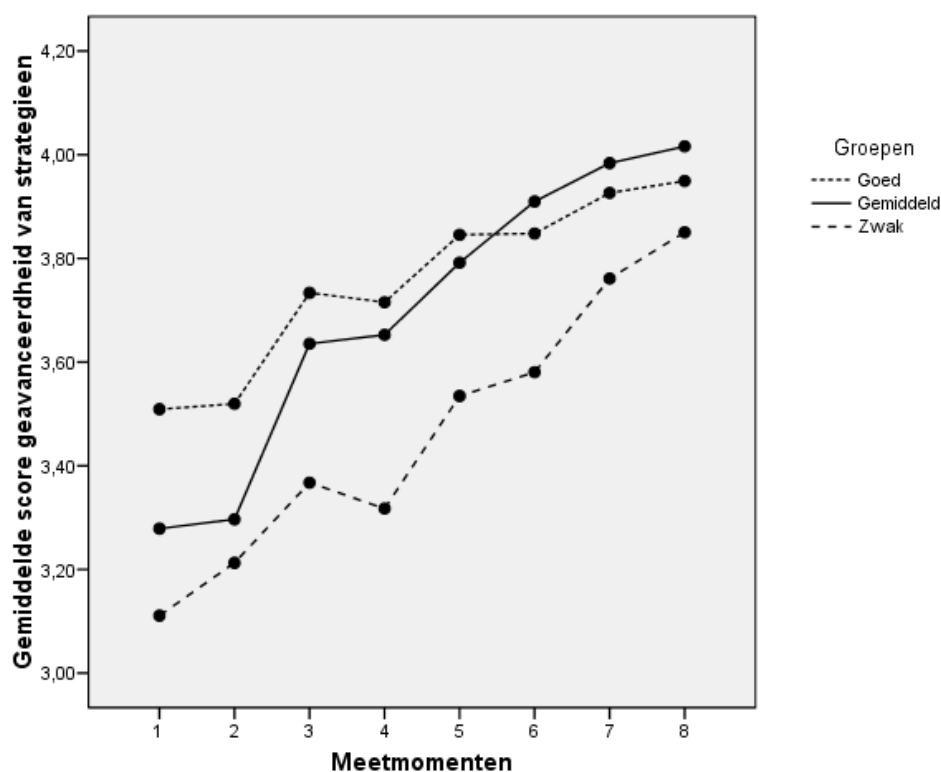
Figuur 1: Aantal strategieën die door de drie groepen over tijd gebruikt werden

Geavanceerdheid van strategieën

Voor de drie groepen is per week een gemiddelde score voor de geavanceerdheid van strategieën berekend, zie tabel 2. In figuur 2 is dit overzichtelijk weergegeven in een grafiek. In de grafiek komt naar voren dat voor alle groepen de geavanceerdheid van de gebruikte strategieën over tijd toeneemt.

Tabel 2: Gemiddelde scores en standaarddeviaties van geavanceerdheid van strategieën voor de drie groepen

	Goed <i>n</i> = 19		Gemiddeld <i>n</i> = 39		Zwak <i>n</i> = 19	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Meetmoment 1	3.51	0.86	3.28	0.87	3.11	0.86
Meetmoment 2	3.52	0.97	3.30	0.93	3.21	0.80
Meetmoment 3	3.73	0.98	3.64	0.74	3.37	0.91
Meetmoment 4	3.72	0.96	3.65	0.76	3.32	1.03
Meetmoment 5	3.85	0.96	3.79	0.65	3.53	1.00
Meetmoment 6	3.85	1.01	3.91	0.67	3.58	1.07
Meetmoment 7	3.93	1.10	3.98	0.60	3.76	1.09
Meetmoment 8	3.95	1.08	4.02	0.59	3.85	1.00



Figuur 2: Gemiddelde scores geavanceerdheid van strategieën voor de drie groepen

Ook hier werd door middel van een *one-way repeated-measures ANOVA* gekeken of de gevonden toename significant is. Mauchly's test geeft aan dat de assumptie van sphericity wederom is aangetast ($\chi^2(27) = 117.03, p < .05$). De waarde van de Greenhouse-Geisser

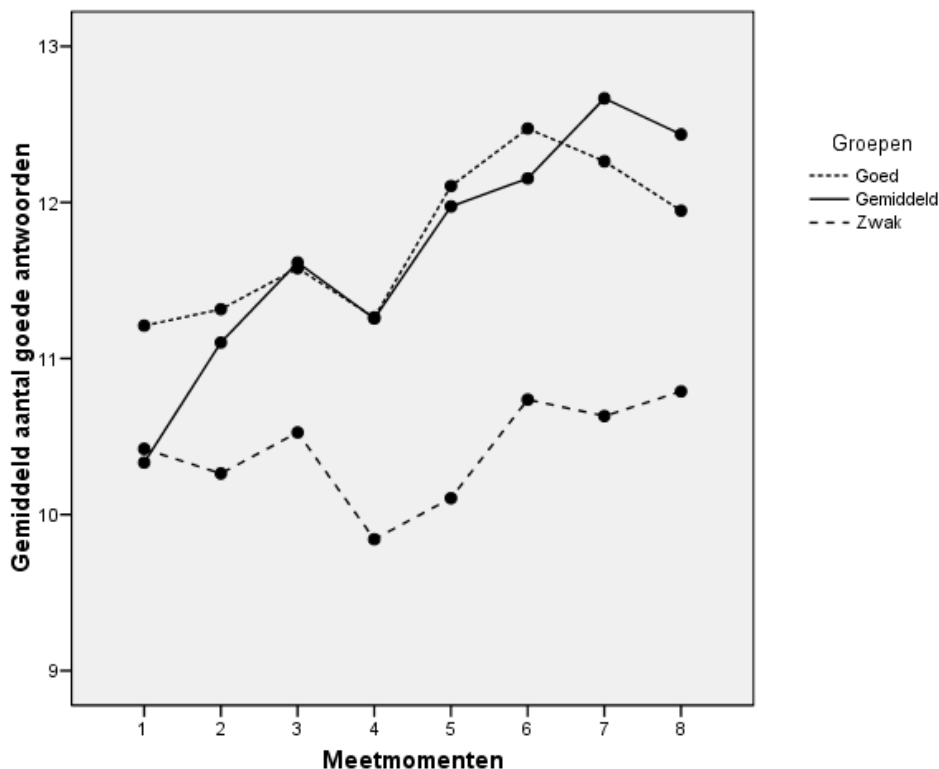
correctie ($\epsilon = 0.63$) valt onder de 0.75 en wordt daarom geprefereerd boven de Huynh-Feldt correctie. Resultaten toonden aan dat er sprake is van een hoofdeffect van tijd. Er is een significant verschil tussen de niveaus van de afhankelijke variabele, $F(4.37, 323.50) = 28.56$, $p < .001$ met Greenhouse-Geisser correctie. Wederom is er geen hoofdeffect van groepen gevonden, $F(2) = 0.74$, $p > .05$ en tevens geen interactie-effect, $F(8.74, 323.50) = 0.99$, $p > .05$. De analyse werd beëindigd.

Accuratesse

Naast strategiegebruik en geavanceerdheid van strategieën is er ook gekeken naar de nauwkeurigheid waarmee de strategieën zijn uitgevoerd. In tabel 3 zijn de gemiddelden en standaarddeviaties voor de drie groepen te zien. In figuur 3 zijn de gemiddelde scores van het aantal goed beantwoorde rekenopgaven overzichtelijk weergegeven.

Tabel 3: *Gemiddelde scores en standaarddeviaties aantal goed beantwoorde rekenopgaven voor de drie groepen*

	Goed <i>n</i> = 19		Gemiddeld <i>n</i> = 39		Zwak <i>n</i> = 19	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Meetmoment 1	11.21	2.64	10.33	3.01	10.42	2.36
Meetmoment 2	11.32	2.24	11.10	3.19	10.26	2.56
Meetmoment 3	11.58	3.17	11.62	2.45	10.53	2.80
Meetmoment 4	11.26	2.68	11.26	2.06	9.84	2.34
Meetmoment 5	12.11	2.31	11.97	2.28	10.11	3.07
Meetmoment 6	12.47	2.39	12.15	1.84	10.74	2.86
Meetmoment 7	12.26	2.60	12.67	1.92	10.63	2.97
Meetmoment 8	11.95	3.06	12.44	1.65	10.79	2.90



Figuur 3: Gemiddelde scores van het aantal goed beantwoorde rekenopgaven

Wederom is gebruik gemaakt van een *repeated-measures ANOVA*. Mauchly's test geeft aan dat de assumptie van sphericity is aangetast ($\chi^2(27) = 71.45, p < .05$). De waarde van de Greenhouse-Geisser correctie valt boven de 0.75 en daarom is er gecorrigeerd door middel van de schatting van sphericity van Huynh-Feldt ($\epsilon = 0.84$). De resultaten met Huynh-Feldt correctie laten zien dat er een significant verschil is tussen de niveaus van de afhankelijke variabele, $F(5.91, 437.20) = 7.01, p < .001$. Er is sprake van een hoofdeffect van tijd. Er is geen hoofdeffect van groepen gevonden, $F(2) = 2.73, p > .05$ en geen interactie-effect, $F(11.82, 437.20) = 1.57, p > .05$. Aangezien de steekproef niet heel groot is en de gevonden resultaten overeenkomen met de verwachting, is er eenzijdig getoetst. Wanneer eenzijdig wordt getoetst, is er wel sprake van een significant effect bij het hoofdeffect van groepen, $p < .05$. Wanneer er naar de resultaten uit de *Post-hoc* analyse wordt gekeken, blijkt dat er bij een tweezijdige toetsing significante verschillen bestaan tussen de groepen Gemiddeld en Zwak, *Mean Difference*, 1.28, $p < .05$. Er zijn geen significante verschillen gevonden tussen Goed en Gemiddeld, *Mean Difference* 0.08, $p > .05$, en tussen Goed en Zwak, *Mean Difference* 1.36, $p > .05$. Echter is tussen de laatste, Goed en Zwak, wel sprake van een significant effect met eenzijdige toetsing, $p < .05$.

Discussie

Het doel van dit microgenetische onderzoek was om bij een beperkt aantal kinderen van een longitudinaal onderzoek, zo gedetailleerd mogelijk hun leerproces op het gebied van rekenen, specifiek vermenigvuldigen, in kaart te brengen. Onderzocht is of er verschillen zijn op te merken tussen kinderen met goede, gemiddelde en zwakke shiftingvaardigheden in het gebruik van het aantal strategieën, geavanceerdheid van strategieën en accuratesse bij het vermenigvuldigen en de ontwikkeling hierin.

Ten aanzien van de eerste onderzoeksvraag naar het gebruik van het aantal strategieën, werd verwacht dat kinderen met goede shiftingvaardigheden bij het toepassen van strategieën, flexibeler zijn in de keuze van hun strategieën en hierdoor meerdere strategieën naast elkaar kunnen gebruiken. Dit was gebaseerd op het feit dat kinderen met goede shiftingvaardigheden het vermogen hebben om beter te wisselen tussen taken (Van der Sluis et al., 2004). Over tijd werd verwacht dat zij tevens minder strategieën naast elkaar zullen gebruiken dan kinderen met zwakkere shiftingvaardigheden, omdat ze beter tussen strategieën kunnen wisselen en hierdoor sneller voor de juiste strategie zullen kiezen. De verwachtingen zijn echter niet door de resultaten bevestigd. Tussen de drie groepen kinderen zijn er geen significante verschillen opgemerkt in het aantal strategieën die werden gebruikt. Het lijkt erop dat de tweede verwachting wel opgaat wanneer er naar figuur 1 wordt gekeken; kinderen met goede shiftingvaardigheden lijken over tijd minder strategieën toe te passen dan kinderen met zwakke shiftingvaardigheden. Wanneer naar de onderzoeksresultaten wordt gekeken, blijkt dit echter niet op een significant verschil te berusten. Er is echter wel een hoofdeffect gevonden van tijd. Dit betekent dat er een significante afname van het aantal strategieën voor de groepen is gevonden. Echter bleef een interactie-effect tussen tijd en groepen, zowel bij deze als bij de andere onderzoeksvragen, uit.

De verwachting betreffende de tweede onderzoeksvraag was dat, omdat kinderen met goede shiftingvaardigheden beter tussen taken kunnen wisselen, zij hoogstwaarschijnlijk ook beter in staat zijn om sneller naar meer geavanceerde strategieën over te stappen. Kinderen die zwakker zijn in shifting zullen meer moeite hebben om nieuwe strategieën aan te leren. Uit de onderzoeksresultaten blijkt dit echter niet naar voren te komen. Er zijn geen significante verschillen tussen de groepen gevonden in de mate waarin geavanceerde strategieën werden gebruikt. Er is wel een hoofdeffect van tijd gevonden, wat aanduidt dat er een significante toename van geavanceerdheid van strategieën voor de groepen is gevonden.

Wat betreft de laatste onderzoeksvraag over accuratesse, werd verwacht dat kinderen met goede shiftingvaardigheden sneller de juiste strategie zullen gebruiken dan kinderen die

hierin zwak zijn. Dit zal hoogstwaarschijnlijk tot gevolg hebben dat kinderen met goede shiftingvaardigheden sneller en nauwkeuriger, dus accurater, antwoord zullen geven op de sommen. Aan de hand van de onderzoeksresultaten werd dit bevestigd. Uit de analyse bleek dat de verschillen tussen de groepen niet significant waren bij een tweezijdige toetsing, maar wel bij een eenzijdige toetsing. Wanneer werd gekeken naar de precieze verschillen tussen de groepen kwam naar voren dat er bij een tweezijdige toetsing een significant verschil werd gevonden tussen de groepen Gemiddeld en Zwak. Kinderen met gemiddelde vaardigheden hebben gemiddeld meer antwoorden goed, dan kinderen met zwakke shiftingvaardigheden. Wanneer er eenzijdig werd getoetst, was er tevens een significantie op te merken tussen de groepen Goed en Zwak. Kinderen met goede shiftingvaardigheden hebben gemiddeld meer antwoorden goed, dan kinderen met zwakke vaardigheden. Wederom is er een hoofdeffect van tijd gevonden; het aantal goed beantwoorde rekenopgaven neemt voor de groepen over tijd significant toe.

Het feit dat er geen significante verschillen zijn gevonden tussen de drie groepen kinderen in het aantal strategieën en de geavanceerdheid van strategieën, is niet in overeenstemming met de gevonden literatuur. Een verklaring voor het feit dat er wel significante verschillen zijn gevonden tussen de drie groepen kinderen op het gebied van accuratesse maar niet in het aantal en de geavanceerdheid van strategieën, kan zijn omdat de strategieën in dit onderzoek waren gegroepeerd. Een beperking van deze studie is daarom dat de strategieën niet afzonderlijk zijn onderzocht. Wanneer de strategieën afzonderlijk waren geanalyseerd, waren mogelijk andere resultaten uit het onderzoek gekomen. Tevens is een beperking dat de groepen aan de kleine kant waren. De laatste beperking van deze studie is gelegen in het feit dat de resultaten uit de analyses die waren gebaseerd op aantal fouten niet interpreteerbaar waren. Op deze manier kon de vraag over mogelijke verschillen tussen kinderen in hoe goed ze zijn in vermenigvuldigen niet worden beantwoord. Ondanks deze beperkingen zijn er ook factoren die spreken voor het huidige onderzoek. De scholen en kinderen zijn zorgvuldig geselecteerd, zodat factoren als taalproblemen en invloeden van sociaal economische status zoveel mogelijk beperkt zijn gebleven.

Aanbevolen wordt dat toekomstig onderzoek rekening houdt met bovenstaande beperkingen, om zo meer duidelijkheid te krijgen over de relatie tussen het hebben van goede, gemiddelde en zwakke shiftingvaardigheden en vermenigvuldigen.

Referenties

- Adams, J. W., & Hitch, G. J. (1997). Working memory and children's mental addition. *Journal of Experimental Child Psychology, 67*, 21-38.
- 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.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. New York: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (1996). Exploring the central executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 49A*, 5-28.
- Barrouillet, P., & L epine, R. (2005). Working memory and children's use of retrieval to solve addition problems. *Journal of Experimental Child Psychology, 91*, 183-204.
- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology, 19*, 273-293.
- Carr, M., & Jessup, D. L. (1995). Cognitive and metacognitive predictors of mathematics strategy use. *Learning and Individual Differences, 7*, 235-247.
- Fournier-Vicente, S., Larigauderie, P., & Gaonac'h, D. (2008). More dissociations and interactions within central executive functioning: a comprehensive latent-variable analysis. *Acta Psychologica, 129*, 32-48.
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework. *Psychological Bulletin, 134*, 31-60.
- Mabbott, D. J., & Bisanz, J. (2003). Developmental change and individual differences in children's multiplication. *Child Development, 74*, 1091-1107.
- McLean, J. F., & Hitch, G. J. (1999). Working memory impairments in children with specific arithmetic learning difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology, 74*, 240-260.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., & Howerter, A. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology, 41*, 49-100.
- Passolunghi, M. C., & Siegel, L. S. (2001). Short-term memory, working memory, and inhibitory control in children with difficulties in arithmetic problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology, 80*, 44-57.

- Passolunghi, M. C., & Siegel, L. S. (2004). Working memory and access to numerical information in children with disability in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88, 348-367.
- Passolunghi, M. C., & Pazzaglia, F. (2005). A comparison of updating processes in children good or poor in arithmetic word problem-solving. *Learning and Individual Differences*, 15, 257-269.
- Seitz, K., & Schumann-Hengsteler, R. (2000). Mental multiplication and working memory. *European Journal of Cognitive Psychology*, 12, 552-570.
- Siegler, R. S. (1991). Strategy choice and strategy discovery. *Learning and Instruction*, 1, 89-102.
- Siegler, R. S., & Chen, Z. (2002). Development of rules and strategies: balancing the old and the new. *Journal of Experimental Child Psychology*, 81, 446-457.
- Siegler, R. S., & Svetina, M. (2002). A microgenetic/cross-sectional study of matrix completion: comparing short-term and long-term change. *Child Development*, 73, 793-809.
- St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 745-759.
- Steel, S., & Funnell, E. (2001). Learning multiplication facts: a study of children taught by discovery methods in England. *Journal of Experimental Child Psychology*, 79, 37-55.
- Swanson, H. L. (2006). Cognitive processes that underlie mathematical precociousness in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 93, 239-264.
- Swanson, L., & Kim, K. (2007). Working memory, short-term memory, and naming speed as predictors of children's mathematical performance. *Intelligence*, 35, 151-168.
- Van der Sluis, S., De Jong, P. F., & Van der Leij, A. (2004). Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic and reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87, 239-266.
- Van der Sluis, S., De Jong, P. F., & Van der Leij, A. (2007). Executive functioning in children, and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence*, 35, 427-449.
- Zelazo, P. D., Muller, U., Frye, D., & Marcovitch, S. (2003). The development of executive function. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68, 1-27.