

**De invloed van het executief functioneren op het
vermenigvuldigen bij kinderen in groep 4 van de
basisschool**

Studie : Master Orthopedagogiek, Universiteit Utrecht

Werkveld : Leerlingenzorg

Student : M.M. Seesing (3062996)

Eerste beoordelaar : Mw. MSc. S.H.G. van der Ven

Tweede beoordelaar : Mw. Dr. E.H. Kroesbergen

Voorwoord

Voor u ziet u een onderzoeksverslag van de Master Orthopedagogiek, werkveld leerlingenzorg. Hierin is ingegaan op de verschillen tussen kinderen met zwakke en sterke executieve functies in de rekenvaardigheid vermenigvuldigen. Mijn interesse voor dit onderwerp is ontstaan vanuit mijn opleiding aan de pabo en de specialisatie leerlingenzorg.

Mijn dank gaat allereerst uit naar mijn begeleidster van dit onderzoek. Na goede begeleiding vanuit Sanne van der Ven, waarvan ik geregeld feedback van ontving en altijd openstond voor het beantwoorden van vragen, is het gelukt een mooi eindresultaat neer te zetten. Dit heb ik tevens te danken aan de basisschool waar ik mijn data mocht en kon verzamelen. Hier bij bedank ik dan de leerkrachten en de ouders voor de mogelijkheid die ze mij hebben gegeven om mijn onderzoek uit te voeren. Tot slot wil ik ook mijn ouders bedanken voor de mogelijkheid die ze mij hebben gegeven om deze universitaire opleiding te volgen.

Marlie Seesing,

Juni 2008

Abstract

Children differ in their use of strategies with multiplication, where they also have differences in executive functioning. The aim of this study was to investigate the differences between children with weak and strong executive functioning on strategy use, errors, and counting speed. The microgenetic method, which is an approach that can yield data about changes in cognitive development, was applied. This sample includes 46 pupils from second grade. Five strategies were expected to be used by children in multiplication: finger counting, drawing and counting, repeated addition, derived fact knowledge, and retrieval. Three executive functions were investigated: inhibition, shifting and updating. The results suggest that there is a difference between children with weak and children with strong executive functions. Differences came forward for shifting and updating on strategy use. Children with weaknesses in shifting and updating showed less advanced strategies, with also less progress across times of measurement. In addition, updating also showed differences in errors. Children with weaknesses in updating showed more errors with less advancement across times of measurement. Other results have been observed for inhibition. No differences have been found between children with weak and strong inhibition on strategy use, counting speed and errors.

De invloed van het executief functioneren op het vermenigvuldigen bij kinderen in groep 4 van de basisschool

De laatste jaren vindt er steeds meer onderzoek plaats naar de relatie tussen het executief functioneren en de rekenvaardigheden van kinderen (Bull & Scerif, 2001; McLean & Hitch, 1999; van der Sluis, de Jong & van der Leij, 2004). In de ontwikkeling van rekenvaardigheden blijkt het werkgeheugen met zijn executieve functies een grote rol te spelen (Andersson & Lyxell, 2007; Bull & Scerif, 2001; Hitch & McAuley, 1991; Miyake et al., 2001; Swanson & Sáez, 2003).

Daarnaast heeft er veel onderzoek plaatsgevonden naar de strategieën die kinderen gebruiken om rekenproblemen op te lossen (Bull & Scerif, 2001; Geary, Hoard, Byrd-Craven & DeSoto, 2004). Minder is echter bekend over de relatie tussen de executieve functies en dit strategiegebruik, en de ontwikkeling daarvan. Door middel van microgenetisch onderzoek, dat de cognitieve veranderingen over de tijd onderzoekt, zal binnen het huidige onderzoek worden ingegaan op de relatie tussen executieve functies en strategiegebruik bij het vermenigvuldigen van kinderen in groep 4. Allereerst is er gekeken naar het niveau van

executief functioneren van de kinderen, dat vervolgens is vergeleken met de strategieën die kinderen gebruiken bij het vermenigvuldigen. Tevens zijn de reactietijd en het aantal fouten dat kinderen maken tijdens het vermenigvuldigen meegenomen in dit onderzoek.

1.1. Werkgeheugen en executieve functies in de ontwikkeling van rekenvaardigheden

Het werkgeheugen speelt een grote rol in onderzoek naar de cognitieve processen bij de rekenontwikkeling van kinderen. Het werkgeheugen is een systeem binnen het geheugen dat tijdelijke opslag en manipulatie van informatie impliceert (Baddeley, 1992). Deze heeft een grote invloed op het leren en geeft de mogelijkheid om te coderen en opgeslagen informatie op te halen (Swanson & Sáez, 2003). Binnen het werkgeheugen worden drie componenten onderscheiden, te weten het centraal executieve systeem, de fonologische lus en het visueel ruimtelijk schetsblok (Adams & Gathercole, 2000; Baddeley, 1992; Gathercole, 1998). Naderhand is er nog een vierde component aan het werkgeheugen toegevoegd; de episodische opslagplaats (Baddeley, 2000). Het centraal executief systeem correspondeert met de fonologische lus en het visueel ruimtelijk schetsboek (Swanson & Sáez, 2003). Daarnaast controleert en reguleert het de cognitieve functies (Baddeley, 1992, 1996). De fonologische lus bestaat uit een opslagplaats en betreft het vasthouden en omzetten van informatie in een fonologische vorm. Het visueel ruimtelijk schetsboek bestaat tevens uit een opslagplaats en zorgt ervoor dat we ons vormen, kleuren en bewegingen kunnen herinneren en toepassen (Adams & Gathercole, 2000; Gathercole, 1998). De episodische opslagplaats zorgt voor integratie en tijdelijke opslag van informatie uit het lange termijn geheugen (Baddeley, 2000).

Het werkgeheugen wordt gekenmerkt door vier executieve functies, die binnen het centraal executieve systeem bestaan. Executieve functies zijn nodig bij verscheidene cognitieve processen (Baddeley, 1996). Het zijn cognitieve functies die zich ontwikkelen gedurende de kindertijd en adolescentie (Gathercole, 1998) en zijn verantwoordelijk voor toezicht en regulatie op complexe cognitieve taken (Miyake et al., 2000). De executieve functies worden onder andere onderscheiden in inhibitie, shifting, updating en planning. Planning is de capaciteit om het plan uit te voeren; om het beoogde doel te voltooien (Aarts, Dijksterhuis & Midden, 1999). Deze executieve functie blijkt echter moeilijk te onderzoeken en te meten. Inhibitie betreft de capaciteit om dominante, automatische of krachtige reacties te onderdrukken (McLean & Hitch, 1999; Miyake et al., 2000). Om het inhibitievermogen te meten wordt de strooptaak veelal gebruikt. Bij een dergelijke strooptaak worden de participanten geconfronteerd met een stimulus. Een strooptaak bestaat uit een visuele stimulus

met een verbale reactie. Een voorbeeld hiervan is de strooptaak met woorden en kleuren. De participanten worden in deze taak uitgedaagd de kleuren van gekleurde woorden te noemen (Wright, Waterman, Prescott & Murdoch-Eaton, 2003). Shifting is de capaciteit om de aandacht te kunnen verdelen bij complexe taken. Het gaat hierbij om het wisselen van de aandacht tussen verschillende taken en strategieën (Miyake et al., 2000). De Trailmaking taak (TMT) wordt veelal toegepast bij het meten van het shiftingvermogen. Bij een TMT gaat het om het afwisselen tussen verschillende reeksen (McLean & Hitch, 1999; Miyake et al., 2000). De TMT voorziet informatie op visueel gebied, scannen, snelheid van ophalen van informatie, mentale flexibiliteit en executieve functies. De TMT bestaat uit twee delen. Het eerste deel (TMT-A) vereist van de participant cijfers in opeenvolgende volgorde met elkaar te verbinden. Bij het tweede deel (TMT-B) wisselt de participant de reeks af tussen cijfers en letters (1-A-2-B-3-C-etc.) (Tombaugh, 2003). Updating betreft het manipuleren van informatie uit het werkgeheugen. Dat kan worden gezien als het onderscheiden en selecteren van relevante informatie ten opzichte van niet relevante informatie. Ook het vervangen van oude, niet relevante informatie door nieuwe, meer relevante informatie is hierbij van belang (Miyake et al., 2000). De functie van updating is het tijdelijk opslaan en vergelijken van informatie (van der Ven & Kroesbergen, 2007). Daarnaast speelt het ophalen van de juiste informatie op het juiste moment een rol (Miyake et al., 2000). Om een beeld te verkrijgen van het updatingvermogen bij kinderen kan de odd one out van pas komen. Hierbij krijgt het kind verschillende series plaatjes in vakjes te zien, waarbij deze de afwijkende moet herkennen en onthouden om ze vervolgens in de juiste volgorde weer aan te wijzen in leegstaande vakjes (Alloway, Gathercole & Pickering, 2006; Alloway & Temple, 2006).

1.2. Strategiegebruik bij het vermenigvuldigen

Strategiekeuze en –ontdekking spelen een grote rol in de rekenontwikkeling van kinderen. Om rekenproblemen op te lossen, gebruiken kinderen strategieën (Siegler, 1999). Over het algemeen verandert strategiegebruik tijdens de leerontwikkeling. Verandering vindt plaats met betrekking tot welke strategieën worden gebruikt, wanneer de strategieën worden gebruikt en hoe de strategieën worden gebruikt (Lemaire & Siegler, 1995). Het aanleren en automatiseren van nieuwe strategieën verloopt echter vaak langzaam (Siegler & Svetina, 2006).

In de onderzoeken van Lemaire en Siegler (1995) en Mabott en Bisanz (2003) komen verschillende strategieën ten opzichte van het vermenigvuldigen naar voren. Ten eerste

kunnen kinderen het verbaal tellen toepassen door de getallen mondeling op te noemen ($3 \times 4 =$ één, twee, drie, vier – vijf, zes, zeven, acht – negen, tien elf, twaalf). Ten tweede is er de strategie van het tekenen en tellen van een vermenigvuldiging ($3 \times 4 = 0000 \rightarrow 1,2,3,4; 0000 \rightarrow 5,6,7,8; 0000 \rightarrow 9,10,11,12$). Tevens kunnen kinderen gebruik maken van tellen op de vingers. Deze strategie kost wel meer tijd. Daarna komt de strategie van het herhaald optellen ($3 \times 4 = 4+4+4$) aan bod. Deze wordt veelal gebruikt bij taken waarbij het direct ophalen van een antwoord te moeilijk is. De vierde strategie is die van de afgeleide feitenkennis. Deze betreft het afleiden van een antwoord van een andere bekende vermenigvuldiging ($3 \times 4 = 4 \times 3; 9 \times 7 = 10 \times 7 - 7$). Ten slotte is er het direct ophalen van een antwoord ($3 \times 4 = 12$). Er is een zodanig begrip van vermenigvuldigen dat het antwoord direct gegeven kan worden zonder een bepaalde strategie te gebruiken. Op deze manier wordt op een snelle manier een correct antwoord gegeven.

1.3. De invloed van de executieve functies op het vermenigvuldigen

Het werkgeheugen wordt gezien als een voorspeller voor het leren rekenen aan het begin van de basisschool (Passolunghi, Vercelloni & Schadee, 2007). Het werkgeheugen is daarbij van invloed op de rekenprestaties bij kinderen. Kinderen met een zwak werkgeheugen blijken zwakkere rekenprestaties te laten zien (McLean & Hitch, 1999; Imbo & Vandierendonck, 2007). Taken met betrekking tot het opslaan van informatie en de informatieverwerking vereisen een grote rol van het centraal executieve systeem op rekenprestaties (Adams & Hitch, 1997). De executieve functies spelen hierbij een rol. Kinderen in de leeftijd van 6;9 tot 8;3 jaar met rekenproblemen hebben voornamelijk moeite met inhibitie van een geleerde strategie en het omzetten naar een nieuwe strategie (Bull & Scerif, 2001). Inhibitie komt naar voren bij de beslissing welke informatie nodig is voor het oplossingsproces en het onderdrukken van incorrecte reacties en strategieën (McLean & Hitch, 1999; Miyake et al., 2000). Shifting vindt bij het rekenen plaats wanneer kinderen meer complexe taken op moeten lossen en wanneer er gekozen moet worden tussen verschillende strategieën (McLean & Hitch, 1999; Miyake et al., 2000). Het gebruik maken van een nieuwe efficiënte strategie, en het onderdrukken van een oude, speelt daarnaast ook een rol (van der Sluis et al., 2004). Adams en Hitch (1997), Passolunghi en Pazzaglia (2004), en Passolunghi en collega's (2007) constateerden een relatie tussen updating en rekenvaardigheden bij kinderen in groep 4. Andersson en Lyxell (2007) sluiten zich hierbij aan. Kinderen met een sterk updatingvermogen blijken beter te presteren bij het oplossen van rekenproblemen (Adams &

Hitch, 1997; Passolunghi & Pazzaglia, 2004; Passolunghi et al., 2007). Deze kinderen kunnen een relatie leggen tussen verschillende informatie. De strategie van de afgeleide kennis speelt hierbij bijvoorbeeld een rol (McLean & Hitch, 1999). Oude informatie komt dan naar voren in het licht van nieuwe informatie (van der Sluis et al., 2004).

Naast het strategiegebruik wordt er regelmatig in onderzoek naar rekenen en executieve functies gekeken naar het aantal fouten dat gemaakt wordt. Inconsistentie is aanwezig met betrekking tot het maken van fouten in het rekenen. Zo is er geen verschil gevonden in het maken van fouten tussen kinderen met zwakke en sterke executieve functies (McLean & Hitch, 1999). Andere onderzoeksresultaten wijzen daarentegen wel verschillen uit. Kinderen met een zwak werkgeheugen laten daarin meer foute antwoorden zien dan kinderen met sterke executieve functies (Andersson & Lyxell, 2007; Geary, Brown & Samaranayake, 1991).

Ook de reactietijd speelt een rol bij onderzoek naar executieve functies en het rekenen. Kinderen met een zwakke executieve functies hebben een langere reactietijd dan kinderen met sterke executieve functies (Geary et al., 1991). Kinderen die moeite hebben met het ophalen van informatie uit het lange termijn geheugen blijken echter wel langzamer te zijn in het beantwoorden van rekenproblemen (Hitch & McAuley, 1991). Kinderen die snel zijn in het beantwoorden van rekenproblemen maken meer gebruik van de geavanceerdere strategieën, waardoor zij sneller zijn (Imbo & Vandierendonck, 2007).

2. Het huidige onderzoek

Het doel van het onderzoek is meer inzicht te krijgen in de relatie tussen de executieve functies inhibitie, shifting en updating en rekenvaardigheden bij kinderen in groep 4 van de basisschool. Er wordt gekeken naar een relatie tussen deze executieve functies en strategiegebruik, fouten die gemaakt worden en de reactietijd bij het vermenigvuldigen. Er is sprake van een theoretische relevantie. Voor de praktijk kan dit tevens informatie leveren met betrekking tot de rekenvaardigheid vermenigvuldigen en achterliggende verklaringen op het gebied van strategiegebruik, fouten die gemaakt worden en reactietijd bij kinderen in groep 4. Leerkrachten kunnen hier vervolgens rekening mee houden en er op inspelen.

Het huidige onderzoek heeft de volgende vraagstelling: Welke strategieën gebruiken de leerlingen in groep 4 bij het vermenigvuldigen en zijn de verschillen tussen de leerlingen daarin te verklaren vanuit de executieve functies? Er wordt verwacht dat er een relatie is tussen de executieve functies inhibitievermogen, shiftingvermogen en updatingvermogen en de strategieën die kinderen in groep vier toepassen bij het vermenigvuldigen. Daarnaast wordt

tevens een invloed op het aantal fouten en de reactietijd verwacht. Hierbij komen de volgende onderzoeksvragen naar voren: Is er een verschil waar te nemen tussen zwakke en sterke executieve functies en het aantal fouten dat gemaakt wordt bij het vermenigvuldigen? Is er een verschil waar te nemen tussen zwakke en sterke executieve functies en de reactietijd bij het vermenigvuldigen? Om meer te weten te komen over de relaties tussen executieve functies en het strategiegebruik, het aantal fouten dat gemaakt wordt en de reactietijd bij het vermenigvuldigen van kinderen in groep 4 van de basisschool, zal er microgenetisch onderzoek plaatsvinden.

Sinds de afgelopen decennia maakt een groot aantal onderzoeker steeds meer gebruik van de microgenetische methode. Binnen de microgenetische benadering spelen observaties, en daarbij veranderingen over tijd, een grote rol (Siegler & Svetina, 2002). Microgenetisch onderzoek betreft het onderzoeken van een bepaalde vaardigheid, met betrekking tot kwalitatieve en kwantitatieve aspecten van verandering daarvan, in een relatief korte periode (Siegler & Crowley, 1997). Daarbij zijn er verschillende theorieën en modellen over specifieke cognitieve domeinen en processen ontwikkeld (Miyake et al., 2000; Siegler & Svetina, 2002). De microgenetische methode blijkt toepasbaar te zijn voor het bestuderen van ontwikkeling in verschillende gebieden als taal, geheugen, locomotie en rekenen en is geschikt voor onderzoek bij alle leeftijden (Siegler & Svetina, 2002). Voornamelijk wordt deze methode gebruikt om beter zicht te krijgen op de cognitieve ontwikkeling (Siegler, 1995)

De microgenetische methode kan in vijf gebieden van cognitieve groei worden onderscheiden (Siegler, 1991, 1995, 1998; Siegler & Svetina, 2002): het pad (de volgorde waarin probleemoplossende aanpakken geleerd worden), de snelheid (de periode of mate van ervaring die aanvankelijk gebruik van een nieuwe aanpak van het consistente gebruik ervan onderscheidt), de breedte (hoe ruim kan de nieuwe aanpak naar andere problemen en contexten gegeneraliseerd worden), de bron (de oorzaken die de verandering in beweging zetten), en de variabiliteit (verschillen tussen kinderen in de andere dimensies van verandering).

Aan de hand van de vraagstelling en principes van de microgenetische methode zijn er verschillende hypothesen geformuleerd. Deze hebben voornamelijk betrekking op één gebied van cognitieve groei, te weten de variabiliteit. Hiermee wordt bedoeld op de ontwikkeling van het strategiegebruik, het maken van fouten en de reactietijd gedurende de meetmomenten. (1) Kinderen met sterke executieve functies worden verwacht minder geavanceerde strategieën te gebruiken dan kinderen met zwakke executieve functies. Daarnaast wordt er

verwacht dat zij minder vooruitgaan in het strategiegebruik dan kinderen met sterke executieve functies. Bekend is dat kinderen met een zwak werkgeheugen bij het optellend en aftrekkend rekenen voornamelijk beginnende strategieën als het tellen op de vingers gebruiken (Geary et al., 2004). Kinderen die moeite hebben met het opslaan en ophalen van informatie hebben meer problemen met het toepassen van verschillende stappen in het rekenen, wat als gevolg kan hebben dat deze kinderen beginnende strategieën blijven toepassen (Andersson & Lyxell, 2007). Kinderen met een zwak shiftingvermogen blijken daarnaast moeite te hebben met het vasthouden van de aangeboden strategieën en het wisselen tussen verschillende strategieën (Bull & Scerif, 2001).

(2) Kinderen met zwakke executieve functies worden verwacht minder verschillende strategieën te gebruiken en minder vooruitgang in het strategiegebruik te laten zien dan kinderen met sterke executieve functies. Werkgeheugen relateert significant aan rekenprestaties. Kinderen met rekenmoeilijkheden laten problemen zien in de coördinatie van het opslaan en ophalen van informatie, shifting, inhibitie, en snelheid (Andersson & Lyxell, 2007; Passolunghi et al., 2007). Zij blijken strategieën minder efficiënt toe te passen dan kinderen met een sterk werkgeheugen (Imbo & Vandierendonck, 2006). Kinderen met zwakke executieve functies gebruiken veelal dezelfde beginnende strategieën en gaan niet snel over naar een nieuwe strategie (Geary, Brown & Samaranayake, 1991). Kinderen die over sterke executieve functies beschikken blijken daarnaast juist minder moeite te hebben met het omschakelen naar een andere strategie (Bull & Scerif, 2001) en maken steeds meer gebruik van meer geavanceerde strategieën (Geary et al., 1991).

(3) Kinderen met zwakke executieve functies worden verwacht minder vooruitgang te laten zien de fouten die gemaakt worden dan kinderen met sterke executieve functies. Kinderen met een zwak ontwikkeld werkgeheugen blijken meer fouten te maken dan kinderen met een sterk ontwikkeld werkgeheugen (Andersson en Lyxell, 2007; Geary et al., 2004). Daarnaast laten kinderen die geen moeite hebben met rekenen en over sterke executieve functies beschikken, een afname van het aantal fouten op de strategie retrieval zien. Zwakke rekenaars laten geen verschil zien in het aantal fouten over de tijd (Geary et al., 1991).

(4) Kinderen met zwakke executieve functies worden verwacht een langere reactietijd te hebben dan kinderen met sterke executieve functies. (5) Er wordt daarnaast verwacht dat de reactietijd bij kinderen met zwakke executieve functies minder vooruitgaat dan de reactietijd bij kinderen met sterke executieve functies. De kinderen die een langere reactietijd laten zien, zo blijkt uit onderzoek van Andersson en Lyxell (2007), blijken zwak te presteren op taken

die het centraal executieve systeem en de executieve functies meten. Dit komt onder andere voort uit het moeite hebben met het opslaan en direct ophalen van informatie uit het lange termijn geheugen. Daarnaast komt een kleine invloed van het inhibitie- en shiftingvermogen op de reactietijd naar voren (van der Sluis et al., 2004). De bevindingen van Geary en collega's (1991) sluiten hierbij aan.

3. Methode

3.1. Participanten

Aan dit onderzoek hebben 46 kinderen uit groep 4 van de basisschool deelgenomen, waarvan 22 jongens en 24 meisjes. De gemiddelde leeftijd van de onderzochte groep is 7.47 jaar met een standaardafwijking van .59. De Jongste respondent is 6.07 jaar, de oudste 9.02 jaar.

De ouders hebben toestemming gegeven voor het afnemen van de testen. Daarnaast zijn de gegevens van de kinderen om privacyredenen anoniem verwerkt.

3.2. Procedure

De kinderen krijgen de rekenvaardigheid vermenigvuldigen aangeboden volgens de realistische rekenmethode Pluspunt. Pluspunt is een realistische reken- en wiskundemethode voor groep 1 tot en met 8. Volgens het realistisch rekenen krijgen de kinderen de mogelijkheid hun eigen oplossingsstrategieën te bedenken. Het rekenprobleem kan opgelost worden volgens eigen gekozen strategie. De methode onderscheidt zich van andere methoden door een voortdurende afwisseling van leerkrachtgebonden lessen en lessen zelfstandig werken. Hierdoor krijgt de leerling de ruimte zich op zijn eigen manier te ontwikkelen en bewust te worden van zijn eigen onderwijsleerproces (van Beusekom & van Engelen, 2007).

In dit onderzoek zijn alle taken individueel afgenomen in een rustige omgeving. Allereerst is er bij de leerlingen eenmaal een test afgenomen die het inhibitie-, shifting-, en updatingvermogen heeft gemeten. In de laatste week van januari zijn gedurende drie dagen leerlingen getest. Deze test heeft gemiddeld dertig minuten per leerling in beslag genomen. Het inhibitievermogen is gemeten aan de hand van de dierenstroop taak, het shiftingvermogen aan de hand van de trailmaking taak (kleuren), en het updatingvermogen is tenslotte gemeten met behulp van de odd one out taak. Daarna is er vervolgd met de zes testen die het strategiegebruik van het vermenigvuldigen bij kinderen trachtten te meten. Van februari tot en met april is er om de week een ochtend getoetst.

3.3. *Onderzoeksinstrumenten*

De taken die de executieve functies van de kinderen trachtten te meten, zijn afgenomen op de computer. Voor de taken met betrekking tot het meten van het strategiegebruik bij het vermenigvuldigen kregen de kinderen een antwoordformulier. De testleider maakte daarnaast gebruik van een scoreformulier om de antwoorden, reactietijd en strategiegebruik op de vermenigvuldigtaken te noteren.

3.3.1. *Inhibitie - Dierenstroop*

De dierenstrooptaak (Wright et al., 2003) is in huidig onderzoek toegepast om het inhibitievermogen van kinderen te meten. Er zijn hierbij verschillende stimuli: een koe, een eend, een varken en een schaap. De taak bevat twee condities: de oefentaak en de controletaak. Elke taak werd allereerst geoefend, waarbij feedback mogelijk was. Bij de controletaak, die uit 48 afbeeldingen bestaat, werden de kinderen geïnstrueerd zo snel mogelijk de juiste naam van het dier dat in beeld verscheen op te noemen. Na een eerste serie volgde er een tweede, gebruikt als maat voor het inhibitievermogen. Deze bestaat tevens uit 48 afbeeldingen. Deze serie bevat andere stimuli dan de eerste serie. Hierin is een dieregezicht vervangen door een mensengezicht of door een gezicht van een van de andere drie dieren. Bij deze serie werden de kinderen geïnstrueerd zo snel mogelijk het dier te benoemen waarvan ze het lijf zagen. Door een ander gezicht op de dieren te plaatsen wordt het lastiger het dier te benoemen. Notatie vond plaats middels het indrukken van de g-toets (goed) of de f-toets (fout) door de testleider. De eindscore is gemeten aan de hand van de reactietijd van de inhibitietaak minus de reactietijd van de controletaak.

3.3.2. *Shifting -Trailmaking*

Voor het meten van het shiftingvermogen bij kinderen is in het huidige onderzoek gebruik gemaakt van de trailmakingtaak kleuren (TMT-K). Zoals reeds in de inleiding beschreven, worden in de TMT cijfers en letters, op volgorde (1-a-2-b-3-c), met elkaar verbonden (Tombaugh, 2003). De huidige TMT-K bevat afwijkende reeksen wegens de ontbrekende alfabetische kennis bij kinderen in groep 4 van de basisschool. In de TMT-K is sprake van afwisseling in een reeks cijfers tot en met 15 en de kleuren oranje/ bruin en blauw.

Bij de huidige TMT-K is, om het functioneren van de executieve functie shifting te meten, gebruik gemaakt van twee controletaken en twee shiftingtaken. Bij zowel de controletaak als de shiftingtaak is er allereerst een reeks van de cijfers 1 tot 10 en daarna een reeks van de

cijfers 1 tot 15. De verschillende cijfers zijn over het scherm verdeeld. Bij elke taak staan tevens cirkels met cijfers die het kind niet kan toepassen in de reeks. Bij de controletaak worden cijfers aan elkaar verbonden (1 – 2 – 3 – etc.). De shiftingtaken bestaan uit het verbinden van de cijfers en het afwisselen van kleuren (1 blauw – 2 oranje/ bruin – 3 blauw – 4 oranje/ bruin – etc.). De cijfers staan in allebei de kleuren in de taak. Wanneer er fouten worden gemaakt, wordt dit tijdens de afname vermeld en krijgt de participant de kans te verbeteren. De eindscore op de TMT-K wordt bepaald aan de hand van de tijd die de respondent nodig heeft om de taak te voltooien. De reactietijd betreft de gemiddelde reactietijd op de shiftingtaak minus de gemiddelde reactietijd op de controletaak.

3.3.3. *Updating – Odd one out*

De odd one out taak is toegepast om het updatingvermogen te meten. Bij deze taak krijgt de participant allereerst een serie van drie plaatjes in hokjes te zien (naast elkaar), waarin één afwijkend plaatje in inhoud (zwart/wit), oriëntatie, vorm of grootte. De rijen plaatjes blijven vervolgens twee seconden in beeld waarna, wanneer er lege hokjes tevoorschijn komen, de plaats van het afwijkende plaatje aangewezen moet worden. De taak wordt bij elke taak gecompliceerder door deze uit te breiden met meerdere samengevoegde series achter elkaar. De participant moet zo steeds meer series onthouden. Wanneer de participant drie keer juist antwoordt, wordt de taak met één serie plaatjes verlengd. Bij twee foute antwoorden binnen één lengte wordt de gehele odd one out taak afgebroken. (Alloway et al., 2006; Alloway & Temple, 2006). De eindscore wordt bepaald aan de hand van het aantal juist beantwoorde series.

3.3.4. *Taken vermenigvuldigen*

Met betrekking tot de strategieën die de participanten worden verwacht te gebruiken bij het vermenigvuldigen zijn er zes nieuwe series taken ontwikkeld, waarvan de opgaven in serie één en vier, serie twee en vijf en serie drie en zes gelijk zijn. De zes series bestaan uit eenzelfde moeilijkheidsgraad. Iedere serie bevat tien opgaven, vijf verhaaltjessommen en vijf kale sommen, met vermenigvuldigingen van de tafels van 2 tot en met 10, evenredig verdeeld. De verdeling in sommen maakt het mogelijk te kijken naar het verschil tussen fouten die op verhaaltjessommen en fouten die op kale sommen worden gemaakt. Een aantal opgaven heeft tevens een tekening. De kale sommen en verhaaltjessommen zijn echter bij de vervolgséries

omgedraaid, zodat er geen sprake kan zijn van precies dezelfde sommen en minder kans op een herhalingseffect.

De zes series zijn individueel afgenomen. Voor een serie van tien opgaven staat gemiddeld vijftien minuten per participant. De participanten ontvangen, bij iedere serie opgaven eenzelfde instructie waarin wordt verteld dat zij tien rekentaken gaan maken. Daarnaast wordt aan de participanten verteld dat zij alle taken op hun eigen manier uit mogen rekenen, en het niet erg is wanneer zij het antwoord op een taak niet weten. Na de inleidende instructie wordt begonnen met de opgaven. De tijd, het strategiegebruik en het antwoord van de opgaven wordt op een scoreformulier genoteerd door de testleider. De tijd wordt, met behulp van een stopwatch, door de testleider bijgehouden en in seconden genoteerd. Om de strategie vast te stellen wordt na elke opgave, wanneer de strategie nog niet duidelijk is, besproken op welke manier de opgave uitgerekend is door de participant. Strategiegebruik is onderverdeeld in het tellen op de vingers, het tekenen en tellen van een vermenigvuldiging, herhaald optellen, afgeleide feitenkennis en het direct ophalen van een antwoord (Lemaire & Siegler, 1995; Mabott & Bisanz, 2003). Daarnaast hebben de participanten gebruik kunnen maken van onbekende strategieën, strategieën welke niet onder te verdelen zijn in de classificatie die is gemaakt, of 'weet niet' antwoorden kunnen geven. Er is geen feedback gegeven op de gemaakte opgaven. De scores worden bepaald aan de hand van de toegepaste strategieën per meetmoment. Daarnaast wordt voor de reactietijd de gemiddelde reactietijd per meetmoment berekend. Voor de score van het aantal juiste antwoorden worden deze per meetmoment opgeteld.

3.4. *Statistische analyse*

In veel onderzoeken met betrekking tot kinderen en executieve functies, worden de prestaties van kinderen met leerproblemen vergeleken met kinderen zonder leerproblemen (Bull & Scerif, 2001; van der Sluis et al., 2004). Ook in huidig onderzoek is er gekeken naar verschillen tussen groepen. Er wordt ingegaan op kinderen met zwakke en sterke executieve functies, het strategiegebruik en de reactietijd.

Voor het nagaan van de verschillen tussen kinderen met zwakke- en sterke executieve functies op het strategiegebruik, het aantal juiste antwoorden en de reactietijd wordt er allereerst, door middel van een t-toets, gekeken naar de gegevens en verschillen per meetmoment. Vervolgens vindt er een gepaarde t-toets plaats waarbij gekeken wordt er er sprake is van significante verschillen tussen twee meetmomenten. Is er sprake van significante

verschillen, dan kunnen er verschillen van het strategiegebruik, het aantal fouten dat gemaakt wordt en de reactietijd gevormd worden. Hierbij worden de waarden van twee meetmomenten van elkaar afgetrokken. Met behulp van een t-toets worden tot slot twee groepen met elkaar vergeleken: zwakke en sterke executieve functies. De verschillen van de groepen die hoog (zwak) en laag (sterk) scoren op de executieve functies inhibitie, shifting en updating zijn met elkaar vergeleken op het strategiegebruik, het aantal juiste antwoorden en de reactietijd. In verband met de grootte van de steekproef wordt er getoetst met een alpha van .1.

De antwoorden van kinderen zijn verdeeld over drie schalen, te weten het strategiegebruik, de reactietijd en het aantal juiste antwoorden. De betrouwbaarheid binnen de schalen blijkt van dien aard dat het niet noodzakelijk is om items te verwijderen. Dit heeft tevens te maken te kleine steekproef. Voor de schaal strategiegebruik is de betrouwbaarheid hoog (.94). Tevens met betrekking tot de reactietijd (.89) en het aantal goede antwoorden (.95) is de betrouwbaarheid hoog.

4. Resultaten

De beschrijvende statistieken van de executieve functies inhibitie, shifting en updating zijn weergegeven in tabel 1. De executieve functies zijn daarnaast, zoals eerder vermeld, verdeeld in twee groepen: zwakke en sterke executieve functies. Van deze twee groepen zijn de gemiddelden verkregen. Deze zijn weergegeven in tabel 2. Bij de executieve functies inhibitie en shifting zijn de laagste 50% als sterk genomen en de hoogste 50% als zwak. Bij de executieve functie updating is er een andere verdeling in zwak en sterk gemaakt vanwege dezelfde scores bij de laagste en hoogste 50%. Bij deze executieve functie is het gemiddelde genomen, waarbij de scores beneden het gemiddelde als zwak en de scores boven het gemiddelde als sterk worden gezien. Bij de executieve functie inhibitie behoort de beoordeling zwak bij een score van ≥ 35 . Er is sprake van een sterk inhibitievermogen bij een score van ≤ 34 . Een zwak shiftingvermogen wordt gezien bij een score van $\geq .40$, een sterk shiftingvermogen bij een score van $\leq .10$. De executieve functie updating wordt als zwak beoordeeld bij een score van ≤ 8 . Er is sprake van een sterk updatingvermogen bij een score van ≥ 9 .

Tabel 1. *Beschrijvende statistieken executieve functies*

	<i>n</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Inhibitie	46	-256	296	46.35	93.23
Shifting	46	-28.30	37.05	1.22	11.37
Updating	46	3.00	14.00	8.87	2.54

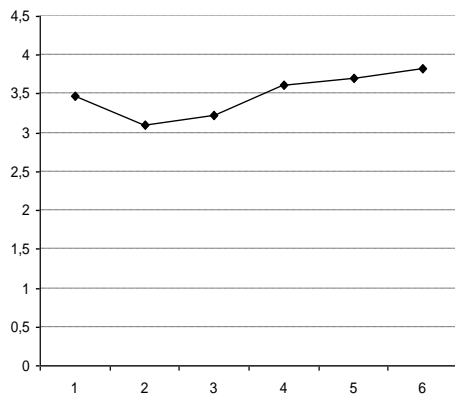
Tabel 2. *Beschrijvende statistieken per groep executieve functies (ef)*

		<i>n</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Zwakke ef	Inhibitie	23	35	296.00	112.70	63.27
	Shifting	23	.40	37.05	9.34	9.01
	Updating	15	3.00	8.00	6.00	1.51
Sterke ef	Inhibitie	23	-256.00	34	-20.00	67.62
	Shifting	23	-28.30	.10	-6.90	6.73
	Updating	31	9.00	14.00	10.26	1.60

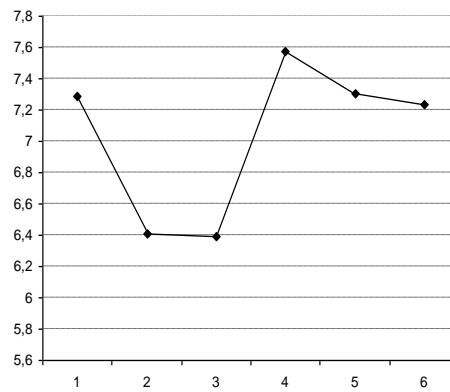
Om beschrijvende statistieken van het strategiegebruik en de reactietijd te verkrijgen, is het gemiddelde genomen per meetmoment (zie figuur 1 en figuur 2). Voor het aantal juiste antwoorden is het totaal per meetmoment berekend (zie figuur 3). Het gemiddelde strategiegebruik, de gemiddelde reactietijd en het totaal aantal juiste antwoorden is bepaald aan de hand van de verschillende meetmomenten. De zes meetmomenten zijn samengenomen, waarvan daarna een gemiddelde is gevormd voor het strategiegebruik, het aantal juiste antwoorden en de reactietijd. Deze beschrijvende statistieken staan weergegeven in tabel 3.

Tabel 3. *Beschrijvende statistieken strategie, reactietijd en aantal juiste antwoorden*

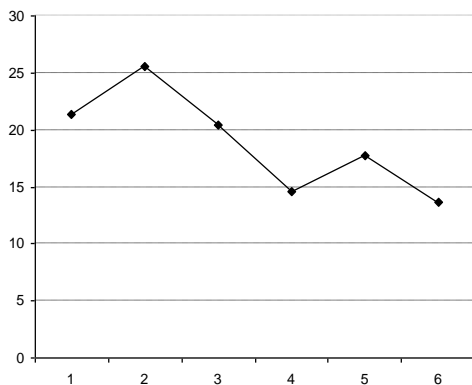
	<i>n</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Strategie	46	2.51	4.62	3.49	.53
Reactietijd	46	5.38	68.45	18.84	12.40
Juiste antwoorden	46	2.50	9.83	7.02	1.46



Figuur 1. Gemiddeld strategiegebruik



Figuur 2. Gemiddeld aantal juiste antwoorden



Figuur 3. Gemiddelde reactietijd

Met behulp van de gepaarde t-toets wordt het verschil in gemiddeld strategiegebruik, gemiddelde reactietijd en totaal aantal goede antwoorden tussen twee meetmomenten nagegaan. Hiervoor zijn verschillcores gevormd van meetmoment 1 en 4, meetmoment 2 en 5, en meetmoment 3 en 6. Er kan gesproken worden van significante verschillen tussen deze meetmomenten. De significanties zijn weergegeven in tabel 4.

Tabel 4. Resultaten gepaarde t-toets

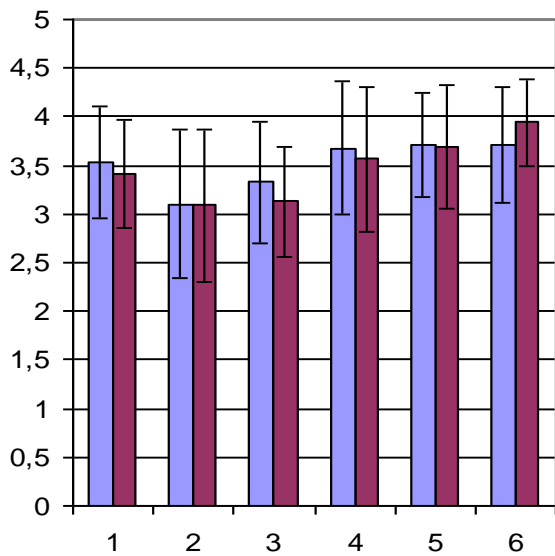
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>p</i>
Strategiegebruik	M1 – M4	-.13	.53	.06*
	M2 – M5	-.66	.64	<.01*
	M3 – M6	-.59	.48	<.01*
Aantal juist	M1 – M4	-.34	1.38	.06*
	M2 – M5	-.86	1.66	<.01*
	M3 – M6	-.85	1.76	<.01*
Reactietijd	M1 – M4	6.72	9.42	<.01*
	M2 – M5	7.64	15.85	<.01*
	M3 – M6	6.87	10.81	<.01*

* $p < .1$

4.1. *Inhibitie*

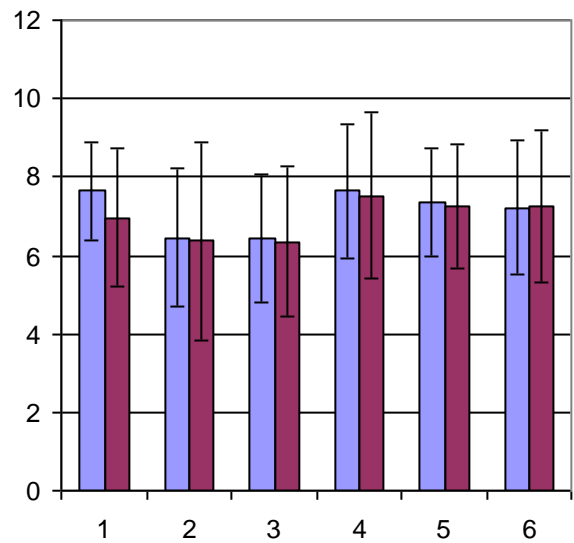
Allereerst is er, door middel van een t-toets, per meetmoment gekeken naar de verschillen in strategiegebruik, reactietijd en aantal juiste antwoorden tussen zwakke en sterke executieve functies. De resultaten zijn weergegeven in figuur 4, 5, en 6. Met uitzondering van het strategiegebruik op meetmoment 6 ($p = .07$) en het aantal juiste antwoorden op meetmoment 1 ($p = .07$), waar kinderen met een zwak inhibitievermogen meer geavanceerde strategieën gebruiken en meer juiste antwoorden geven dan kinderen met een sterk inhibitievermogen, worden er geen verschillen gevonden in strategiegebruik tussen kinderen met een zwak en sterk inhibitievermogen.

Vervolgens is er door middel van een t-toets, en met behulp van de verschilcores, het verschil in de vooruitgang van het strategiegebruik (figuur 4), het aantal juiste antwoorden (figuur 5) en de reactietijd (figuur 6) tussen een zwak en sterk inhibitievermogen bekeken. Het verschil in ontwikkeling van het strategiegebruik tussen kinderen met een zwak- en sterk inhibitievermogen is niet significant: M14 $t(44) = .60$; $p = .28$, M25 $t(44) = .25$; $p = .40$, M36 $t(44) = .85$; $p = .20$. Er kan niet gesproken worden van minder vooruitgang in strategiegebruik door kinderen met een zwak inhibitievermogen. Ook is er gekeken naar het inhibitievermogen en de vooruitgang in het aantal juiste antwoorden dat door kinderen met een zwak en sterk inhibitievermogen wordt gegeven. Er is geen verschil tussen deze groepen in vooruitgang waar te nemen. De verschillen zijn niet significant: M14 $t(44) = 1.28$; $p = .11$, M25 $t(44) = .66$; $p = .26$, M36 $t(44) = .09$; $p = .46$. De resultaten verkregen over de reactietijd komen overeen met de resultaten over het strategiegebruik en aantal juiste antwoorden. Er kan niet geconcludeerd worden dat kinderen met een zwak inhibitievermogen minder vooruitgaan in reactietijd dan kinderen met een sterk inhibitievermogen. Het verschil tussen de gemiddelden is hierbij eveneens niet significant: M14 $t(44) = -.41$; $p = .35$, M25 $t(44) = .00$; $p = .50$, M36 $t(44) = -.73$; $p = .24$.



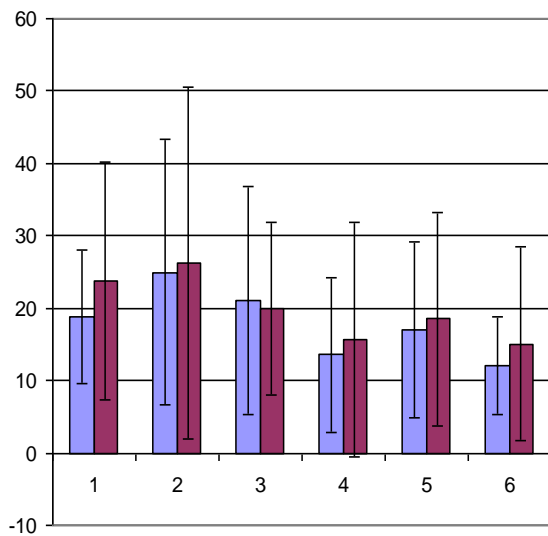
Figuur 4. Inhibitie en strategiegebruik

* $p < .1$



Figuur 5. Inhibitie en aantal juiste antwoorden

* $p < .1$



Figuur 6. Inhibitie en reactietijd

* $p < .1$

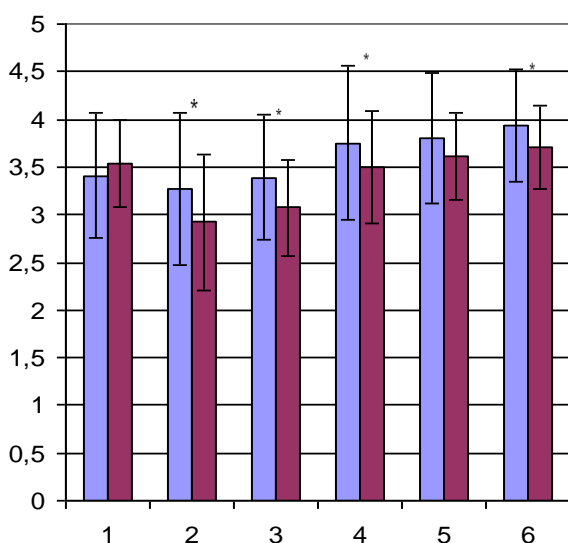
- Zwak inhibitievermogen
- Sterk inhibitievermogen

4.2. Shifting

Kinderen met een zwak shiftingvermogen gebruiken op meetmoment 2 ($p = .07$), 3 ($p = .04$), 4 ($p = .08$), en 6 ($p = .06$) minder geavanceerde strategieën dan kinderen met een sterk shiftingvermogen. Deze significante verschillen komen naar voren aan de hand van een t-toets. Op meetmoment 1 en 5 is er geen sprake van een verschil in strategiegebruik. Met betrekking tot het aantal juiste antwoorden en de reactietijd zijn er geen verschillen gevonden

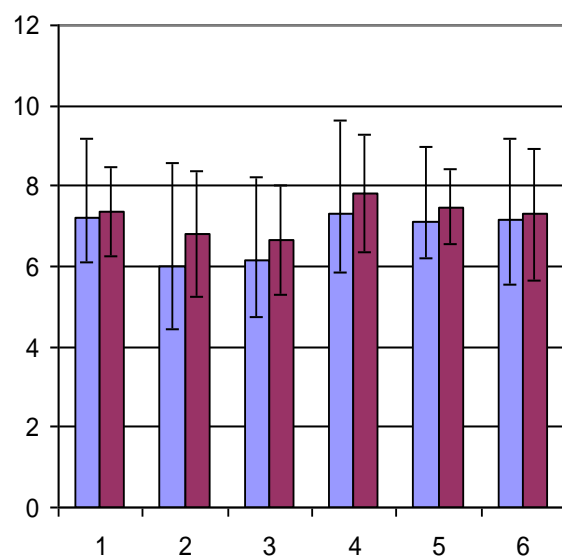
tussen kinderen met een zwak en sterk shiftingvermogen met uitzondering van meetmoment 1. Hierbij wordt op reactietijd een significant verschil tussen kinderen met een zwak- en sterk shiftingvermogen gevonden ($p = .08$).

Tevens is de ontwikkeling van het shiftingvermogen, met behulp van de verschillen scores, op het strategiegebruik, het aantal juiste antwoorden en de reactietijd door middel van een t-toets nagegaan. Uit de resultaten, welke zijn weergegeven in figuur 7, komt naar voren dat er bij kinderen met een zwak shiftingvermogen, vanaf meetmoment 2, minder vooruitgang in strategiegebruik is dan bij kinderen met een sterk shiftingvermogen. Er is sprake van een significant verschil in ontwikkeling van beide groepen (M25 $t(44) = 1.77$; $p = .04$, M36 $t(44) = 1.83$; $p = .04$). Het verschil tussen meetmoment 1 en 4 is echter niet significant ($t(44) = .41$; $p = .34$). Gedurende deze periode kan niet gesproken worden van een verschil in de ontwikkeling van strategiegebruik tussen kinderen met een zwak- en sterk shiftingvermogen. Met betrekking tot verschillen tussen kinderen met een zwak- en sterk shiftingvermogen en het aantal juiste antwoorden is er daarnaast sprake van niet significante verschillen M14 $t(44) = -.54$; $p = .30$, M25 $t(44) = -.48$; $p = .18$, M36 $t(44) = -.85$; $p = .20$. Er is geen verschil in vooruitgang in het aantal juiste antwoorden dat gegeven wordt tussen kinderen met een zwak- en sterk shiftingvermogen (figuur 8). De verschillen tussen de gemiddelden, welke duidelijk worden in figuur 9, zijn tevens voor de reactietijd niet significant. Er is geen verschil in vooruitgang van de reactietijd tussen kinderen met een zwak- en sterk shiftingvermogen (M14 $t(44) = .50$; $p = .15$, M25 $t(44) = .06$; $p = .45$, M36 $t(44) = -.04$; $p = .49$).



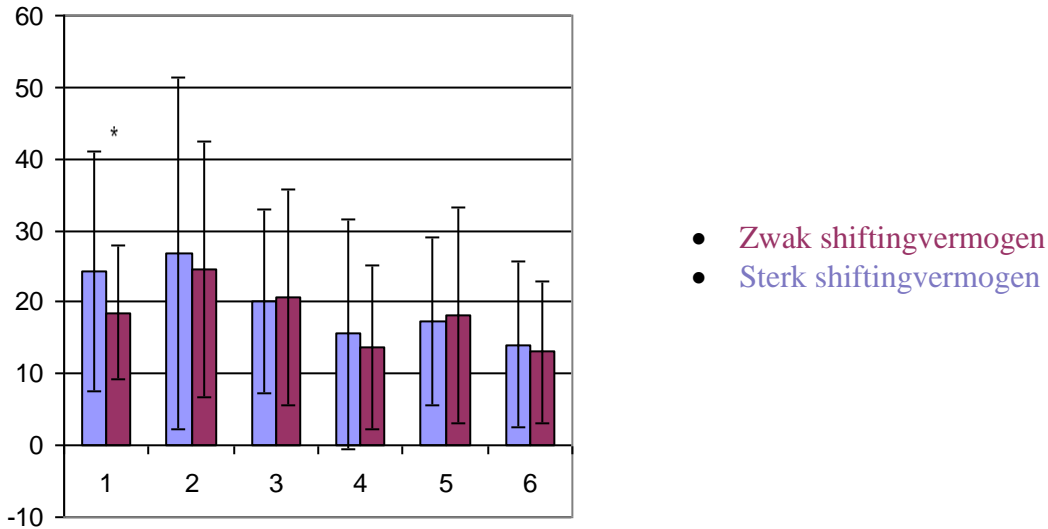
Figuur 7. Shifting en strategiegebruik

* $p < .1$



Figuur 8. Shifting en aantal juiste antwoorden

* $p < .1$



Figuur 9. Shifting en reactietijd

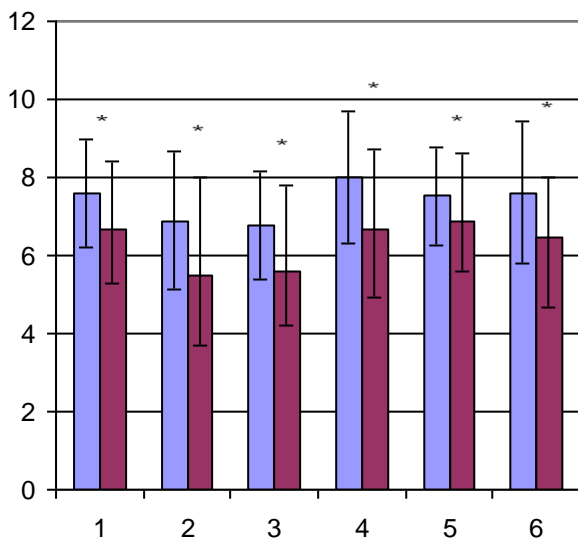
* $p < .1$

4.3. Updating

Door middel van de t-toets komen er per meetmoment in strategiegebruik, aantal juiste antwoorden en reactietijd significante verschillen naar voren tussen kinderen met een zwak en sterk updatingvermogen. Deze verschillen komen naar voren figuur 10, 11 en 12. Kijkend naar de executieve functie updating, gebruiken de kinderen met een zwak updatingvermogen op alle meetmomenten significant minder geavanceerde strategieën dan kinderen met een sterk updatingvermogen (M1 $p = .08$, M2 $p = .01$, M3 $p = .01$, M4 $p = .02$, M5 $p = .03$, M6 $p = .05$). Tevens zijn er verschillen waar te nemen op het aantal juiste antwoorden dat gegeven wordt. Kinderen met een zwak updatingvermogen hebben op alle meetmomenten minder juiste antwoorden dan kinderen met een sterk updatingvermogen (M1 $p = .03$, M2 $p = .02$, M3 $p = .02$, M4 $p = .01$, M5 $p = .08$, M6 $p = .02$). Op reactietijd komt er één significant verschil naar voren. Op meetmoment 5 hebben kinderen met een zwak updatingvermogen een kortere reactietijd dan kinderen met sterk updatingvermogen. Op de overige meetmomenten is er geen sprake van verschil in reactietijd tussen de beide groepen.

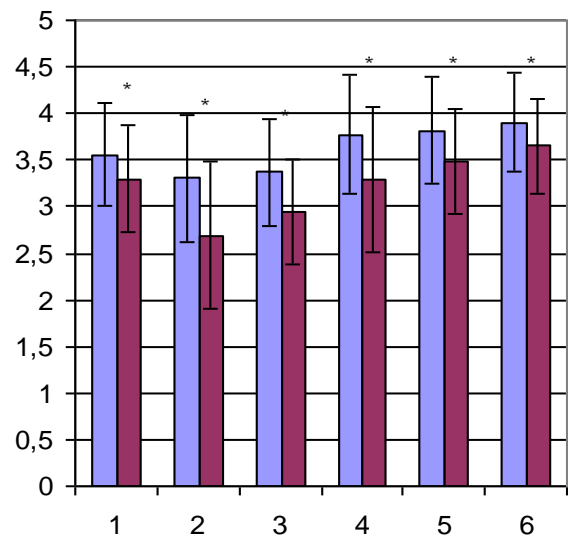
Tot slot is de invloed van het updatingvermogen en de vooruitgang in het strategiegebruik, het aantal juiste antwoorden dat gegeven wordt en de reactietijd door middel van een t-toets bekeken. Zoals verwacht laten kinderen met een zwak updatingvermogen minder vooruitgang in strategiegebruik zien dan kinderen met een sterk updatingvermogen. De resultaten zijn weergegeven in figuur 10. De verschillen tussen meetmoment 1 en 4 ($t(44) = -1.85$; $p = .04$), meetmoment 2 en 5 ($t(44) = -2.67$; $p < .01$) en meetmoment 3 en 6 ($t(44) = -2.49$; $p < .01$)

zijn significant. Daarnaast zijn de verschillen in aantal juiste antwoorden tussen kinderen met een zwak en sterk updatingvermogen significant (M14 $t(44) = -2.23$; $p = .02$, M25 $t(44) = -2.21$; $p = .02$, M36 $t(44) = -2.41$; $p = .01$). Kinderen met een zwak updatingvermogen laten minder vooruitgang in juiste antwoorden zien dan kinderen met een sterk updatingvermogen (figuur 11). Verschillende resultaten, die zijn weergegeven in figuur 12, zijn gevonden met betrekking tot de reactietijd. De verschillen tussen kinderen met een zwak en sterk updatingvermogen zijn tussen meetmoment 1 en 4 ($t(44) = -.47$; $p = .32$), en meetmoment 3 en 6 ($t(44) = -.67$; $p = .25$) niet significant. Er kan niet gesproken worden van een verschil in vooruitgang van de reactietijd tussen beide groepen. Het verschil tussen in gemiddelde reactietijd tussen meetmoment 2 en 5 is echter wel significant ($t(44) = -1.37$; $p = .09$). Hier kan, tegen verwachting in, gesproken worden van meer vooruitgang in reactietijd (korter) door kinderen met een zwak updatingvermogen dan kinderen met een sterk updatingvermogen.



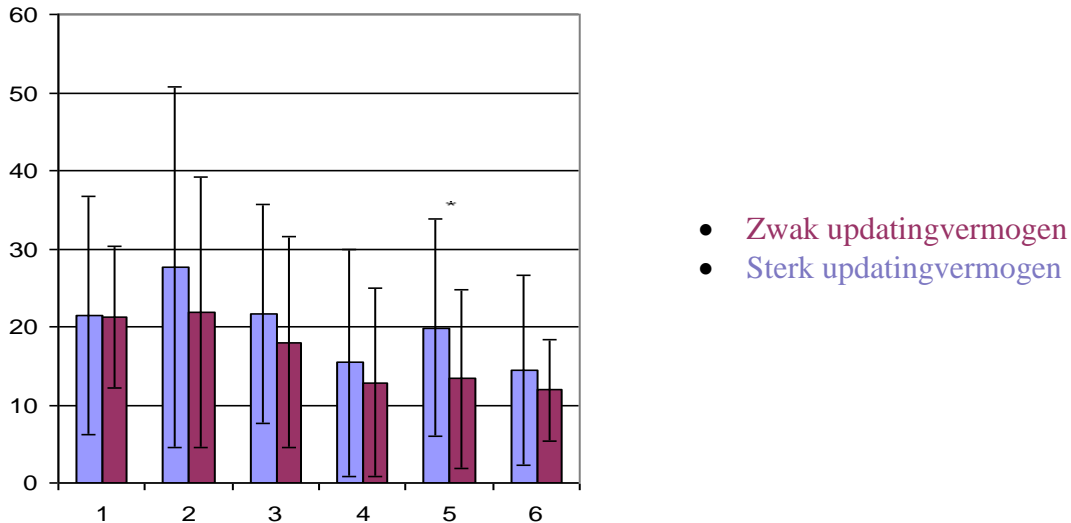
Figuur 10. Updating en strategiegebruik

* $p < .1$



Figuur 11. Updating en aantal juiste antwoorden

* $p < .1$



Figuur 12. Updating en reactietijd

* $p < .1$

5. Conclusie en discussie

Dit onderzoek heeft als doel inzicht te verkrijgen over de verschillen tussen kinderen met zwakke en sterke executieve functies (inhibitie, shifting en updating) in het vermenigvuldigen bij kinderen in groep 4. Er is hierbij naar de invloed van de executieve functies op het strategiegebruik, het aantal fouten dat gemaakt wordt, en de reactietijd gekeken. Daarbij is uitgegaan van de microgenetische methode. Dit onderzoek heeft zich voornamelijk op één gebied van cognitieve groei gericht, de variabiliteit. Verwacht werd dat er bij kinderen met zwakke executieve functies minder vooruitgang te constateren was in strategiegebruik, aantal juiste antwoorden en reactietijd dan bij kinderen met sterke executieve functies.

Er bestaat inconsistentie over de rol van inhibitie bij de rekenvaardigheid. Uit eerder onderzoek bleek dat het inhibitievermogen van invloed is op het strategiegebruik en het maken van fouten bij het rekenen, waarbij kinderen met een zwak inhibitievermogen meer fouten maken dan kinderen met een sterk inhibitievermogen (Bull, Johnston & Roy, 1999). Echter concludeerden van der Ven en Kroesbergen (2007) geen relatie tussen inhibitie en het rekenen. Daarnaast is er een significante relatie tussen het inhibitievermogen en het onderdrukken van oude, eerder aangeleerde strategieën. Kinderen met een zwak inhibitievermogen blijken hier moeite mee te hebben (Bull & Scerif, 2001). Over de invloed van de executieve functies op de reactietijd bij het rekenen bestaat nog veel inconsistentie. Uit onderzoek van Geary en collega's (1991) kwamen verschillen in reactietijd tussen kinderen met zwakke en sterke executieve functies naar voren, met een langere reactietijd voor

kinderen met zwakke executieve functies. Bull & Scerif (2001) sluiten zich hier bij aan, met een langere reactietijd op de Dierenstrooptaak voor kinderen met een zwak inhibitievermogen. Voor het inhibitievermogen kwamen de verwachtingen niet uit. Er zijn in de ontwikkeling geen verschillen in vooruitgang waar te nemen tussen kinderen met een zwak en sterk inhibitievermogen op het strategiegebruik, het aantal juiste antwoorden en de reactietijd. Literatuur over deze executieve functie en het strategiegebruik is echter beperkt. Een mogelijke verklaring wordt door van der Ven en Kroesbergen genoemd (2007). Het ontbrekende verschil kan voortkomen uit het geringe aantal geautomatiseerde strategieën, waardoor er tevens weinig onderdrukt hoeft te worden. Verdere verklaringen voor deze bevindingen zullen in toekomstig onderzoek gevonden en onderzocht moeten worden. Tevens blijkt er geen verschil tussen kinderen met een zwak en sterk inhibitievermogen en het aantal fouten dat gemaakt wordt. Er is daarbij geen vooruitgang te constateren. De oorzaak hiervan kan liggen in de frequentie van strategiegebruik. Wanneer kinderen met een zwak inhibitievermogen voornamelijk dezelfde strategieën gebruiken, leidt dit tot betere uitvoering en minder fouten (Lemaire & Siegler, 1995). Tot slot zijn geen significante verschillen in reactietijd tussen kinderen met een zwak en sterk inhibitievermogen gevonden. Deze ontbrekende relatie kan mogelijk voortkomen uit de taak die gebruikt is om inhibitie bij kinderen te meten. De reactietijd op de Dierenstrooptaak is het langst bij kinderen tussen de drie en zes jaar. Daarna neemt de reactietijd aanzienlijk af. De Dierenstrooptaak kan als een gevoelige meting van het inhibitievermogen en de reactietijd worden gezien bij kinderen onder en rond de zeven jaar (Wright et al., 2003). Wellicht geven andere taken een duidelijker beeld van deze factoren. Van der Sluis en collega's (2004) en van der Sluis, de Jong, en van der Leij (2007) noemen bijvoorbeeld een significante relatie tussen de Benoemingstaak en het inhibitievermogen. Toekomstig onderzoek naar het inhibitievermogen en genoemde factoren wordt aanbevolen om een duidelijker beeld over de relatie tussen de twee te verkrijgen.

Moeite met strategiegebruik komt bij het shiftingvermogen naar voren wanneer een geautomatiseerde strategie plaats moet maken voor een nieuwe (van der Sluis et al., 2007). Kinderen met een zwak shiftingvermogen hebben moeite met het vasthouden van de aangeboden strategieën (Bull & Scerif, 2001). Dit is consistent met de resultaten van van der Sluis en collega's (2007). De controle op benoemingsnelheid speelt hierbij echter een rol. Daarnaast hangt de moeilijkheidsgraad van de opgave samen met de invloed van shifting op het rekenen (Van der Sluis et al., 2004). Met betrekking tot de reactietijd en het shiftingvermogen moet er rekening worden gehouden met de verschillen tussen moeilijke en

makkelijke sommen, evenals met de verschillen tussen kale en verhaaltjessommen. Kinderen hebben meer tijd nodig voor moeilijke vermenigvuldigingen en verhaaltjessommen (McLean & Hitch, 1999). De resultaten komen deels overeen met de verwachtingen wat betreft het shiftingvermogen. Naar voren komt dat een zwak shiftingvermogen een negatieve invloed heeft op het strategiegebruik bij het vermenigvuldigen. Kinderen met een zwak shiftingvermogen laten significant minder vooruitgang in strategiegebruik zien dan kinderen met een sterk shiftingvermogen. Dit komt overeen met eerdere bevindingen. Kinderen met een zwak shiftingvermogen hebben moeite om bij geautomatiseerde strategieën plaats te moeten maken voor nieuwe, waardoor het lastig is te wisselen tussen verschillende strategieën. Daarbij is het mogelijk dat deze kinderen minder kennis over de verschillende strategieën hebben, waardoor zij minder wisselen tussen strategieën (van der Sluis et al., 2004). Het aantal juiste antwoorden, en de vooruitgang daarin blijkt in dit onderzoek niet voort te komen uit het shiftingvermogen. Mogelijk is dat in dit onderzoek de moeilijkheidsgraad (van der Sluis et al., 2004) van de opgaven niet goed verdeeld is over de verschillende meetmomenten en dat er te veel bekende en geautomatiseerde vermenigvuldigingen in verwerkt zijn. Deze moeilijkheidsgraad kan daarnaast van invloed zijn op de reactietijd. Hiervoor kan de verwachting tevens niet aangenomen worden. Er is geen verschil in reactietijd tussen kinderen met een zwak en sterk shiftingvermogen. Verhaaltjessommen zijn wel evenredig afgewisseld met kale sommen om een zo eerlijk mogelijk beeld te verkrijgen over de reactietijd bij kinderen. Een beperking is echter dat er geen rekening is gehouden met het verschil in reactietijd tussen kale- en verhaaltjessommen. Daarnaast kunnen de resultaten met betrekking tot de reactietijd voortkomen uit het strategiegebruik. Wanneer kinderen met zwakke executieve functies voornamelijk dezelfde strategieën gebruiken, bevordert dat de snelheid bij het uitrekenen (Lemaire & Siegler).

Updating is van invloed op de rekenprestaties bij kinderen (van der Sluis et al., 2007). In dit onderzoek werd dan ook verwacht dat het updatingvermogen bij kinderen van invloed is op het strategiegebruik, het aantal juiste antwoorden en de reactietijd bij het vermenigvuldigen. Updating speelt een rol bij het strategiegebruik, waarbij kinderen met een zwak updatingvermogen minder de relatie kunnen leggen tussen bepaalde informatie en een strategie. Daarnaast hebben zij moeite strategieën te combineren (McLean & Hitch, 1999). Tevens maken kinderen met een zwak updatingvermogen meer fouten dan kinderen met een sterk werkgeheugen (Andersson & Lyxell, 2007; Geary et al., 2004). Dit kan voortkomen uit de moeite die kinderen met een zwak updatingvermogen hebben om relevante informatie uit

een tekst te herkennen (Bull & Scerif, 2001; Passolunghi & Pazzaglia, 2004). Over het updatingvermogen en de reactietijd is veel inconsistentie aanwezig. Verschillende bevestigende resultaten komen naar voren in de verschillen tussen kinderen met een zwak en sterk updatingvermogen. De hypothese betreffende het verschil tussen kinderen met een zwak en sterk updatingvermogen op het strategiegebruik kan worden bevestigd. Er komt een duidelijk verschil naar voren met betrekking tot het strategiegebruik en de vooruitgang daarin. De verklaring hiervoor kan liggen in de automatisering van de strategieën. Kinderen met een zwak updatingvermogen passen de geautomatiseerde strategieën toe, die voor hen de minder geavanceerde strategieën kunnen zijn. Dit ondanks dat nieuwe strategieën misschien functioneler zijn (Siegler & Svetina, 2002). Daarnaast kunnen deze kinderen ook uit voorzichtigheid handelen en daardoor gebruik blijven maken van de strategieën die zij reeds goed beheersen (van der Sluis et al., 2004). Kinderen met een zwak updatingvermogen maken meer fouten en laten minder vooruitgang zien dan kinderen met een sterk updatingvermogen, hetgeen met de verwachting overeen komt. Dit kan voortkomen uit de moeite die kinderen hebben om relevante informatie uit een tekst te halen (Bull & Scerif, 2001; Passolunghi & Pazzaglia, 2004). Deze kinderen hebben naar waarschijnlijkheid meer moeite met de verhaaltjessommen. Dit onderzoek heeft zich echter daar niet specifiek op gericht. Toekomstig onderzoek zal nodig zijn om hier meer over te weten te komen. Er zijn in huidig onderzoek, tegen de verwachting in, geen significante verschillen gevonden voor de reactietijd. De verklaring hiervoor kan liggen in de evenredige verdeling van verhaaltjes- en kale sommen in de meetmomenten. Daarnaast kan de taak van het shiftingvermogen een rol spelen. Echter is er tot op heden weinig onderzoek naar deze taak gedaan. Toekomstig onderzoek zal moeten uitwijzen waar en of er eventuele verschillen tussen kinderen met een zwak en sterk updatingvermogen op reactietijd zijn, en waar de resultaten uit voortkomen.

Concluderend komt er naar voren dat kinderen met een zwak shifting- of updatingvermogen minder vooruit gaan in het strategiegebruik dan kinderen met een sterk shifting- of updatingvermogen. Daarnaast gaan kinderen met een zwak updatingvermogen minder vooruit in het aantal juiste antwoorden dat ze geven. Het inhibitievermogen vormt uitzondering op de genoemde verschillen. Er zijn geen verschillen in vooruitgang waar te nemen tussen kinderen met een zwak en sterk inhibitievermogen op het strategiegebruik, het aantal juiste antwoorden en de reactietijd. De reactietijd blijkt daarnaast weinig beïnvloed te worden door de drie executieve functies.

De onderzoeksresultaten dienen met voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd. Allereerst zijn de gegevens niet generaliseerbaar naar andere leeftijden en leergebieden. Daarnaast is er sprake van een kleine onderzoeksgroep. Ook is, wegens tijdswinning, gebruik gemaakt van beperkte testen die het executief functioneren trachten te meten. Om een optimaal beeld te verkrijgen over de executieve functies is het aan te raden meer taken aan de testbatterij per executieve functie toe te voegen. De executieve functies zijn in de laagste en hoogste 50% verdeeld. Een beperking is de ongelijke verdeling bij de executieve functie updating (meer kinderen met sterk updatingvermogen). Overige beperkingen zijn individuele verschillen zoals sekseverschillen en eventuele leerstoornissen die niet meegenomen zijn in huidig onderzoek. Ondanks de beperkingen, dragen huidige onderzoeksresultaten bij aan kennis over de ontwikkeling van het strategiegebruik, de reactietijd en de antwoorden die gegeven worden door kinderen met zwakke en sterke executieve functies.

Toekomstig onderzoek naar het executief functioneren en de rekenvaardigheid vermenigvuldigen is gewenst. Uit huidig onderzoek komen verschillen naar voren met betrekking tot de executieve functies en het strategiegebruik, de reactietijd en de prestaties van kinderen. Door middel van microgenetisch onderzoek en een grotere steekproef zal hiervan een duidelijker beeld verkregen kunnen worden. Aanbevolen wordt om meer in te gaan op het strategiegebruik van kinderen bij het vermenigvuldigen en de invloed van de executieve functies daarop. Daarnaast kan er gekeken worden naar de verschillen tussen jongens en meisjes.

Referenties

- Aarts, H., Dijksterhuis, A. P., & Midden, C. (1999). To plan or not to plan? Goal achievement or interrupting the performance of mundane behaviors. *European Journal of Social Psychology, 29*, 971-979.
- Adams, A. M., & Gathercole, S. E. (2000). Limitations in working memory: Implications for language development. *International Journal of Language & Communication Disorders, 35*, 95-116.
- Adams, W., & Hitch, G. J. (1997). Working memory and children's mental addition. *Journal of Experimental Child Psychology, 67*, 21-38.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuospatial short-term and working memory in children: are they separable? *Child Development, 77*, 1698-1716.

- Alloway, T. P., & Temple, K. J. (2006). A comparison of working memory skills and learning in children with developmental coordination disorder and moderate learning difficulties. *Applied Cognitive Psychology, 20*, 1-15.
- Andersson, U., & Lyxell, B. (2007). Working memory deficit in children with mathematical difficulties: A general or specific deficit? *Journal of Experimental Child Psychology, 96*, 197-228.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science, 255*, 556-559.
- Baddeley, A. (1996). Exploring the central executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 49A*, 5-28.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences, 4*, 417-423.
- Bull, R., Johnston, R. S., & Roy, J. A. (1999). Exploring the roles of the visual-spatial sketch pad and central executive in children's arithmetical skills: Views from cognition and developmental neuropsychology. *Developmental Neuropsychology, 15*, 421-442.
- 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.
- Gathercole, S. E. (1998). The development of memory. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 39*, 3-27.
- Geary, D. C., Brown, S. C., & Samaranayake, V. A. (1991). Cognitive addition: a short longitudinal study of strategy choice and speed-of-processing differences in normal and mathematically disabled children. *Developmental Psychology, 27* (5), 787-797.
- 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.
- Hitch, G. J., & McAuley, E. (1991). Working memory in children with specific arithmetical learning difficulties. *British Journal of Psychology, 82*, 375-386.
- 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.
- Lemaire, P., & Siegler, R. S. (1995). Four aspects of strategic change: Contributions to children's learning of multiplication. *Journal of Experimental Psychology: General,*

124, 83-97.

- Mabott, 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., & Wager, T. D. (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., & Pazzaglia, F. (2004). Individual differences in memory updating in relation to arithmetic problem solving. *Learning and Individual Differences, 14*, 219-230.
- Passolunghi M. C., Vercelloni B., & Schadee H. (2007). The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability and numerical competence. *Cognitive Development, 22*, 165-184.
- Siegler, R. S. (1991). Strategy choice and strategy discovery. *Learning and Instruction, 1*, 89-102.
- Siegler, R. S. (1995). How does change occur: A microgenetic study of number conservation. *Cognitive Psychology, 28*, 225-273.
- Siegler, R. S. (1998). Conscious and unconscious strategy discoveries: A microgenetic analysis. *Journal of Experimental Psychology, 127*, 377-391.
- Siegler, R. S. (1999). Strategic development. *Trends in Cognitive Sciences, 3*, 1-6.
- Siegler, R. S., & Crowley, K. (1991). The microgenetic method. *American Psychologist, 46*, 606-620.
- 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.
- Siegler, R. S., & Svetina, M. (2006). What leads children to adopt new strategies? A microgenetic/ cross-sectional study of class inclusion. *Child Development, 77*, 997-1015.
- Swanson, H. L., & Sáez, L. (2003). Memory difficulties in children and adults with learning

- disabilities. In H. L. Swanson, K. R. Harris & S. Graham (Eds.), *Handbook of Learning Disabilities* (pp. 182-198). New York: The Guilford Press.
- Tombaugh, T. N. (2003). Trail Making Test A and B: Normative data stratified by age and education. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *19* (2), 203-214.
- van Beusekom, N. & van Engelen, P (2007). Handleiding groep 4a/b. *Pluspunt Reken- en wiskundemethode*. 's Hertogenbosch: Malmberg.
- 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 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.
- van der Ven, S. H. G., & Kroesbergen, E. H. (2007). *Executive functions and learning mathematics*. Utrecht, The Netherlands: Utrecht University.
- Wright, I., Waterman, M., Prescott, H., & Murdoch-Eaton (2003). A new stroop-likemeasure of inhibitory function development: typical developmental trends. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *44* (4), 561-575.