

**De Relatie tussen Executieve Functies en Lees- en Rekenvaardigheid bij Kinderen in het
Speciaal Basisonderwijs**

Carolien Florijn 3453103

Miranda van Stijn 3619761

1^e begeleider: Desirée Florisson

2^e begeleider: Lex Wijnroks

Master Orthopedagogiek Gehandicaptenzorg en Kinderrevalidatie

Universiteit Utrecht

24 juni 2011

Samenvatting

Achtergrond: Kinderen in het speciaal basisonderwijs hebben veel te maken met lees- en rekenproblemen. Onderzoek naar executieve functies is gewenst voor het ontwikkelen van passende interventies. **Doel:** Inzicht verkrijgen in de relatie tussen inhibitie en werkgeheugen en de voorbereidende/beginnende en gevorderde lees- en rekenvaardigheden van kinderen in het speciaal basisonderwijs. **Methode:** 144 SBO kinderen maakten de *Keep Track*, *Odd One Out*, *Flankerfish*, *Heartsflower* en Raven SPM. Lees- en rekengegevens werden opgevraagd. Correlaties en regressie analyses zijn uitgevoerd. **Resultaten:** Inhibitie en werkgeheugen zijn van significante invloed op leesvaardigheid, waarbij hun invloed sterker is op beginnende leesvaardigheid. Executieve functies zijn mediators in de relatie tussen beginnende/gevorderde leesvaardigheid en de executieve functies, behalve inhibitie in de relatie tussen werkgeheugen en gevorderde leesvaardigheid. Intelligentie is geen mediator in de relatie tussen beginnende/gevorderde leesvaardigheid en de executieve functies. Voor rekenvaardigheid vertoont alleen werkgeheugen een significante relatie met gevorderde rekenvaardigheid. Er is geen mediërend effect gevonden van intelligentie en van de beide executieve functies op deze relatie. **Conclusie:** De executieve functies zijn van invloed op leesvaardigheid, maar vermoedelijk hangt beginnende leesvaardigheid samen met andere onderdelen van inhibitie dan gevorderde leesvaardigheid. Meer onderzoek hiernaar is wenselijk, zodat een doeltreffende interventie voor leesvaardigheid op basis van executieve functies kan worden ontwikkeld. Voor rekenvaardigheid lijkt de inhibitiefactor geen significante verschillen in prestaties te kunnen verklaren. Daarnaast vertonen de executieve functies geen samenhang met voorbereidende rekenvaardigheid, mogelijk door verschillen in operationalisering. Onderzoek naar de relatie tussen executief functioneren en specifieke onderdelen van rekenvaardigheid is gewenst.

Zoektermen: executieve functies, inhibitie, werkgeheugen, voorbereidende en gevorderde lees- en rekenvaardigheid, intelligentie.

Voorwoord

Deze thesis is geschreven als afsluitend onderzoek van de Master Orthopedagogiek Gehandicaptenzorg en Kinderrevalidatie aan de Universiteit Utrecht. Wij hebben ons in deze thesis bezig gehouden met de relatie tussen de executieve functies en lees- en rekenvaardigheid bij kinderen in het speciaal basisonderwijs. Carolien had in haar bachelorscriptie al onderzoek gedaan naar voorbereidende rekenvaardigheid. Zij wilde graag haar opgedane ervaring en kennis verbreden door zich te verdiepen in de relatie tussen rekenvaardigheid en executief functioneren. Miranda had nog geen enkele ervaring met dit onderwerp, maar met name leesvaardigheid leek haar interessant, waardoor zij zich heeft verdiept in de relatie tussen de executieve functies en leesvaardigheid.

Het schrijven van een thesis leek in eerste instantie geen problemen op te leveren, aangezien wij beide graag in juni wilden afstuderen. Toch kostte het schrijven van de thesis veel energie en vergde het doorzettingsvermogen. Twee individuen, twee verschillende persoonlijkheden, maar beiden zeer gedreven zorgde er voor dat de samenwerking niet altijd even vlekkeloos is verlopen. Uiteindelijk is de thesis afgekomen en zijn wij erg trots op het resultaat. Niet alleen hebben wij onze kennis verbreed omtrent de relatie tussen de executieve functies en lees- en rekenvaardigheid bij kinderen in het speciaal basisonderwijs en ervaring opgedaan in het doen van wetenschappelijk onderzoek, maar we hebben ook een persoonlijke ontwikkeling doorgemaakt.

Wij willen graag alle scholen, ouders en de kinderen bedanken die meegedaan in het onderzoek. In het bijzonder willen wij de Bombardon in Almere en de Anne Annemaschool in Amersfoort bedanken voor de gastvrijheid en inzet, omdat wij op deze scholen onze data hebben mogen verzamelen. Tot slot willen wij graag ook onze thesisdocent Desirée Florisson bedanken, voor haar inzet om tot deze thesis te komen.

Utrecht, 24 juni 2011

Carolien Florijn

Miranda van Stijn

De Relatie tussen Executieve Functies en Lees- en Rekenvaardigheid bij Kinderen in het Speciaal Basisonderwijs

Maatschappelijk en Wetenschappelijk Belang en Achtergronden

Lees- en rekenvaardigheid zijn twee van de belangrijkste academische vaardigheden die een kind op de basisschool leert. Het ontwikkelen van deze vaardigheden zorgt ervoor dat kinderen zich meer onafhankelijk, zelfstandig en autonoom kunnen ontwikkelen, waardoor zij succesvol kunnen functioneren in de maatschappij (de Sterck, 1997; Lembke & Foegen, 2009). Van de Nederlandse populatie basisschoolleerlingen heeft 19% – 23% een achterstand in lezen en/of rekenen (Smeets, 2007; Smeets, Van der Veen, Derriks, & Roeleveld, 2007). Deze leerproblemen spelen een belangrijke rol bij verwijzing naar het speciaal basisonderwijs (Smeets, Van der Hoeven, & Smit, 2003). Aangezien vroege leerproblemen op één gebied kunnen leiden tot negatieve leerinteracties en beperkte motivatie, hebben zij een negatieve invloed op de verdere schoolloopbaan. Het is daarom belangrijk om vroegtijdig te interveniëren. Onderzoek naar factoren die een rol spelen in het verwerven van lees- en rekenvaardigheden, duidt op het belang van de executieve functies (Clark, Pritcard & Woodward, 2010).

Voor het verkrijgen van een goede leesvaardigheid is het met name van belang dat kinderen voldoende lezen. Kinderen die veel lezen hebben onder andere een betere algemene kennis, een groter vocabulaire en betere leesprestaties (Cunningham & Stanovich, 1997; Cunningham & Stanovich, 2001; Stanovich & Cunningham, 1993). Een voor de hand liggende oplossing zou zijn om zwakke lezers meer te laten lezen. De uitkomsten van een dusdanige interventie zullen echter uitwijzen dat de leesprestaties van zwakke lezers nauwelijks vooruitgaan of zelfs verslechteren. Kinderen met leesproblemen oefenen minder met lezen en gebruiken leeftijdsadequate materialen, terwijl deze voor hen nog te moeilijk zijn. Dit leidt tot een negatieve leeservaring, waardoor kinderen minder zullen deelnemen aan leesgerelateerde activiteiten. Dit kan leiden tot een vertraging in de ontwikkeling van de woordherkenning, wat weer kan leiden tot problemen met begrijpend lezen (Cunningham & Stanovich, 2001).

Om te voorkomen dat zwakke lezers terecht komen in deze ‘negatieve leesspiraal’ is het belangrijk dat zij al vroeg in de ontwikkeling van het leren lezen de ondersteuning krijgen die ze nodig hebben. Het is hierbij van belang om te kijken naar het executief functioneren, omdat dit systeem mogelijk onderliggend is aan het fonologisch systeem, welke vaak wordt aangewezen als de oorzaak van problemen met het decoderen van woorden (Swanson, 2006). Daarnaast blijkt uit

wetenschappelijk onderzoek dat kinderen met leesproblemen lager scoren op taken die het executief functioneren meten dan kinderen die geen leesproblemen hebben (Booth, Boyle & Kelly, 2010; Carretti, Borella, Cornoldi & De Beni, 2009; Sesma, Mahone, Levine, Eason, Cutting, 2009). Deze resultaten impliceren dat er mogelijk sprake is van een verband tussen leesvaardigheid en executief functioneren. Wetenschappelijk onderzoek naar het verband tussen leesvaardigheid en executief functioneren is echter schaars (Sesma, Mahone, Levine, Eason, Cutting, 2009; van der Sluis, de Jong, & van der Leij, 2007) en in Nederland nog niet eerder uitgevoerd bij kinderen van het speciaal basisonderwijs.

Aangezien rekenproblemen evenals leesproblemen verstreckende gevolgen kunnen hebben voor succes in de schoolloopbaan en maatschappelijke carrière, is het belangrijk om interventie op maat te bieden. Executief functioneren vormt een goede voorspeller van rekenprestaties (Bull & Scerif, 2001; Clark et al., 2010; Espy, McDiarmid, Cwik, Stalets, Hamby & Senn, 2004). Tevens is gebleken dat kinderen die moeite hebben met het verwerven van rekenvaardigheden, defecten in het executief functioneren vertonen (Passolunghi & Siegel, 2004; Ruijsenaars, Van Luit & Van Lieshout, 2006). De risico's van rekenproblematiek zijn te beperken door kinderen een interventie gericht op het verbeteren van executieve functies aan te bieden (Clark et al., 2010). Aangezien er beperkt onderzoek gedaan is naar de relatie tussen executief functioneren en voorbereidende rekenvaardigheid en de ontwikkeling in deze relatie richting gevorderde rekenvaardigheid, zal dit onderzoek een relevante bijdrage leveren aan de kennis omtrent rekeninterventies (Espy et al., 2004; Garon, Bryson & Smith, 2008).

Veel onderzoek naar de relatie tussen executieve functies en lees- en rekenvaardigheid zijn uitgevoerd bij kinderen in het regulier basisonderwijs en bij kinderen met gediagnosticeerde leesproblemen. Kennis omtrent de relatie tussen de executieve functies en (niet gediagnosticeerde) lees- en rekenproblemen is nog schaars. Aangezien juist kinderen in het speciaal basisonderwijs te maken hebben met lees- en rekenproblemen waarbij er onderling veel verschil is in de mate van de lees- en rekenproblematiek, kan goed onderzocht worden in hoeverre er een verband bestaat tussen het executief functioneren en lees- en rekenvaardigheid. Daarnaast is de behoefte aan passende lees- en rekeninterventies voor deze kinderen het grootst. Deze interventies kunnen mogelijk gebaseerd worden op het trainen van de executieve functies (Clark et al., 2010). Tegen deze achtergronden wordt in dit onderzoek de volgende vraagstelling onderzocht: *Is er een relatie tussen (problemen in) het executief functioneren en de voorbereidende en gevorderde lees- en rekenvaardigheden van kinderen van 5 tot en met 9 jaar binnen het speciaal basisonderwijs?*

Executief Functioneren

Met executieve functies worden hogere cognitieve functies bedoeld die betrokken zijn bij het onder controle houden van en reguleren van 'lagere' cognitieve processen, doelgerichtheid en toekomst georiënteerd gedrag (Alvarez & Emory, 2006; Garon et al., 2008). Het zijn processen die mensen in staat stellen complexe cognitieve activiteiten en doelgericht gedrag te reguleren (Clark et al., 2010).

Alhoewel lange tijd discussie heeft bestaan rondom executief functioneren is inmiddels een integratief model ontwikkeld (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, & Howerter, 2000). In dit model van Miyake en collega's (2000) wordt executief functioneren beschouwd als een algemeen executief functiemechanisme, waarnaast sprake is van deels onderscheiden executieve functies met eigen ontwikkelingstrajecten. Inhibitie, werkgeheugen en *shifting* zijn de drie belangrijkste executieve functies in de wetenschappelijke literatuur (Huizinga, Dolen en van Der Molen, 2006; Lehto, Juujarvi, Kooistra & Pulkkinen, 2003; Miyake et al., 2000). Tussen deze executieve functies bestaat een onderlinge relatie die, samen met de taken voor het meten van executieve functies, invloed hebben op de wijze waarop executief functioneren gerelateerd is aan functionele uitkomsten, zoals rekenvaardigheid (Espy et al., 2004). De onderlinge relatie tussen inhibitie en werkgeheugen is het sterkst (Miyake et al., 2000). Veel taken die ontworpen zijn om inhibitie te meten doen een beroep op het werkgeheugen (Carlson & Moses, 2001). Hierdoor wordt *shifting* verder buiten beschouwing gelaten.

Inhibitie omvat het weerhouden of beperken van een (dominante, motorische) respons (Garon et al., 2008). Inhibitie kan onderscheiden worden in eenvoudige inhibitietaken en complexe inhibitietaken. Bij eenvoudige inhibitietaken moet het kind enkel een dominante, prepotente motorische, of cognitieve respons onderdrukken die automatisch wordt geactiveerd door een stimulus. Complexe inhibitietaken omvatten het onthouden van een regel, het handelen hiernaar en het onderdrukken van een conflicterende respons. De complexe inhibitietaken kunnen worden onderscheiden in *response to distracter inhibition*, wat het focussen op relevante items en het negeren van irrelevante items inhoudt, en *resistance to proactive interference*, het dempen of onderdrukken van de activatie van niet relevante items in het werkgeheugen (ook wel *intrusion errors*) (Friedman & Miyake, 2004; Garon et al., 2008).

Het werkgeheugen houdt zich bezig met informatie toegankelijk houden en zo nodig bij te stellen op basis van nieuwe informatie en deze te manipuleren (Garon et al., 2008). Het model van Baddeley (1986) veronderstelt dat het werkgeheugen is opgebouwd uit een centraal aandachtsorgaan voor de actieve manipulatie van informatie (de centrale executieve) en twee

passieve opslagbuffers. De opslagbuffers zijn betrokken bij de opslag van auditieve en visuo-spatiële informatie. Eveneens wordt onderscheid gemaakt tussen eenvoudige en complexe taken. Bij eenvoudige werkgeheugentaken moet informatie tijdelijk opgeslagen en opgehaald worden uit het geheugen. Complexe werkgeheugentaken vereisen naast opslag het updaten en manipuleren van informatie en staan in de literatuur synoniem voor werkgeheugen (Alloway, Gathercole, Willes, & Adams, 2004; Baddeley, 1986).

De Relatie tussen Executieve Functies en Leesvaardigheid

Ontwikkeling van leesvaardigheid. Het leren lezen is een ontwikkelingsproces dat kan worden opgesplitst in drie fasen, de ontluikende geletterdheid, de beginnende geletterdheid en de gevorderde geletterdheid (Verhoeven & Aarnoutse, 1999). Ondanks dat geletterdheid zowel de vaardigheid lezen als de vaardigheid schrijven betreft, wordt alleen het onderdeel lezen belicht. In de ontluikende geletterdheid maken kinderen van 0 tot en met 4 jaar kennis met de basisprincipes van de taal. Zij leren spreken, luisteren en maken kennis met de geschreven taal. Als de kinderen naar de basisschool gaan, gaan zij over naar de fase van de beginnende geletterdheid waarbij kinderen de vaardigheid woordherkenning verwerven.

Chall (1996) en Ehri (1991) onderscheiden in het proces van woordherkenning drie fasen. Kinderen van 0 tot 6 jaar bevinden zich in voorfase ook wel de logografische fase, waarbij kinderen bezig zijn met het waarnemen van de grafische tekens. Kinderen in de voorfase herkennen of raden woorden met behulp van de context of door enkele visuele kenmerken van het woord, dit wordt ook wel pseudo-lezen genoemd. In de tweede fase, ook wel de decodeerfase of alfabetische fase, leren kinderen van 6 en 7 jaar dat gesproken woorden uit klanken bestaan en dat de letters op papier naar de klanken in woorden verwijzen. Vervolgens komen kinderen, als zij tussen de 7 en 8 jaar oud zijn, in de fase van automatisering of orthografische fase. Kinderen in deze fase ontdekken regelmatigheden of patronen in reeksen van letters, welke zij gaan gebruiken bij het lezen. In het vervolg wordt deze leesvaardigheid beginnende leesvaardigheid genoemd.

Wanneer kinderen klankzuivere en meerlettergrepige woorden zonder veel fouten en met de benodigde vlothed al lezend kunnen herkennen, dan gaan kinderen over naar de fase van de gevorderde geletterdheid. Dit gebeurt meestal na het achtste levensjaar. Kinderen zijn in deze fase niet langer bezig met het leren lezen, maar met het lezen om te leren (Chall, 1996). Dit wordt ook wel begrijpend lezen genoemd. Kinderen leren woorden zo snel mogelijk te begrijpen door middel van decoderen, directe herkenning (ook wel automatisering), en het afleiden van de betekenis uit de context (Boekaerts & Simons, 2007). Het tijdens het lezen begrijpen van woorden leidt tot het

verwerven van kennis. Nieuw gelezen informatie wordt niet alleen opgeslagen, maar wordt vaak door middel van (on)bewuste interactie bewerkt of het bewerkt al eerder opgedane kennis (Anderson & Pearson, 2000). In het vervolg wordt deze vaardigheid gevorderde leesvaardigheid genoemd.

Beginnende leesvaardigheid. Dat er een relatie is tussen de executieve functies en leesvaardigheid bleek onder andere uit de meta-analyse van Booth en collega's (2010). In hun onderzoek werden 48 studies meegenomen, waarbij de gemiddelde leeftijd van de participanten 10,5 jaar was en de leeftijdsrange 6,25 – 14,92 jaar betrof. Uit de meta-analyse bleek dat kinderen met leesproblemen, met name problemen in de beginnende leesvaardigheid, significant lager scoorden op taken die het executief functioneren meten in vergelijking met kinderen die geen problemen hadden in de beginnende leesvaardigheid. Er was hierbij sprake van een gemiddelde effectgrootte. Dit betekent dat kinderen met problemen in de beginnende leesvaardigheid over het algemeen meer gebreken vertonen op de executieve functies. Er kon in deze meta-analyse niet bepaald worden of de gebreken specifiek inhibitie, werkgeheugen of andere executieve functies betroffen, omdat de aard van de executieve functies in het onderzoek niet konden worden geïsoleerd. Een Belgisch onderzoek met een klinische steekproef, leeftijdsrange van 8 - 12 jaar, onderzoek is hier wel in geslaagd. Zij vonden geen bewijs voor de aanwezigheid van gebreken in de enkelvoudige inhibitietaken bij kinderen met problemen in de beginnende leesvaardigheid in vergelijking met kinderen zonder problemen in de beginnende leesvaardigheid. Wel vonden zij bewijs voor de aanwezigheid van gebreken in het werkgeheugen bij kinderen met problemen in de beginnende leesvaardigheid. Kinderen met problemen in de beginnende leesvaardigheid hadden significant meer inaccurate responsen op de *N-Back* taak dan kinderen zonder problemen in de beginnende leesvaardigheid (van de Voorde, Roeyers, Verté, & Wiersma, 2010). Een Nederlands onderzoek, met een niet klinische steekproef met een gemiddelde leeftijd van 10,67 jaar vond ook geen bewijs voor de aanwezigheid van gebreken in de enkelvoudige inhibitietaken bij kinderen met problemen in de beginnende leesvaardigheid. Sterker nog, inhibitie bleek in dit onderzoek geen gescheiden executieve functie te zijn. Werkgeheugen en planning bleken in het onderzoek wel gescheiden executieve functies. Alleen werkgeheugen bleek van positieve invloed op de beginnende leesvaardigheid. De verklaarde variantie betrof 6,1% (van der Sluis, de Jong, & van der Leij, 2007).

De hypothesestelling. Er is geen eenduidigheid in de literatuur omtrent de relatie tussen inhibitie en beginnende leesvaardigheid. Het onderzoek van Locassio en collega's (2010) geeft aan dat kinderen met problemen in de beginnende leesvaardigheid significant lager scoren op inhibitietaken dan kinderen zonder leesproblemen. Het onderzoek van Van de Voorde en collega's

(2010) geeft echter aan dat kinderen met problemen in de beginnende leesvaardigheid niet significant lager scoorden. Ook de literatuur omtrent de relatie tussen werkgeheugen en beginnende leesvaardigheid is niet eenduidig. Een aantal onderzoeken geven aan dat er (mogelijk) sprake is van een relatie (Locassio et al., 2010; Van der Sluis, 2007; Van de Voorde et al. 2010), terwijl een aantal onderzoeken niet spreken van een (mogelijke) relatie (Cutting et al., 2009; Sesma et al., 2009). Aangezien er geen eenduidigheid is in de literatuur worden er geen onderzoekshypothesen, maar onderzoeksvragen opgesteld: Is er een relatie tussen inhibitie en beginnende leesvaardigheid en is er een relatie tussen werkgeheugen en beginnende leesvaardigheid?

Gevorderde leesvaardigheid. Als er gekeken wordt naar de gevorderde leesvaardigheid blijkt dat er ook een relatie is tussen gevorderde leesvaardigheid en executieve functies. Kinderen van 10 en 11 jaar met problemen in de gevorderde leesvaardigheid scoorden, in vergelijking met kinderen van 10 en 11 jaar die geen problemen hebben in de gevorderde leesvaardigheid, significant lager op de complexe inhibitietask *resistance to proactive interference*, maar niet op eenvoudige inhibitietaken en de complexe inhibitietask *response to distracter inhibition*. Dezelfde kinderen met problemen in de gevorderde leesvaardigheid scoorden ook significant lager op de taken voor het werkgeheugen (Borella, Carretti & Pelegrina, 2010). Carretti en collega's (2009) vonden in hun meta-analyse (leeftijdssrange van 7 tot 30 jaar) eenzelfde resultaat. Mensen die problemen hebben in de gevorderde leesvaardigheid scoorden significant lager op taken die het verbale werkgeheugen en complexe inhibitietask *resistance to proactive interference* meten. Beide studies geven aan dat de gevonden resultaten bewijsvoering zijn voor gebreken in het executief functioneren van kinderen in de gevorderde leesvaardigheid.

De hypothesestelling. Er is geen eenduidigheid in de literatuur voor de relatie tussen de executieve functies en gevorderde leesvaardigheid (Borella et al., 2010; Cutting et al. 2009; Locassio et al.2009). Toch worden er wel hypothesen opgesteld: Er is sprake van een relatie tussen inhibitie en gevorderde leesvaardigheid en er is sprake van een relatie tussen werkgeheugen en gevorderde leesvaardigheid. Doorslaggevend in het opstellen van de hypothesen zijn de onderzoeken van Carretti en collega's (2009) en van Sesma en collega's (2009). Carretti en collega's (2009) hebben een meta-analyse uitgevoerd en Sesma en collega's (2009) hebben niet alleen naar de samenhang tussen gevorderde leesvaardigheid en werkgeheugen gekeken, maar ook naar de invloed van werkgeheugen op leesvaardigheid. Dit maakt dat de conclusies in deze onderzoeken sterker zijn dan in de andere onderzoeken.

Beginnende en gevorderde leesvaardigheid. Als kinderen met beginnende leesvaardigheid worden vergeleken met gevorderde leesvaardigheid blijkt dat er mogelijk een verschil is in het

executief functioneren. Uit een Amerikaans onderzoek, waarbij de gemiddelde leeftijd 11,8 was, bleek dat de executieve functie werkgeheugen wel van positieve significante invloed was op gevorderde leesvaardigheid, maar niet op beginnende leesvaardigheid. De verklaarde variantie van werkgeheugen op gevorderde leesvaardigheid betrof 4% (Sesma, et al., 2009). Het onderzoek van Locascio, Mahon, Eason en Cutting (2010) vond tegengestelde resultaten. In dit onderzoek werden kinderen met problemen in de beginnende en gevorderde leesvaardigheid met elkaar en met een controlegroep (kinderen zonder leesproblemen) vergeleken. De gemiddelde leeftijden waren respectievelijk 11,85 jaar, 11,59 jaar en 11,82 jaar. De gemiddelde leeftijden van de groepen verschilden niet significant van elkaar. Uit de factoranalyse bleek dat inhibitie en werkgeheugen gescheiden executieve functies zijn. Kinderen met problemen in de beginnende leesvaardigheid scoorden, nadat er was gecontroleerd voor *Attention Deficit Hyperactivity Disorder* (ADHD) en Sociaal Economische Status (SES) significant lager dan de controlegroep op de taken die het verbale werkgeheugen en enkelvoudige inhibitietaken meten. De kinderen met problemen in de gevorderde leesvaardigheid scoorden, nadat er was gecontroleerd voor ADHD en SES, niet significant lager dan kinderen met beginnende leesvaardigheid en de controlegroep op deze taken. Cutting en collega's (2009) deden gelijksoortig onderzoek. Ook zij vonden geen significante verschillen tussen kinderen met problemen in de beginnende leesvaardigheid en gevorderde leesvaardigheid en kinderen zonder leesproblemen op de taak die het verbale werkgeheugen meet. In de bovenstaande meta-analyse van Booth en collega's (2009) is er ook gekeken of er mogelijk verschil is tussen de beginnende leesvaardigheid en gevorderde leesvaardigheid in relatie tot de executieve functies. Ook zij vonden geen verschil tussen beginnende leesvaardigheid en gevorderde leesvaardigheid in relatie tot executieve functies.

De hypothesestelling. Er wordt in dit onderzoek gekeken of er mogelijk sprake is van een verschil van de invloed van het executief functioneren op de beginnende en gevorderde leesvaardigheid. Dit wordt in het verdere onderzoek het verschuivingeffect genoemd. De hypothese hiervoor is: er is geen sprake van een verschuivingeffect. Van de drie onderzoeken die zowel gekeken hebben naar beginnende als gevorderde leesvaardigheid (Cutting et al., 2009; Locascio et al., 2010; Sesma et al., 2009), concludeert alleen het onderzoek van Sesma en collega's (2009) dat er sprake is van verschil in executief functioneren voor beginnende en gevorderde leesvaardigheid.

De Relatie tussen Executieve Functies en Rekenvaardigheid

Ontwikkeling van rekenvaardigheid. Het ontwikkelingsproces van rekenvaardigheid begint op het moment dat kinderen rond hun tweede levensjaar de eerste bewuste ervaringen

opdoen met getallen en hoeveelheden (Sophian, Wood, & Vong, 1995; Stock, Desoete, & Roeyers, 2009). Er is bij jonge kinderen al sprake van getalbegrip, oftewel voorbereidende rekenvaardigheid. Dit betekent dat zij over enige mate van telvaardigheid beschikken en beseffen dat getallen meerdere betekenissen en gebruikswijzen kunnen hebben (Butterworth, 2005; Van Luit & Van de Rijt, 2009). Voorbereidende rekenvaardigheid omvat een negental componenten die voor leerlingen in groep één tot en met drie van het basisonderwijs (4 – 7,5 jaar) van belang worden geacht, te weten: vergelijken, koppelen van hoeveelheden, één-één correspondentie, ordenen, telwoorden gebruiken, synchroon en verkort tellen, resultaatief tellen, toepassen van getalkennis en schatten (Van Luit & Van de Rijt, 2009). Een uitwerking van deze componenten is opgenomen in bijlage 1.

Optellen en aftrekken vormen de conceptuele basis van het gevorderde rekenen, welke start rond de leeftijd van 7,5 - 8 jaar (Butterworth, 2005). Gedurende de fase van het leren optellen, tellen kinderen beide getallen. Deze telprocedure wordt ondersteund door het gebruik van de vingers of de verbale telstrategie. De twee meest gebruikte telprocedures die zich gradueel ontwikkelen zijn 'alles tellen' en 'verder tellen'. Alles tellen omvat het tellen van beide cijfers, te starten vanaf één. Verder tellen omvat het uitgaan van het hoogste getal en het aantal eenheden erbij tellen in de waarde van het laagste getal. Verder gevorderd in het schoolcurriculum van het basisonderwijs rond het 9e jaar worden vermenigvuldigen en delen geïntroduceerd in termen van herhaald optellen en aftrekken (Butterworth, 2005; Geary, 2004). In vergelijking tot voorbereidende rekenvaardigheid omvat gevorderde rekenvaardigheid meer abstracte representaties van getallen, een toenemende rol voor rekenfeiten en de bewerking van grotere getallen (Mazzocco & Kover, 2007; Passolunghi, Mammarella, & Altoé, 2008).

Vorbereidende rekenvaardigheid. De relatie tussen executieve functies en voorbereidende rekenvaardigheid bij jonge kinderen is beperkt onderzocht. De beschikbare onderzoeken geven een wisselend beeld van de correlatie van inhibitie en werkgeheugen met voorbereidende rekenvaardigheid. Espy en collega's (2004) hebben onderzoek uitgevoerd naar de relatie tussen executief functioneren en voorbereidende rekenvaardigheid bij kinderen op 4-jarige leeftijd. Hieruit blijkt dat inhibitie (en in mindere mate werkgeheugen) bijdraagt aan bekwaamheid in voorbereidende rekenvaardigheid. De onderlinge correlatie tussen inhibitie en werkgeheugen moet hierbij in ogenschouw worden genomen. Na controle voor inhibitie vertoont werkgeheugen geen significante relatie met voorbereidende rekenvaardigheid. Inhibitie toont echter een sterke correlatie van .44 met voorbereidende rekenvaardigheid, zelfs na controle voor werkgeheugen, leeftijd, verbale intelligentie en ouderlijk opleidingsniveau. Bull, Espy en Wiebe (2008) hebben eveneens de voorspellende waarde van executief functioneren bij kinderen van 4,5 jaar onderzocht

op latere rekenprestaties. Uit dit onderzoek komt naar voren dat een bovengemiddelde inhibitie kinderen voorziet van een voorsprong in rekenen welke de eerste drie schooljaren zichtbaar blijft. Onderzoek van Clark en collega's (2010) bevestigt dat inhibitie gedurende de voorschoolse periode bijdraagt aan substantiële variaties in de vroege rekenprestaties op 6-jarige leeftijd.

Andere onderzoekers wijzen daarnaast op de relatie van werkgeheugen met voorbereidende rekenvaardigheid. Zo hebben Passolunghi, Vercelloni en Schadee (2007) onderzoek gedaan naar voorspellers van voorbereidende rekenvaardigheid bij 6-jarigen. Uit dit onderzoek is gebleken dat werkgeheugen een matige correlatie (.38) vormt met diverse onderdelen van voorbereidende rekenvaardigheid, te weten seriëren, classificeren, ruimtelijk inzicht en getalbegrip. Tot slot hebben Bull en Scerif (2001) de relatie tussen executieve functies en voorbereidende rekenvaardigheid onderzocht bij 7-jarigen. Zowel werkgeheugen (.44) als inhibitie (.43 - .46) vormen in dit onderzoek een sterke significante correlatie met voorbereidende rekenvaardigheid.

Gevorderde rekenvaardigheid. In verhouding tot voorbereidende rekenvaardigheid bestaat al langere tijd aandacht voor de relatie tussen executief functioneren en gevorderde rekenvaardigheid. Uit het onderzoek van St. Clair-Thompson en Gathercole (2006) naar de relatie tussen executieve functies en schoolprestaties bij 11-jarigen blijkt dat zowel inhibitie als werkgeheugen een matige tot sterke correlatie vertonen met gevorderde rekenvaardigheid. Veel onderzoeken wijzen echter in het bijzonder op de relatie van het werkgeheugen met gevorderde rekenvaardigheid. Zo hebben Holmes en Adams (2006) onderzoek gedaan naar de relatie tussen executieve functies en gevorderde rekenvaardigheid bij kinderen van 8 en 9 jaar. Zij vinden dat werkgeheugen een belangrijke voorspeller is van gevorderde rekenvaardigheid, met een sterke correlatie van .61. Gathercole & Pickering (2000) beschrijven gelijksoortige resultaten in hun onderzoek. Zij verklaren dat werkgeheugen een sterke significante relatie vertoont (.55) met gevorderde rekenvaardigheid op 8-jarige leeftijd. Het onderzoek van Van der Sluis, De Jong en Van der Leij (2006) naar de relatie tussen executieve functies bij 9 tot 12 jarigen en gevorderde rekenvaardigheid wijst eveneens op het werkgeheugen. Werkgeheugen vertoont in dit onderzoek van Van der Sluis en collega's (2006) slechts een kleine relatie met gevorderde rekenvaardigheid. Mogelijk kan dit verklaard worden doordat gevorderde rekenvaardigheid in dit onderzoek is geoperationaliseerd door middel van opgaven met betrekking tot geautomatiseerde rekenkundige feiten. Deze auteurs doen de suggestie dat werkgeheugen wellicht een grotere rol speelt bij complexere rekenkundige bewerkingen.

De hypothesestelling. Afsluitend blijkt uit een longitudinale studie van Mazzocco en Kover (2007) dat executieve functies (inhibitie en werkgeheugen) op 6- en 7-jarige leeftijd significant

correleren met zowel voorbereidende als gevorderde rekenvaardigheid. De resultaten stellen dat sterke executieve functies in de vroege schooljaren de voorbereidende rekenvaardigheid versterken en leiden tot een voordeel wanneer gevorderde rekenvaardigheid in het curriculum wordt opgenomen. Op basis van de hierboven beschreven onderzoeken worden de hypothesen gesteld dat zowel inhibitie als werkgeheugen een positieve relatie vertonen met voorbereidende en gevorderde rekenvaardigheid.

Vorbereidende en gevorderde rekenvaardigheid. De omvang van de positieve relatie tussen executief functioneren en rekenvaardigheid verschilt mogelijk voor de fase van voorbereidende dan wel gevorderde rekenvaardigheid (Espy et al., 2004; Mazzocco & Kover, 2007). Voor dit verschil worden in de wetenschappelijke literatuur twee verklaringen geformuleerd. In de eerste plaats veronderstellen Mazzocco en Kover (2007) dat de (mate van) samenhang tussen executieve functies en rekenvaardigheid afhankelijk is van het type mathematische problemen. Gevorderde (complexere) rekenproblemen vereisen het monitoren, beschikbaar houden en bijwerken van informatie voor verdergaande bewerking. Dit is een taak van het werkgeheugen. Daarentegen omvat voorbereidende rekenvaardigheid onderdelen als tellen en ordenen, welke in mindere mate steunen op het werkgeheugen. Voor het oplossen van voorbereidende rekenproblemen zou echter een hogere mate van inhibitie worden gevraagd (Bull et al., 2008; Espy et al., 2004; Passolunghi et al., 2008). Ten tweede plaatsen Bull en Scerif (2001) de suggestie dat op verschillende vaardigheidsniveaus binnen rekenvaardigheid executieve functies een meer of minder belangrijke rol spelen. Wanneer kinderen eenmaal bepaalde rekenkundige strategieën en feiten geautomatiseerd hebben, kunnen deze direct vanuit het lange termijngeheugen benaderd worden. In deze situatie is er geen noodzaak om tijdelijk nieuwe schema's op te stellen, zodat in het bijzonder het werkgeheugen een minder grote rol gaat spelen wanneer een vaardigheid geautomatiseerd is. Vooral bij gevorderde rekenvaardigheid, waarbij sprake is van onder andere sommen in tekstuele vorm en bewerkingen met grotere getallen, zal het werkgeheugen een grote rol spelen door afnemende mogelijkheden van automatisering (Passolunghi et al., 2008).

De hypothesestelling. Op basis van de hierboven genoemde literatuur wordt de hypothese gesteld dat er sprake is van een verschuivingeffect van de invloed van inhibitie en werkgeheugen op voorbereidende en gevorderde rekenvaardigheid. De hypothese is dat de relatie tussen werkgeheugen en rekenvaardigheid toeneemt naarmate de kinderen in de fase van gevorderde rekenvaardigheid komen. Tevens wordt de hypothese gesteld dat inhibitie een sterkere relatie vertoont met voorbereidende rekenvaardigheid dan met gevorderde rekenvaardigheid.

De Mediërende Rol van Intelligentie

Intelligentie wordt gedefinieerd als een generieke mentale capaciteit, welke onder andere het vermogen tot redeneren, plannen, probleem oplossen en het verkrijgen van nieuwe kennis omvat (O'Reilly & Carr, 2007).

Uit het onderzoek van Hammill (2004) blijkt dat intelligentie een relatie vertoont met woordherkenning en begrijpend lezen. In het onderzoek zijn de resultaten van drie meta-analyses, Hammill en McNutt (1981), Scarborough (1998) en Swanson, Trainin, Necochea en Hammill (2003) (zoals beschreven in Hammill, 2004), samengevoegd en is er een totale matige relatie tussen intelligentie en lezen berekend van .35. Uit onderzoek van Spinath, Spinath, Harlaar en Plomin (2006), blijkt dat intelligentie een krachtige voorspeller (.49) is voor schools presteren bij 9-jarigen. Tevens toont onderzoek van Stock en collega's (2009) aan dat intelligentie een significante bijdrage levert aan de kennis van het getalsysteem van kinderen van 5,8 jaar en ouder.

Naast de relatie tussen intelligentie en lees- en rekenvaardigheid convergeren neuro-psychologische en niet-klinische studies tot de conclusie dat intelligentie significant gerelateerd is aan executief functioneren bij kinderen (6 tot 15 jaar) en jongvolwassenen (Arffa, 2007; Friedman, Miyake, Corley, Young, De Fries, & Hewitte, 2006). Deze relatie is per executieve functie verschillend. Werkgeheugen vertoont na controle voor andere executieve functies, een sterke significante relatie met intelligentie (.71). Hier tegenover staat dat inhibitie, na controle voor werkgeheugen, een niet significante relatie vertoont met intelligentie (Friedman et al., 2006).

De hypothesestelling. Op het speciaal basisonderwijs zitten niet alleen kinderen met opvoedingsmoeilijkheden, maar ook moeilijk lerende kinderen (de Rijksoverheid, 2011). Gezien bovenstaande relaties tussen intelligentie, lees- en rekenvaardigheid en de executieve functies, wordt er verwacht dat intelligentie een mediërend effect zal hebben op de relaties tussen de executieve functies (inhibitie en werkgeheugen) en lees- en rekenvaardigheid.

De Onderzoeksvragen

In dit onderzoek naar de relatie tussen executieve functies en lees- en rekenvaardigheid bij kinderen in het speciaal basisonderwijs worden de volgende deelvragen onderzocht:

- *Is er relatie tussen inhibitie en voorbereidende/beginnende en gevorderde lees- en rekenvaardigheid? En: Is er relatie tussen werkgeheugen en voorbereidende/beginnende en gevorderde lees- en rekenvaardigheid?*
- *Is er een verschuivingeffect waar te nemen van de invloed van executieve functies in de relatie tussen executief functioneren en voorbereidende/beginnende en gevorderde lees- en*

rekenvaardigheid?

- *Heeft inhibitie een mediërend effect op de relatie tussen werkgeheugen en voorbereidende/beginnende en gevorderde lees- en rekenvaardigheid? En: Heeft werkgeheugen een mediërend effect op de relatie tussen inhibitie en voorbereidende/beginnende en gevorderde lees- en rekenvaardigheid?*
- *Heeft intelligentie een mediërend effect op de relatie tussen executief functioneren en de voorbereidende/beginnende en gevorderde lees- en rekenvaardigheid?*

Methode

Participanten

Voor dit toetsend onderzoek zijn scholen voor speciaal basisonderwijs benaderd in de provincies Flevoland (Almere), Gelderland (Aalten), Overijssel (Almelo, Raalte), Utrecht (Amersfoort, Zeist) en Zuid-Holland (Rotterdam). Binnen de deelnemende scholen zijn door middel van een selecte steekproef leerlingen van 5 tot en met 9 jaar uitgenodigd voor deelname aan het onderzoek. Dit heeft geresulteerd in een onderzoekspopulatie van 144 leerlingen, bestaande uit 104 jongens en 41 meisjes met een gemiddelde leeftijd van 99.78 maanden (8.3 jaar) en een standaarddeviatie van 14.09 maanden (1.2 jaar). De leeftijd varieert van 61 maanden (5.1 jaar) tot 119 maanden (9.9 jaar).

Instrumenten

Executief functioneren. Inhibitie wordt geoperationaliseerd met de *Flankerfish* en de *Heartsflowers* (computer)taken, beiden een bewerking van de *Arrows* en *Dots* taken van Davidson, Amso, Anderson en Diamond (2006). Bij de *Flankerfish*-taak moeten de leerlingen een 'hongerige vis' voedsel geven door te drukken op de knop aan de kant van de kop van de vis. De taak bestaat uit drie delen. Bij de blauwe vissen moet gelet worden op de middelste vis en bij de roze vissen moet gelet worden op de buitenste vis. De gemixte taak bevat blauwe en roze vissen. Het doel is om de vissen te negeren, welke congruent (in dezelfde richting kijkend) of incongruent (in de tegenovergestelde richting kijkend) kunnen zijn. De totaalscore bestaat uit het aantal correcte responsen op de gemixte taak, met een maximum van 45. Bij de *Heartsflowers*-taak moet de leerling bij het zien van een rood hart op de knop drukken aan de kant van het hart (congruente taak). Wanneer de leerling een rode bloem ziet, moet het de knop aan de tegenovergestelde zijde indrukken (incongruente taak). De taak bestaat uit drie delen; harten, bloemen en een combinatie van beide (gemixte taak). De mate van inhibitie wordt bepaald door het aantal correcte responsen

binnen de gemixte taak, met een range van 0 tot 33 (Meier & Tack, 2010).

Het werkgeheugen wordt geoperationaliseerd met de *Odd One Out* en *Keep Track* taken. De *Odd One Out*-taak is een bewerking van de taak van Alloway (2007). Bij deze taak krijgt de leerling drie hokjes met vormen te zien, waarvan één vorm afwijkend is. Vervolgens verschijnen drie lege hokjes en moet de leerling aanwijzen op welke plaats de afwijkende vorm stond. Bij drie correcte antwoorden wordt de taak uitgebreid met een tweede rij tot een maximum van zeven rijen. Bij twee foute antwoorden in een reeks, wordt de taak afgebroken. Het aantal goede antwoorden vormt de totaalscore, met een maximum van 21 (Meier & Tack, 2010). De *Keep Track* (KT)-taak is afkomstig uit onderzoek van Miyake en collega's (2000). De leerling krijgt plaatjes uit verschillende categorieën aangeboden, te weten: fruit, dieren, vormen, speelgoed en lucht. Vervolgens verschijnt een serie van tien plaatjes, deze bestaat uit minimaal één en maximaal drie plaatjes uit elke categorie. De leerling moet deze plaatjes benoemen. Onderaan het scherm wordt in de vorm van een witte figuur een aanwijzing gegeven op welke categorie plaatjes gelet moet worden. Aan het einde van de serie verschijnt een vraagteken, waarbij de leerling het laatste plaatje van de desbetreffende categorie moet noemen. Er is sprake van een oplopende moeilijkheidsgraad waarbij één tot en met vier plaatjes onthouden moeten worden. Van elke moeilijkheidsgraad worden twee series aangeboden. De maximumscore van het aantal goede antwoorden is 20 (Meier & Tack, 2010).

Leesvaardigheid. Leesvaardigheid wordt in dit onderzoek onderscheiden in de vaardigheden beginnende en gevorderde leesvaardigheid. Om het niveau van leesvaardigheid in kaart te brengen, wordt er gebruik gemaakt van het CITO Volgstelsel primair onderwijs. Hierin worden de resultaten en leervorderingen van iedere leerling in kaart gebracht (Meeus, van Petegem, & van Looy, 2005). Het Cito Volgstelsel primair onderwijs is één van de meest gebruikte systemen in Nederland. Het niveau van beginnende leesvaardigheid wordt in dit onderzoek gemeten met het Analyse van Individualiseringsvormen (AVI) toets. De AVI toets bepaalt het AVI niveau door te kijken naar de snelheid en nauwkeurigheid waarmee kinderen afzonderlijke woorden respectievelijk teksten kunnen verklanken (Krom, Jongen, Verhelst, Kamphuis & Kleintjes, 2010). Het niveau van gevorderde leesvaardigheid wordt in kaart gebracht met de Cito-toets Begrijpend Lezen. Deze toets bestaat uit een aantal teksten met meerkeuzevragen over de tekst. Alle genoemde Cito-toetsen zijn door de COTAN (Evers, Braak, Frima, Vliet-Mulder, 2002) beoordeeld als betrouwbare (goede score) en begripsvalide (goede score) toetsen. In dit onderzoek wordt er gebruik gemaakt van het niveau van de AVI-toets en de Cito-toets Begrijpend Lezen. Het niveau geeft aan waar een leerling zich qua leerniveau in een regulier basisschooltraject bevindt. De niveaus voor beide toetsen beginnen bij begin groep drie (ook wel startniveau) en lopen halfjaarlijks

op (midden groep drie, eind groep drie, midden groep vier, etc). Het niveau van de AVI-toets loopt tot het niveau eind groep zes, daarna zijn kinderen AVI-vrij. De Cito-toets Begrijpend Lezen loopt tot het niveau eind groep acht. Er wordt bij leesvaardigheid, anders dan bij rekenvaardigheid, alleen gebruik gemaakt van het niveau en niet van de score op het niveau. Er is hier bewust voor gekozen, omdat AVI alleen een niveau aanduiding kent. Hierdoor kunnen de niveau scores niet met elkaar vergeleken worden.

Rekenvaardigheid. Voor de operationalisering van het niveau van rekenvaardigheid wordt eveneens gebruik gemaakt van de Cito-toetsen voor het basisonderwijs. Voor de fase van voorbereidende rekenvaardigheid betreft dit de Cito-toets Ordenen en de toets Rekenen-Wiskunde groep 3. In deze toetsen is aandacht voor classificeren, seriëren, vergelijken, tellen, getalbegrip en meetkunde. Het niveau van gevorderde rekenvaardigheid wordt geoperationaliseerd met de Cito-toets Rekenen-Wiskunde voor groep 4 tot en met 6. Deze toetsen bestaan uit opgaven over getalrelaties, hoofdrekenen, meten, tijd en geld. Van iedere toets zijn de gestandaardiseerde scores (A t/m E) opgevraagd uit het leerlingvolgsysteem van de toetsen afgenomen in januari 2011. Een score van A staat voor de 25% hoogst scorende leerlingen, B voor de daarop volgende 25%, C de volgende 25% en D en E staan voor respectievelijk 15% en 10% van de laagst scorende leerlingen. Alle genoemde Cito-toetsen zijn door de COTAN (Evers, Braak, Frima, Vliet-Mulder, 2002) beoordeeld als betrouwbaar (goede score) en begripsvalide (voldoende/goede score).

Intelligentie. Intelligentie wordt geoperationaliseerd met de Raven Standard Progressive Matrices Test (Raven SPM), bestemd voor het bepalen van het globaal cognitief niveau van kinderen vanaf 6 jaar. Er doen echter ook kinderen van 5 jaar mee in dit onderzoek. Aangezien er geen normgegevens voor deze leeftijdsgroep beschikbaar zijn, worden voor hen de normgegevens van 6 jarigen toegepast. De test bestaat uit een vijftal series van 12 opgaven. Bij iedere opgave moet een ontbrekend deel van een patroon uit zes alternatieven worden gekozen. Bij de moeilijkere opgaven worden figuren volgens één of meer principes gevarieerd. Deze intelligentietest kan zowel individueel als klassikaal worden afgenomen (Geelhoed, Struiksma & Moesker, 2009). Uit het aantal goede antwoorden wordt een intelligentiescore berekend, uitgedrukt in een percentielscore. De Raven SPM is door de COTAN (1986) beoordeeld als een betrouwbare en begripsvalide toets (voldoende score). De test heeft een gemiddelde interne betrouwbaarheid van .90 (“RAVEN, Standard Progressive Matrices”, 2011).

Procedure

In totaal zijn 144 kinderen van acht scholen voor speciaal basisonderwijs door zes

verschillende onderzoekers getest. Nadat de scholen toestemming hebben gegeven voor het onderzoek, hebben leerlingen in de leeftijdscategorie 5 tot en met 9 jaar een toestemmingsbrief meegekregen voor de ouders. Iedere school bepaalde zelf hoeveel leerlingen er meededen. Eén van de directeuren heeft een begeleidende brief geschreven die bijgevoegd is bij het toestemmingsformulier, omdat hij dacht dat de toestemmingsbrief te ingewikkeld was voor de ouders. Een andere school heeft ook van deze brief gebruik gemaakt. Als de ouders toestemming hadden gegeven voor het onderzoek moesten zijn een korte vragenlijst over hun beroepsstatus en hoogst behaalde onderwijsniveau invullen. Deze vragenlijst werd in dit onderzoek niet gebruikt. Op een van de scholen kwamen er weinig brieven terug, waardoor de onderzoeker de ouders telefonisch benaderd heeft voor toestemming en het invullen van de vragenlijst.

De testafname vond plaats in maanden maart en april 2011. Op twee scholen werd de Raven SPM klassikaal afgenomen. Op de overige scholen werd deze tijdens de individuele testafname afgenomen. De klassikale testafname van de Raven SPM bedroeg 45 minuten en de individuele testafname van de Raven SPM duurde gemiddeld 15 minuten per leerling. Bij de individuele testafname werd er gebruik gemaakt van een afbreekregel van vijf fouten antwoorden per categorie. Deze afbreekregel is achteraf bij de klassikale testafname van de Raven SPM ook toegepast. In het individueel testmoment werden ook de vier computertaakjes afgenomen. Iedere onderzoeker had hierin zijn eigen testvolgorde. De computertaakjes duurde gemiddeld 25 minuten per leerling. Alle testafnames zijn zonder problemen verlopen. Tot slot leverde de leerkracht gegevens over het lees- en rekenniveau en vulde de leerkracht voor iedere leerling die mee deed in dit onderzoek een gedragsvragenlijst in. Deze gedragsvragenlijst is in dit onderzoek niet gebruikt. Op één school is deze gedragsvragenlijst niet gebruikt, omdat deze als te belastend voor de ouders werd ervaren.

Data-analyse

Voorafgaand aan de data-analyse werd een descriptieve statistiek opgesteld. Hiermee werd de invoer van de data in SPSS gecontroleerd op mogelijke fouten en/of uitbijters/outliners. Indien noodzakelijk werden deze fouten hersteld of gecodeerd als *missing*. Vervolgens werd met een Pearson productmomentcorrelatie de samenhang berekend tussen de inhibitietaken *Flankerfish* en *Heartsflower* en de werkgeheugentaken *Keep Track* en *Odd one out*. Aangezien gebleken is dat er een positieve significante relatie tussen deze taken bestaat, mochten ze worden samengevoegd tot één variabele respectievelijk inhibitie en werkgeheugen. Deze inhibitie- en werkgeheugenvariabele werd samengesteld door het gemiddelde van de genoemde taken te nemen.

Voorafgaand aan het uitvoeren van de analyses was het alleen noodzakelijk om de scores

voor de meting van het niveau van rekenvaardigheid om te polen en her te berekenen. Hierbij werden de vijf categorieën A t/m E omgezet in een vierpuntscore van elk 25%, omdat de niveauaanduiding van Cito geen gelijkwaardig interval betreft (A 25%, B 25%, C 25%, D 15% en E 10%). Om tot gelijke intervallen te komen werden de niveauaanduidingen D en E samengevoegd.

Pearson productmomentcorrelaties zijn uitgevoerd om de samenhang en sterkte van de samenhang van de executieve functies, intelligentie en lees- en rekenvaardigheid te bepalen. Vervolgens werden er enkelvoudige en multiële regressie analyses uitgevoerd om de invloed van de executieve functies en intelligentie op lees- rekenvaardigheid te bepalen. Voor de verschuivingeffecten werd er gebruik gemaakt van de verklaarde varianties verkregen uit de enkelvoudige en multiële lineaire regressie analyses.

Om te bepalen of de executieve functies en intelligentie een mediërende rol speelden in de relatie tussen de executieve functies en lees- en rekenvaardigheid is aan de hand van de enkelvoudige en multiële regressie analyses de mediatie analyse uitgevoerd volgens Baron en Kenny (1986). Voordat het mediatie-effect kan worden berekend moet er eerst worden voldaan aan een drietal voorwaarden:

- De onafhankelijke variabele moet van significante invloed zijn op de mediator variabele.
- De onafhankelijke variabele moet van significante invloed zijn op de afhankelijke variabele.
- De mediërende variabele moet van significante invloed zijn op de afhankelijke variabele, ook na het controleren voor de onafhankelijke variabele (aangezien de onafhankelijke variabele een mediërend effect kan hebben op deze relatie).

Als er wordt voldaan aan bovengenoemde voorwaarden wordt er een multiële regressie analyse uitgevoerd, waarbij de relatie tussen de onafhankelijke variabele en de afhankelijke variabele wordt gecontroleerd voor de mediërende variabele. Als er geen significante invloed meer is van de onafhankelijke variabele op de afhankelijke variabele, als de mediator variabele constant wordt gehouden, is er sprake van volledige mediatie. Is er nog wel sprake van een significante invloed van de onafhankelijke variabele op de afhankelijke variabele, dan moet de partiële regressiecoëfficiënt van de onafhankelijke variabele lager zijn in de relatie van de onafhankelijke variabele en de afhankelijke variabele waarbij er wordt gecontroleerd voor de mediator variabele, dan in de relatie van de onafhankelijke variabele en de afhankelijke variabele. Alleen als de partiële regressiecoëfficiënt lager is, is er sprake van gedeeltelijke mediatie (Baron & Kenny, 1986). Aan de voorwaarden om de toetsen te mogen uitvoeren is voldaan. Er werd een alpha van 0.05 gehanteerd, als maat voor de significantie bij toetsing.

Resultaten

Datascreening

Uit de Pearson productmomentcorrelatie blijkt dat er een sterke positieve significante correlatie is tussen de *Flankerfish*-taak en de *Heartsflower*, voor zowel de onderzoeksgroep van leesvaardigheid $r = .43$ ($p < .01$) als de onderzoeksgroep rekenvaardigheid $r = .43$ ($p < .01$). Eveneens blijkt dat tussen de *Keep Track* en de *Odd One Out*-taak een matige positieve significante correlatie aanwezig is voor zowel de onderzoeksgroep leesvaardigheid $r = .22$ ($p < .05$) als de onderzoeksgroep rekenvaardigheid $r = .20$ ($p < .05$). Dit betekent dat de taken mogen worden samengevoegd tot één variabele voor inhibitie of werkgeheugen. Vervolgens zijn de data van beide onderzoeksgroepen gecontroleerd op mogelijke fouten en/of uitbijters/outliners. Indien noodzakelijk werden deze fouten hersteld of gecodeerd als *missing*. Het percentage aan *missings* voor de onderzoeksgroep leesvaardigheid varieert van 0% voor leeftijd, beginnende en gevorderde leesvaardigheid tot 5 % voor inhibitie. Het percentage aan *missings* voor de onderzoeksgroep rekenvaardigheid varieert eveneens van 0% voor alle executieve functietaken en rekenvaardigheid tot 6% voor intelligentie. In tabel 1 staan de gemiddelden en standaarddeviaties voor de gebruikte variabelen in dit onderzoek weergegeven.

Tabel 1

Gemiddelden, Modus en Standaarddeviaties

| | Leesvaardigheid (N = 119) | | Rekenvaardigheid (N = 81) | |
|---|---------------------------|-------|---------------------------|-------|
| | M | SD | M | SD |
| Leeftijd in maanden | 102.71 | 12.25 | 100.01 | 15.29 |
| Inhibitie | 21.99 | 5.37 | 22.14 | 4.83 |
| Werkgeheugen | 8.65 | 2.70 | 8.18 | 2.93 |
| IQ in percentielen | 30.48 | 27.58 | 35.79 | 30.38 |
| Beginnende/voorbereidende vaardigheid (modus) | Startniveau | -- | C-niveau | -- |
| Gevorderde vaardigheid (modus) | Startniveau | -- | D-niveau | -- |

Voorafgaand aan de analyses voor lees- en rekenvaardigheid zijn met Pearson productmomentcorrelaties de samenhangen berekend tussen de variabelen (tabel 2).

Tabel 2

Correlatiematrix

| | Leesvaardigheid (N = 119) | | | Rekenvaardigheid (N = 81) | | |
|---|---------------------------|--------------|---------------|---------------------------|--------------|---------------|
| | Inhibitie | Werkgeheugen | Intelligentie | Inhibitie | Werkgeheugen | Intelligentie |
| Inhibitie | - | - | - | - | - | - |
| Werkgeheugen | .43** | - | - | .50** | - | - |
| Intelligentie | .28** | .17 | - | .21* | .16 | - |
| Beginnende/ voorbereidende vaardigheid | .39** | .38** | .14 | -.21 | .10 | .55** |

| | | | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| Gevorderde vaardigheid | .30** | .38** | .22** | -.03 | .25* | .36** |
|------------------------|-------|-------|-------|------|------|-------|

Significant bij éénzijdige (rekensvaardigheid) of tweezijdige toetsing (leesvaardigheid) * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Analyse Leesvaardigheid

Voor leesvaardigheid is tweezijdige toetsing uitgevoerd, aangezien de meeste hypothesen niet richtinggevend zijn.

De relatie tussen executieve functies en leesvaardigheid. In tabel 2 is te zien dat er een samenhang is tussen de executieve functies en beginnende en gevorderde leesvaardigheid. In tabel 3 wordt er gekeken of er naast samenhang ook sprake is van een causaal verband van de executieve functies op de leesvaardigheid. Het blijkt dat zowel inhibitie als werkgeheugen van positieve significante invloed zijn op beginnende leesvaardigheid. 16% van de variantie van beginnende leesvaardigheid wordt verklaard door inhibitie en 15% van de variantie van beginnende leesvaardigheid wordt verklaard door werkgeheugen. Ook na het controleren voor de andere executieve functie blijven inhibitie en werkgeheugen van positieve significante invloed op beginnende leesvaardigheid.

Inhibitie en werkgeheugen zijn ook van positieve significante invloed op gevorderde leesvaardigheid, zie tabel 3. 9% van de variantie van gevorderde leesvaardigheid wordt verklaard door inhibitie en 14% van de variantie van de gevorderde leesvaardigheid wordt verklaard door werkgeheugen. Na het controleren voor de andere executieve functie is inhibitie niet langer van positieve significante invloed op gevorderde leesvaardigheid. Werkgeheugen is na het controleren voor inhibitie wel nog van positieve significante invloed op gevorderde leesvaardigheid.

Het verschuivingeffect. Het verschuivingeffect wordt gemeten door in eerste instantie te kijken naar de gezamenlijke positieve invloed van inhibitie en werkgeheugen op beginnende en gevorderde leesvaardigheid (zie de multiële lineaire regressie analyses in tabel 3), aangezien beide executieve functies van invloed zijn op beginnende en gevorderde leesvaardigheid. Beginnende leesvaardigheid wordt meer verklaard door de executieve functies dan gevorderde leesvaardigheid (respectievelijk 21% en 16%). Met name de variantie die verklaard wordt door inhibitie neemt sterk af, van 16 % naar 9 %. De variantie die verklaard wordt door werkgeheugen neemt in gevorderde leesvaardigheid nauwelijks af, van 15 % naar 14 %.

Het mediërend effect van inhibitie en werkgeheugen. In tabel 3 zijn de (multiële) regressie analyses beschreven waarmee de mediatie van executieve functies, volgens de stappen van Baron en Kenny (1986), kunnen worden bepaald. Zoals in tabel 3 is te zien wordt er aan alle voorwaarden voldaan om te bepalen of inhibitie een mediërende variabele is in de relatie tussen werkgeheugen en beginnende leesvaardigheid. De positieve invloed van werkgeheugen op de

beginnende leesvaardigheid is nog steeds significant na het controleren voor inhibitie. De partiële regressiecoëfficiënt is gedaald (B is respectievelijk .38 en .26). Er is sprake van een gedeeltelijke mediatie van inhibitie in deze relatie. Ook wordt er aan alle voorwaarden voldaan om te bepalen of werkgeheugen een mediërende variabele is in de relatie tussen inhibitie en beginnende leesvaardigheid. De positieve invloed van inhibitie op de beginnende leesvaardigheid is nog steeds significant na het controleren voor werkgeheugen. De partiële regressiecoëfficiënt is gedaald (B is respectievelijk .19 en .14). Er is sprake van een gedeeltelijke mediatie van werkgeheugen in deze relatie.

Zoals in tabel 3 is te zien wordt er aan alle voorwaarden voldaan om te bepalen of inhibitie een mediërende variabele is in de relatie tussen werkgeheugen en gevorderde leesvaardigheid. De positieve invloed van werkgeheugen op de beginnende leesvaardigheid is nog steeds significant na het controleren voor inhibitie. De partiële regressiecoëfficiënt is echter niet gedaald (B is respectievelijk .10 en .19). Er is geen sprake van een mediatie van inhibitie in deze relatie. Ook wordt er aan alle voorwaarden voldaan om te bepalen of werkgeheugen een mediërende variabele is in de relatie tussen inhibitie en gevorderde leesvaardigheid. De positieve invloed van inhibitie op de gevorderde leesvaardigheid is niet langer significant na het controleren voor werkgeheugen, waardoor er sprake is van volledige mediatie van werkgeheugen in deze relatie.

Tabel 3

Resultaten Mediatie analyse Executieve Functies

| | B | SD | β | t | R^2 |
|---|-----|------|---------|--------|-------|
| Mediatie van Inhibitie op Werkgeheugen en BL | | | | | |
| en van Werkgeheugen op Inhibitie en BL | | | | | |
| Werkgeheugen – inhibitie | .86 | .17 | .43 | 5.06** | .19 |
| Inhibitie – werkgeheugen | .22 | .04 | .43 | 5.06** | .19 |
| Werkgeheugen – BL | .38 | .08 | .38 | 4.44** | .15 |
| Inhibitie – BL | .19 | .04 | .39 | 4.52** | .16 |
| Inhibitie – BL, gecontroleerd voor werkgeheugen | .14 | .05 | .28 | 2.97** | .21 |
| Werkgeheugen – BL, gecontroleerd voor inhibitie | .26 | .09 | .27 | 2.87** | .21 |
| Mediatie van Inhibitie op Werkgeheugen en GL | | | | | |
| en van Werkgeheugen op Inhibitie en GL | | | | | |
| Werkgeheugen – GL | .25 | .06 | .38 | 4.38** | .14 |
| Inhibitie – GL | .10 | .03 | .30 | 3.25** | .09 |
| Inhibitie – GL, gecontroleerd voor werkgeheugen | .06 | .03 | .17 | 1.73 | .16 |

| | | | | | |
|---|-----|-----|-----|--------|-----|
| Werkgeheugen – GL, gecontroleerd voor inhibitie | .19 | .06 | .29 | 3.02** | .16 |
|---|-----|-----|-----|--------|-----|

BL = Beginnende leesvaardigheid, GL = Gevorderde leesvaardigheid.

Significant bij tweezijdige toetsing* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Het mediërend effect van intelligentie. In tabel 4 zijn de (multipel) regressie analyses beschreven waarmee de mediatie van intelligentie, volgens de stappen van Baron en Kenny (1986), kunnen worden bepaald. Zoals te zien in tabel 4, is intelligentie niet van significante invloed op beginnende leesvaardigheid. Er kan niet worden voldaan aan voorwaarde: De onafhankelijke variabele moet van significante invloed zijn op de afhankelijke variabele. Er is geen sprake van een mediatie van intelligentie in de relatie tussen inhibitie of werkgeheugen en beginnende leesvaardigheid.

Intelligentie is wel van positieve significante invloed op gevorderde leesvaardigheid. Er wordt echter niet aan alle voorwaarden voldaan om te bepalen of intelligentie een mediërende variabele is in de relatie tussen inhibitie en gevorderde leesvaardigheid. Een van de voorwaarden is dat de mediator variabele van significante invloed moet zijn op de afhankelijke variabele. Intelligentie heeft echter geen positieve significante invloed meer op gevorderde leesvaardigheid als er wordt gecontroleerd voor inhibitie Ook wordt er niet aan alle voorwaarden voldaan om te bepalen of intelligentie een mediërende variabele is in de relatie tussen werkgeheugen en gevorderde leesvaardigheid. Er is geen sprake van samenhang tussen werkgeheugen en intelligentie, waardoor er niet voldaan is aan de voorwaarde: De onafhankelijke variabele moet van significante invloed zijn op de mediator variabele. Er is geen sprake van een mediatie van intelligentie in de relatie tussen inhibitie of werkgeheugen en gevorderde leesvaardigheid.

Tabel 4

Resultaten Mediatie analyse Intelligentie

| | <i>B</i> | <i>SD</i> | β | <i>t</i> | <i>R</i> ² |
|---|----------|-----------|---------|----------|-----------------------|
| Mediatie van intelligentie op inhibitie en BL | | | | | |
| Inhibitie – Intelligentie | 1.51 | .51 | .28 | 2.96** | .08 |
| Inhibitie – BL | .19 | .04 | .39 | 4.52** | .16 |
| Intelligentie – BL | .01 | .01 | .14 | 1.49 | .02 |
| Intelligentie – BL, gecontroleerd voor Inhibitie | .01 | .01 | .07 | .77 | .14 |
| Inhibitie – BL, gecontroleerd voor Intelligentie | .18 | .05 | .34 | 3.65** | .14 |
| Mediatie van intelligentie op werkgeheugen en BL | | | | | |
| Werkgeheugen – Intelligentie | 1.80 | .98 | .18 | 1.84 | .03 |

| | | | | | |
|---|-----|-----|-----|--------|-----|
| Werkgeheugen – BL | .38 | .08 | .38 | 4.44** | .15 |
| Intelligentie – BL, gecontroleerd voor Werkgeheugen | .01 | .01 | .09 | .98 | .14 |
| Werkgeheugen – BL, gecontroleerd voor Intelligentie | .34 | .09 | .35 | 3.83** | .14 |
| Mediatie van intelligentie op inhibitie en GL | | | | | |
| Inhibitie – GL | .10 | .03 | .30 | 3.25** | .09 |
| Intelligentie – GL | .01 | .01 | .22 | 2.34* | .05 |
| Intelligentie – GL, gecontroleerd voor Inhibitie | .01 | .01 | .16 | 1.65 | .10 |
| Inhibitie – GL, gecontroleerd voor Intelligentie | .08 | .03 | .24 | 2.48* | .10 |
| Mediatie van intelligentie op werkgeheugen en GL | | | | | |
| Werkgeheugen – GL | .25 | .06 | .38 | 4.38** | .14 |
| Intelligentie – GL, gecontroleerd voor Werkgeheugen | .01 | .01 | .16 | 1.78 | .16 |
| Werkgeheugen – GL, gecontroleerd voor Intelligentie | .23 | .06 | .34 | 3.86** | .16 |

BL = Beginnende leesvaardigheid, GL = Gevorderde leesvaardigheid

Significant bij tweezijdige toetsing* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Analyse Rekenvaardigheid

Voor rekenvaardigheid is éézijdige toetsing uitgevoerd, aangezien positieve relaties worden verondersteld tussen alle variabelen.

De relatie tussen executieve functies en rekenvaardigheid. Uit de toetsing met de Pearson's productmomentcorrelatie in tabel 2 blijkt dat er geen significante samenhang bestaat tussen zowel inhibitie als werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheid. De samenhang tussen inhibitie en gevorderde rekenvaardigheid is eveneens niet significant. Voor het werkgeheugen geldt echter dat er een matige positieve significante samenhang van .25 bestaat met gevorderde rekenvaardigheid. Aanvullend is door middel van regressieanalyses in tabel 5 onderzocht of er naast samenhang ook sprake is van een (causale) relatie van inhibitie en werkgeheugen op rekenvaardigheid. Hieruit blijkt dat enkel het werkgeheugen een positieve significante relatie vertoont met gevorderde rekenvaardigheid, waarbij het werkgeheugen 6.4% variantie in gevorderde rekenvaardigheid verklaart.

Het verschuivingeffect. In overeenstemming met de gestelde hypothese is een verschuivingeffect waar te nemen in de relatie tussen de executieve functies en voorbereidende en gevorderde rekenvaardigheid. Waar er geen significante relatie bestaat tussen het werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheid, is deze relatie wel matig positief significant aanwezig met gevorderde rekenvaardigheid (tabel 5). Dit betekent dat het werkgeheugen een belangrijkere rol gaat spelen naarmate de leerlingen in de fase van de gevorderde rekenvaardigheid terecht komen.

Aangezien inhibitie geen significante relatie vertoont met zowel voorbereidende als gevorderde rekenvaardigheid, is hiervoor geen verschuivingeffect waar te nemen (tabel 5).

Het mediërend effect van inhibitie en werkgeheugen. In tabel 5 zijn de resultaten van de mediatie analyses volgens Baron en Kenny (1986) weergegeven voor de mediators inhibitie en werkgeheugen. Aangezien hierboven is beschreven dat inhibitie en werkgeheugen geen significante invloed hebben op voorbereidende rekenvaardigheid, wordt niet aan alle voorwaarden voor de mediatie analyse voldaan. Omdat er geen relatie bestaat tussen de onafhankelijke en afhankelijke variabele, is er voor voorbereidende rekenvaardigheid geen relatie waarop de executieve functies kunnen mediëren.

Voor gevorderde rekenvaardigheid bestaat wel een significante invloed van het werkgeheugen. De relatie tussen inhibitie en gevorderde rekenvaardigheid is echter niet significant. Dit betekent dat ook hier niet aan alle voorwaarden voor een mediatie effect wordt voldaan. Zowel inhibitie als werkgeheugen vertonen dus geen mediërend effect op de relatie van de andere executieve functie met gevorderde rekenvaardigheid.

Tabel 5

Resultaten Mediatie analyse Executieve Functies

| | <i>B</i> | <i>SD</i> | β | <i>t</i> | <i>R</i> ² |
|---|----------|-----------|---------|----------|-----------------------|
| Mediatie van Inhibitie op Werkgeheugen en VR | | | | | |
| en van Werkgeheugen op Inhibitie en VR | | | | | |
| Werkgeheugen – inhibitie | .82 | .16 | .50 | 5.13** | .25 |
| Inhibitie – werkgeheugen | .30 | .06 | .50 | 5.13** | .25 |
| Werkgeheugen – VR | .03 | .06 | .10 | .58 | .01 |
| Inhibitie – VR | -.05 | .04 | -.21 | -1.27 | .04 |
| Inhibitie – VR, gecontroleerd voor werkgeheugen | -.08 | .05 | -.29 | -1.65 | .08 |
| Werkgeheugen – VR, gecontroleerd voor inhibitie | .07 | .06 | .21 | 1.20 | .08 |
| Mediatie van Inhibitie op Werkgeheugen en GR | | | | | |
| en van Werkgeheugen op Inhibitie en GR | | | | | |
| Werkgeheugen – GR | .14 | .08 | .25 | 1.68* | .06 |
| Inhibitie – GR | -.01 | .03 | -.03 | -.16 | .01 |
| Inhibitie – GR, gecontroleerd voor werkgeheugen | -.03 | .04 | -.12 | -.73 | .08 |
| Werkgeheugen – GR, gecontroleerd voor inhibitie | .16 | .09 | .29 | 1.81* | .08 |

VR = Voorbereidende rekenvaardigheid, GR = Gevorderde rekenvaardigheid

Significant bij éézijdige toetsing* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Het mediërend effect van intelligentie. De resultaten van de mediatie analyses volgens Baron en Kenny (1986) voor de mediator intelligentie zijn beschreven in tabel 6. Uit de mediatie analyses komt naar voren dat intelligentie geen mediërend effect heeft op de relatie van inhibitie of werkgeheugen met voorbereidende rekenvaardigheid. De relatie tussen inhibitie en werkgeheugen met voorbereidende rekenvaardigheid is niet significant. Hiermee wordt niet aan de voorwaarde voldaan dat de afhankelijke variabele een significante invloed heeft op de onafhankelijke variabele. Aangezien hierdoor geen relatie bestaat om op te mediëren, mag er niet worden gesproken van een mediatie effect van intelligentie op voorbereidende rekenvaardigheid.

Verder blijkt dat inhibitie geen significante relatie vertoont met gevorderde rekenvaardigheid. Aangezien hier geen relatie bestaat waarop gemedieërd kan worden, kan geconcludeerd worden dat intelligentie geen mediator vormt op de relatie tussen inhibitie en gevorderde rekenvaardigheid. Werkgeheugen vertoont wel een positieve significante relatie met gevorderde rekenvaardigheid. Hier geldt echter dat het werkgeheugen geen significante relatie vertoont met intelligentie. Aangezien hiermee niet aan de voorwaarde wordt voldaan dat de onafhankelijke variabele een significante relatie vertoont met de mediator, mag ook voor deze relatie niet gesproken worden van een mediatie effect.

Tabel 6

Resultaten Mediatie analyse Intelligentie

| | <i>B</i> | <i>SD</i> | β | <i>t</i> | <i>R</i> ² |
|---|----------|-----------|---------|----------|-----------------------|
| Mediatie van intelligentie op inhibitie en VR | | | | | |
| Inhibitie – Intelligentie | 1.45 | .78 | .21 | 1.87* | .05 |
| Inhibitie – VR | -.05 | .04 | -.21 | -1.27 | .04 |
| Intelligentie – VR | .02 | .01 | .55 | 3.68** | .30 |
| Intelligentie – VR, gecontroleerd voor Inhibitie | .02 | .01 | .57 | 3.84** | .34 |
| Inhibitie – VR, gecontroleerd voor Intelligentie | -.06 | .05 | -.19 | -1.28 | .34 |
| Mediatie van intelligentie op werkgeheugen en VR | | | | | |
| Werkgeheugen – Intelligentie | 1.87 | 1.35 | .16 | 1.39 | .03 |
| Werkgeheugen – VR | .03 | .06 | .10 | .58 | .01 |
| Intelligentie – VR, gecontroleerd voor Werkgeheugen | .02 | .01 | .55 | 3.57** | .30 |
| Werkgeheugen – VR, gecontroleerd voor Intelligentie | .01 | .06 | .01 | .02 | .30 |
| Mediatie van intelligentie op inhibitie en GR | | | | | |
| Inhibitie – GR | -.01 | .03 | -.03 | -.16 | .01 |
| Intelligentie – GR | .01 | .01 | .36 | 2.47* | .13 |

| | | | | | |
|--|------|-----|------|-------|-----|
| Intelligentie – GR, gecontroleerd voor Inhibitie | .01 | .01 | .38 | 2.56* | .14 |
| Inhibitie – GR, gecontroleerd voor Intelligentie | -.02 | .03 | -.11 | -.73 | .14 |

Mediatie van intelligentie op werkgeheugen en GR

| | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-------|-----|
| Werkgeheugen – GR | .14 | .08 | .25 | 1.68* | .06 |
| Intelligentie – GR, gecontroleerd voor Werkgeheugen | .01 | .01 | .34 | 2.39* | .18 |
| Werkgeheugen – GR, gecontroleerd voor Intelligentie | .13 | .08 | .23 | 1.58 | .18 |

VR = Voorbereidende rekenvaardigheid, GR = Gevorderde rekenvaardigheid

Significant bij éézijdige toetsing* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Conclusie en Discussie

Dit onderzoek heeft als doel om de relaties tussen inhibitie en werkgeheugen en de voorbereidende/beginnende en gevorderde lees- en rekenvaardigheden van kinderen in het speciaal basisonderwijs te onderzoeken. Aangezien lees- en rekenvaardigheden een belangrijke rol spelen voor succesvolle deelname aan de maatschappij, is het belangrijk om bij deze leerproblemen doelmatig te interveniëren (de Sterck, 1997; Lembke & Foegen, 2009). Clark en collega's (2010) wijzen erop dat inhibitie en werkgeheugen van invloed zijn op het verwerven van lees- en rekenvaardigheid en een aanknopingspunt vormen voor interventie. Aanvullend wordt onderzoek gedaan naar mediërende effecten van intelligentie en van executieve functies onderling op de relatie met lees- en rekenvaardigheid. Om deze relatie te onderzoeken zijn bij kinderen in het speciaal basisonderwijs vier computertaakjes voor executief functioneren en een intelligentietest afgenomen. Tevens zijn de resultaten voor voorbereidende en gevorderde lees- en rekenvaardigheid opgevraagd. Vervolgens zijn de relaties tussen de executieve functies en lees- en rekenvaardigheid onderzocht door het uitvoeren van Pearson productmoment correlaties en enkelvoudige en multiple regressieanalyses. Aanvullend zijn met mediatie analyses volgens Baron en Kenny (1986) onderzocht of er sprake is van mediërende effecten van intelligentie en van executieve functies.

Leesvaardigheid

In de wetenschappelijke literatuur kwam naar voren dat kinderen met leesproblemen lager scoorden op taken die het executief functioneren meten dan kinderen zonder leesproblemen (Booth et al., 2010; Carretti et al., 2009). Deze resultaten impliceerden dat er mogelijk sprake was van een verband tussen leesvaardigheid en executief functioneren, maar dergelijk onderzoek is schaars en in Nederland nog niet eerder uitgevoerd bij kinderen in het speciaal onderwijs. Dit onderzoek heeft hier verandering in gebracht.

Het blijkt namelijk dat inhibitie en werkgeheugen van positieve significante invloed zijn op

beginnende leesvaardigheid. Dit betekent dat problemen in inhibitie en werkgeheugen kunnen leiden tot problemen in de beginnende leesvaardigheid bij kinderen in het speciaal basisonderwijs. Ook nadat er wordt gecontroleerd voor de andere executieve functie, bleven beide relaties significant. Inhibitie en werkgeheugen hebben hierdoor ieder een gescheiden invloed op beginnende leesvaardigheid, maar zij hebben ook deels een gezamenlijke invloed op beginnende leesvaardigheid aangezien de regressiecoëfficiënt af neemt. Zoals verwacht zijn inhibitie en werkgeheugen ook van positieve significante invloed op gevorderde leesvaardigheid. Dit betekent dat problemen in inhibitie en werkgeheugen kunnen leiden tot problemen in de gevorderde leesvaardigheid bij kinderen in het speciaal basisonderwijs. Nadat er werd gecontroleerd voor de andere executieve functie is inhibitie niet meer van significante invloed op gevorderde leesvaardigheid. Dit betekent dat er geen gescheiden invloed van inhibitie is, aangezien de invloed van inhibitie volledig kan worden verklaard door het werkgeheugen. Werkgeheugen is na het controleren voor inhibitie nog wel van positief significante invloed op gevorderde leesvaardigheid. Onverwacht is het gegeven dat er sprake is van een verschuivingeffect, waarbij de invloed van de executieve functies en met name de invloed van inhibitie, afneemt in de gevorderde leesvaardigheid.

Inhibitie en werkgeheugen zijn, zoals voorspeld, mediators in de relatie tussen de executieve functies en beginnende leesvaardigheid. Dit betekent dat zowel inhibitie als werkgeheugen gedeeltelijk de invloed van de andere executieve functie op beginnende en leesvaardigheid kan verklaren. De mediatie komt voort uit het gegeven dat het executief functioneren wordt beschouwd als een algemeen executief functiemechanisme, maar waarnaast er ook sprake is van deels onderscheiden executieve functies met eigen ontwikkelingstrajecten (Miyake et al., 2000). Onverwacht zijn de resultaten dat inhibitie geen mediator is in de relatie tussen werkgeheugen en gevorderde leesvaardigheid en dat werkgeheugen de relatie tussen inhibitie en gevorderde leesvaardigheid volledig kan verklaren (volledige mediatie).

Intelligentie is geen mediërende variabele in de relaties tussen de executieve functies en beginnende leesvaardigheid, omdat intelligentie niet van invloed blijkt te zijn op beginnende leesvaardigheid. Ook is intelligentie geen mediërende variabele in de relaties tussen de executieve functies en gevorderde leesvaardigheid, omdat werkgeheugen niet van positief significante invloed is op intelligentie en inhibitie de invloed van intelligentie op gevorderde leesvaardigheid volledig kan verklaren. Deze resultaten zijn zeer onverwacht. De hypothese dat intelligentie van invloed is op leesvaardigheid is gebaseerd op de meta-analyse van Hammill (2004). Hij stelde dat er sprake is van een matige correlatie ($r .30$) tussen intelligentie en leesvaardigheid. Dat er sprake is van een

samenhang wil echter nog niet zeggen dat er sprake is van invloed op. Daarnaast is er in de meta-analyse geen studie meegenomen die gebruik heeft gemaakt van de Raven. Dit kan verklaren waarom intelligentie niet van invloed is op beginnende leesvaardigheid en waarom werkgeheugen niet samenhangt met intelligentie. De Raven meet alleen performale intelligentie, terwijl verbale intelligentie juist meer samenhangt met schoolse vaardigheden (Ponsioen, 2005). Ook hangt verbale intelligentie meer samen met werkgeheugen aangezien er binnen de verbale intelligentie subtesten worden gebruikt die het werkgeheugen meten, bijvoorbeeld de subtesten rekenen, cijferreeksen en cijfers en letters nazeggen van de *Wechsler Adult Intelligence Test* (WAIS) (Wechsler, 1997). Dat inhibitie de volledige invloed van intelligentie op de gevorderde leesvaardigheid kan verklaren is niet geheel onlogisch, aangezien er een relatie is tussen intelligentie en executieve functies (Friedman et al., 2006). Dit betekent dat intelligentie en inhibitie constructen bezitten die een overeenkomende werking hebben. Als deze overeenkomende constructen de enige constructen zijn in intelligentie die zorgen voor de invloed op gevorderde leesvaardigheid, zullen deze verdwijnen als er voor inhibitie wordt gecontroleerd.

Interessant in dit onderzoek is de bevinding van het verschuivingeffect. Er is in dit onderzoek wel sprake van een verschil in executief functioneren voor beginnende en gevorderde leesvaardigheid. Redenen dat in dit onderzoek wel een verschuivingeffect is gevonden kan onder andere worden verklaard, doordat er gebruik is gemaakt van andere instrumenten om het executief functioneren en de leesvaardigheid te meten. Daarnaast zijn in de onderzoeken van Cutting en collega's (2009), Locassio en collega's (2010) en Sesma en collega's (2009) de gemiddelde scores van beginnende en gevorderde leesvaardigheid op de taken voor het executief functioneren met elkaar vergeleken, terwijl in dit onderzoek de verklaarde varianties van de executieve functies van beginnende en gevorderde leesvaardigheid met elkaar vergeleken zijn. Een andere verklaring is dat de invloed van inhibitie niet afneemt, maar dat bepaalde onderdelen van inhibitie bij gevorderde leesvaardigheid meer van invloed zijn dan bij beginnende leesvaardigheid. In dit onderzoek wordt met name de enkelvoudige inhibitietaken met de onderzoeksinstrumenten gemeten. Aangezien inhibitie meer van invloed is op beginnende leesvaardigheid, suggereert dit dat de enkelvoudige inhibitietaken mogelijk meer van invloed zijn op de beginnende leesvaardigheid en dat de complexe inhibitietaken meer van invloed zijn op de gevorderde leesvaardigheid. De mediatie effecten van inhibitie en werkgeheugen leveren enige evidentie voor deze verklaring. In de relatie tussen inhibitie en beginnende leesvaardigheid is er sprake van gedeeltelijke mediatie van werkgeheugen, terwijl er in de relatie tussen inhibitie en gevorderde leesvaardigheid sprake is van volledige mediatie van werkgeheugen. In de relatie tussen werkgeheugen en beginnende leesvaardigheid is er

sprake van gedeeltelijke mediatie van inhibitie, terwijl er in de relatie tussen werkgeheugen en gevorderde leesvaardigheid geen sprake is van mediatie van inhibitie. Dit betekent dat iets in de constructen van de executieve functies of beginnende/gevorderde leesvaardigheid zal moeten veranderen om tot verandering in het mediatie effect te komen. Theoretisch gezien zou het mogelijk kunnen zijn dat het gaat om een verandering in het construct van inhibitie. Borella en collega's (2010) en Carretti en collega's (2009) leveren voor bovenstaande verklaring enige theoretische evidentie. Zij stellen dat kinderen die beschikken over een goede gevorderde leesvaardigheid significant beter presteren op de complexe inhibitietaak *resistance to proactive interference*, maar niet beter presteren op de enkelvoudige inhibitietaak en de complexe inhibitietaak *response distracter inhibition*.

Rekenvaardigheid

Voor rekenvaardigheid is in de eerste plaats onderzocht of er een relatie bestaat tussen inhibitie en werkgeheugen en voorbereidende en gevorderde rekenvaardigheid. Hierbij blijkt dat er geen significante relatie bestaat tussen inhibitie noch werkgeheugen met voorbereidende rekenvaardigheid. Dit is in tegenstelling tot diverse wetenschappelijke onderzoeken, welke een matige tot sterke relatie tussen inhibitie en voorbereidende rekenvaardigheid veronderstellen (Bull et al., 2008; Clark et al., 2010). De relatie tussen werkgeheugen en voorbereidende rekenvaardigheid wordt in onderzoek aangetoond (Bull & Scerif, 2001; Passolunghi et al., 2007), al spreken andere onderzoeken dit tegen (Espy et al., 2004). Daarnaast blijkt dat werkgeheugen een matige significante relatie vertoont met gevorderde rekenvaardigheid. Dit is in overeenstemming met de verwachting. Diverse onderzoekers wijzen op de relatie tussen werkgeheugen en gevorderde rekenvaardigheid (Holmes & Adams, 2006; Van der Sluis et al., 2006). De relatie tussen inhibitie en gevorderde rekenvaardigheid is uit het huidige onderzoek niet naar voren gekomen. Deze relatie is slechts in één studie teruggevonden (St. Clair-Thompson & Gathercole, 2006).

Ten tweede is gekeken naar een verschuivingeffect in de relatie van de executieve functies met voorbereidende en gevorderde rekenvaardigheid. De hypothese is gedeeltelijk bevestigd dat inhibitie een sterke relatie vertoont met voorbereidende rekenvaardigheid, terwijl de sterkte van de relatie met het werkgeheugen toeneemt naarmate kinderen in de fase van de gevorderde rekenvaardigheid komen. Aangezien in dit onderzoek geen significante relatie gevonden is tussen inhibitie en zowel voorbereidende als gevorderde rekenvaardigheid, is geen verschuivingeffect zichtbaar voor inhibitie. Voor werkgeheugen geldt echter dat er geen significante relatie zichtbaar is met voorbereidende rekenvaardigheid, maar wel een matige significante relatie met gevorderde

rekenvaardigheid. Dit is in overeenstemming met onderzoek welke veronderstelt dat de relatie tussen het werkgeheugen en gevorderde rekenvaardigheid toeneemt, door toenemende complexiteit van de rekenproblemen en verminderde mogelijkheden tot automatisering (Bull & Scerif, 2001; Passolunghi et al., 2008).

Ten derde is onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van mediërend effect van werkgeheugen en inhibitie op de relatie van de andere executieve functie met voorbereidende en gevorderde rekenvaardigheid. In overeenstemming met Garon en collega's (2008) en Miyake en collega's (2000) zijn significante positieve relaties gevonden tussen inhibitie en werkgeheugen. Doordat echter geen significante relatie is gevonden tussen inhibitie en voorbereidende en gevorderde rekenvaardigheid, is er geen sprake van mediatie effecten van de executieve functies.

Als laatste is onderzocht of intelligentie een mediërend effect vertoont op de relatie tussen de executieve functies en voorbereidende en gevorderde rekenvaardigheid. De gevonden relatie tussen inhibitie met intelligentie is significant, in overeenstemming met Arffa (2007). Echter geldt dat door het ontbreken van de relatie tussen de executieve functies en voorbereidende rekenvaardigheid, er geen sprake kan zijn van een mediatie effect. Voor gevorderde rekenvaardigheid kan vastgesteld worden dat intelligentie geen mediërend effect vertoont. Hoewel er een significante relatie zichtbaar is tussen werkgeheugen en gevorderde rekenvaardigheid, toont werkgeheugen geen significant verband met de mediator intelligentie.

In dit onderzoek zijn een beperkt aantal significante relaties met betrekking tot rekenvaardigheid naar voren gekomen. Veel resultaten zijn terug te leiden naar de vraag waarom inhibitie geen significante relatie vertoont met zowel voorbereidende als gevorderde rekenvaardigheid. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat voorbereidende rekenvaardigheid een grote hoeveelheid aan verschillende vaardigheden omvat. Veel onderzoeken geven een divers en soms onduidelijk beeld van de vaardigheden welke tot voorbereidende rekenvaardigheid gerekend worden. Zo beschouwen Espy en collega's (2004) telvaardigheid, maar ook eenvoudige optellingen en aftrekkingen tot voorbereidende rekenvaardigheid. Passolunghi en collega's (2007) verstaan onder voorbereidende rekenvaardigheid echter seriëren, classificeren, ruimtelijk inzicht en getalbegrip. De operationalisering binnen het huidige onderzoek verschilt mogelijk met andere onderzoeken. Deze verschillen in operationalisering van voorbereidende rekenvaardigheid kunnen wellicht verklaren waarom de bevindingen niet in lijn zijn met de verwachting op basis van de genoemde studies. Specifiek met betrekking tot de inhibitiefactor veronderstellen Van der Sluis en collega's (2006) dat inhibitietaken mogelijk onvoldoende kracht bezitten om individuele verschillen tussen rekenprestaties te verklaren. In dit kader wordt gewezen op het feit dat inhibitie een sterke

samenhang vertoont met andere constructen. Zo bevestigen Miyake en collega's (2000) dat het uitvoeren van werkgeheugentaken tevens inhibitie vereist. Dit betekent dat individuele inhibitietaken veel samenhang vertonen met andere vaardigheden, zodat deze zelf maar in zeer beperkte mate aanvullende variantie verklaren in rekenprestaties. Afsluitend kan opgemerkt worden dat veel studies naar de relatie tussen executief functioneren en rekenvaardigheid zijn uitgevoerd bij kinderen in het regulier basisonderwijs. Het huidige onderzoek is echter uitgevoerd bij leerlingen in het speciaal basisonderwijs. Op het speciaal basisonderwijs zitten leerlingen met leer- en/of gedragsproblemen (Smeets et al., 2003). Aan deze leer- en gedragsproblemen liggen veelal cognitieve defecten ten grondslag (Geary, 2004; Plomin, Price, Eley, Dale & Stevenson, 2002). Door de grote diversiteit van cognitieve problemen binnen de huidige onderzoeksgroep vertoont deze groep mogelijk afwijkende resultaten op de executieve functietaken. Hierdoor zijn de gevonden relaties tussen de executieve functies en rekenvaardigheid mogelijk niet in overeenstemming met de genoemde onderzoeken.

Opzet van het Onderzoek / Aanbevelingen voor de Toekomst

Een grote beperking in dit onderzoek is dat er van niet alle leerlingen lees- en rekengegevens beschikbaar zijn. Het percentage leerlingen met ontbrekende lees- en rekengegevens is respectievelijk 17,36% en 43,75%. Dit kan een vertekend beeld geven van het daadwerkelijke niveaus van lees- en rekenvaardigheid. De beschikbare lees- en rekengegevens komen echter wel allemaal uit het CITO Volgsysteem primair onderwijs, wat een betrouwbaar gebleken maat is om het niveau van lees- en rekenvaardigheid mee te meten (Evers et al., 2002). De hoge percentages ontbrekende lees- en rekengegevens zorgden er tevens dat de steekproefgroottes werden verkleind (N is respectievelijk 119 en 81) en dat er moest worden gewerkt met twee verschillende steekproeven. Deze niet al te grootte steekproeven zorgden er voor dat de resultaten niet erg overtuigend kunnen zijn (Brinkman, 2006). Daarnaast is de steekproef over heel Nederland verworven, maar is er gebruik gemaakt van een deels selecte steekproef.

Het gebruik van de Raven SPM in dit onderzoek heeft zowel voor- als nadelen. Een nadeel voor het gebruik van de Raven SPM is dat de Raven SPM sterk verouderde normgegevens. Dit kan een vertekend beeld geven van de werkelijke intelligentieniveaus van de leerlingen (RAVEN Standard Progressive Matrices, 2011). Een voordeel van het gebruik van de Raven SPM is dat de test betrekkelijk kort is, gemiddeld 40 minuten, wat maakt dat de intelligentietest minder belastend is dan de andere intelligentietesten. Daarnaast zijn er duidelijk aanwijzingen dat de Raven SPM vooral een beroep doet op de executieve functies (Geelhoed, Struiksma & Moesker, 2009).

Sterk aan dit onderzoek is dat inhibitie en werkgeheugen worden gemeten met ieder twee taakjes, welke hetzelfde meten (Meier & Tack, 2010). Dit zorgt voor een meer betrouwbaar beeld van het executief functioneren dan dat er slechts een taakje per executieve functie wordt afgenomen. Daarnaast hebben de onderzoekers ieder een eigen onderzoeksvolgorde aangehouden, zodat er wordt voorkomen dat de laatste taken systematisch slechter worden gemaakt, gezien de korte concentratieboog van de doelgroep.

Gezien bovenstaande conclusies wordt extra onderzoek aanbevolen. Voor leesvaardigheid is het belangrijk dat er replicatieonderzoek wordt uitgevoerd en dat er experimenteel onderzoek wordt gedaan, zodat er vastgesteld kan worden of problemen in de executieve functies leiden tot problemen in de beginnende en gevorderde leesvaardigheid. Daarnaast is het van belang dat er specifiek gekeken wordt naar de invloed van de verschillende onderdelen van inhibitie op beginnende en gevorderde leesvaardigheid. Borella en collega's (2010) en Carretti en collega's (2009) hebben al enig onderzoek gedaan naar verschillende vormen van inhibitie en gevorderde leesvaardigheid, maar dergelijk onderzoek voor beginnende leesvaardigheid is echter schaars. Ook is het belangrijk dat in toekomstig onderzoek verbale intelligentie meegenomen wordt, zodat daadwerkelijk kan worden bepaald of intelligentie nu wel of geen mediërende rol speelt in de relatie tussen executieve functies en leesvaardigheid. Voor rekenvaardigheid is het gewenst om onderzoek te doen naar de relatie tussen de executieve functies en specifieke onderdelen binnen de voorbereidende en gevorderde rekenvaardigheid. Hierdoor ontstaat een specifiek profiel van de relatie tussen rekenvaardigheid met de executieve functies. Met deze kennis kan gericht geïntervenieerd worden in het onderwijs, door oefeningen voor het trainen van de executieve functies aan te bieden passend bij de rekenonderdelen waar de leerling moeite mee heeft. Door de relaties tussen de executieve functies en de onderdelen van (voorbereidende) rekenvaardigheid te onderzoeken, worden tevens problemen met de definiëring van dit begrip voorkomen.

De significante resultaten voor lees- en rekenvaardigheid duiden op het belang van trainen van de executieve functies ten einde de lees- en rekenvaardigheid te verbeteren (Clark et al., 2010). Juist kinderen in het speciaal basisonderwijs hebben problemen met lezen en rekenen, waardoor passende interventies gewenst zijn. Door deze kinderen oefeningen aan te bieden voor het trainen van inhibitie kan de beginnende leesvaardigheid worden verbeterd. Door het aanbieden van oefeningen voor het trainen van werkgeheugen kunnen de prestaties op het gebied van beginnende en gevorderde leesvaardigheid en gevorderde rekenvaardigheid worden verbeterd. Het ontwikkelen van interventies hiervoor is zeer gewenst, maar kan waarschijnlijk pas gerealiseerd worden als aanvullend onderzoek heeft plaatsgevonden.

Literatuur

- Alloway, T. P. (2007). *Automated working memory assessment (AWMA)*. London: Harcourt Assessment.
- Alloway, T., Gathercole, S., Willis, C., & Adams, A. (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87, 85–106.
- Alvarez, J. A. & Emory, E. (2006). Executive function and the frontal lobes: A meta-analytic review. *Neuropsychology Review*, 16, 17-42.
- Anderson, R. C., & Pearson, P. D. (2000). A Schema-theoretic view of basic processes in reading comprehension. In R. Barr, M. L. Kamil, P. Mosenthal, & P. D. Pearson (Eds.). *Handbook Reading Research*. (Vol.3). New York: Longman.
- Arffa, S. (2007). The relationship of intelligence to executive function and non-executive function measures in a sample of average, above average, and gifted youth. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22, 969 – 978.
- Baddeley, A. (1986). *Working memory*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51, 1173-1182.
- Boekaerts, M., & Simons, P.R.J., (2007). *Leren en instructie. Psychologie van de leerling en het leerproces*. Assen, Nederland: Van Gorcum
- Booth, J. N., Boyle, J. M. E., & Kelly, S. W. (2010). Do tasks make a difference? Accounting for heterogeneity of performance of children with reading difficulties on tasks of executive function: Findings from a meta-analysis. *British Journal of Developmental Psychology*, 28, 133-176.
- Borella, E., Caretti, B., & Pelegrina, S., (2010). The specific role of inhibition in reading comprehension in good and poor comprehenders. *Journal of Learning Disabilities*, 43 (6), 541-552.
- Brinkman, J. (2006). *Cijfers spreken. Statistiek en methodologie voor het hoger onderwijs*. Groningen, Nederland: Wolters Noordhoff.
- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 Years. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 205 – 228.
- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics

- ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19 (3), 273 – 293.
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(1), 3-18.
- Carlson, S., & Moses, L. (2001). Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child Development*, 72, 1032– 1053.
- Carretti, B., Borella, E., Cornoldi, C., & De Beni, R. (2009). Role of working memory in explaining the performance of individuals with specific reading comprehension difficulties: A metaanalysis. *Learning and Individual Differences*, 19, 246–251.
- Chall, J. S. (1996). Stages of reading development. New York: Harcourt Brace College.
- Clark, C. A. C., Pritchard, V. E., & Woodward, L. J. (2010). Preschool executive functioning abilities predict early mathematics achievement. *Developmental Psychology*, 46(5), 1176- 1191.
- Cunningham, A. E., & Stanovich, K. E. (1997). Early reading acquisition and its relation to reading experience and ability 10 years later. *Developmental Psychology*, 33(6), 934– 945.
- Cunningham, A. E., & Stanovich, K. E. (2001). What reading does for the mind. *Journal of Direct Instruction*, 1, (2), 137–149.
- Cutting, L. E., Materek, A., Cole, C. A. S., Levine, T.M., & Mahone, E. M. (2009). Effects of fluency, oral language, and executive function on reading comprehension performance. *Annual of Dyslexia*, 59, 34-54.
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44, 2037 – 2078.
- De Rijksoverheid (2011). Welke soorten speciaal onderwijs (so) zijn er? Verkregen op 22 juni, 2011, van url <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/vragen-en-antwoorden/welke-soorten-speciaal-onderwijs-so-zijn-er.html>
- De Sterck, M. (1997). *Lees je mee? Een gids voor wie boeken en kinderen wil samenbrengen*. Tiel: Lannoo.
- Ehri, L. C. (1991). Development of the ability to read words. In R. Barr, M.L. Kamil, P. Mosenthal, & P. D. Pearson (Eds.), *Handbook of Reading Research*. New York: Longman.
- Espy, K. A., McDiarmid, M. M., Cwik, M. F., Stalets, M. M. Hamby, A., & Senn, T. E. (2004). The

contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children.

Developmental Neuropsychology, 26(1), 465 – 486.

- Evers, A., Braak, M. S. L., Frima, R. M., & Van Vliet-Mulder, J. C. (2002). *COTAN Documentatie*. Amsterdam: Boom Test Uitgevers.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: A latent variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 101–135.
- Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., De Fries, J. C., & Hewitte, J. K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological Science*, 17(2), 172 – 179.
- Garon, N., Bryson, S., & Smith, I. K. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework, *Psychological Bulletin*, 134(1), 31 – 60.
- Gathercole, S. E. & Pickering, S. J. (2000). Assessment of working memory in six- and seven-year-old children. *Journal of Educational Psychology*, 92(2), 377-390.
- Geary, D. C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 37 (1), 4 – 15.
- Geelhoed, J. W., Struiksmā, A. J. C., Moesker, E. H. M. (2009). Intelligentieonderzoek. In T. H. Kieviet, J. A. Tak., & J. D. Bosch (Eds.), *Handboek psychodiagnostiek voor de hulpverlening aan kinderen* (p. 383-439). Utrecht, Nederland: De Tijdstroom.
- Hammill, D. D., (2004). What we know about correlates of reading. *Council for Exceptional Children*, 70(4), 453-468.
- Holmes, J., & Adams, J. W. (2006). Working memory and children's mathematical skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational Psychology*, 26(3), 339-366.
- Huizinga, M., Dolan, C., & van der Molen, M. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44, 2017–2036.
- Krom, R., Jongen, I., Verhelst, N., Kamphuis, F., & Kleintjes, F. (2010). Wetenschappelijke verantwoording van DMT en AVI. Arnhem, Nederland: Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling.
- Lembke, E., & Foegen, A. (2009). Identifying early indicators for kindergarten and first-grade students. *Learning Disabilities Research & Practice*, 24(1), 12-20.
- Lehto, J. E., Juujarvi, P., Kooistra, L., & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, 21,

59–80.

- Locascio, G., Mahone, E. M., Eason, S. H., & Cutting, L. E., (2010). Executive dysfunction among children with reading comprehension deficits. *Journal of Learning Disabilities, 43*(5), 441-454.
- Mazzocco M., M., M., & Kover, S. T. (2007). A longitudinal assessment of executive function skills and their association with math performance. *Child Neuropsychology, 13*, 18 – 45.
- Meeus, W., van Petegem, P., van Looy, L. (2005). Leerlinvolgsysteem of portfolio: een kwestie van perspectief. De POVO-meter als analyse instrument. *Impuls, 35*(4), 228-234.
- Meier, J. M., & Tack, A. C. (2010). De ontwikkeling van executieve functies bij 5, 6 en 7 jarigen: De ontwikkeling van werkgeheugen en inhibitie. (niet gepubliceerde masterthesis). Faculteit Sociale wetenschappen, Utrecht.
- 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.
- O'Reilly, G., & Carr, A. (2007). Evaluating intelligence across the life-span: integrating theory, research and measurement. In A. Carr, G. O'Reilly, P. Noonan Walsch., & J. Mcevoy (Eds.), *The Handbook of Intellectual Disability and Clinical Psychology Practice* (p. 96-142). New York: Routledge.
- Passolunghi, M. C., Mammarella, I. C., & Altoé, G. (2008). Cognitive abilities as precursors of the early acquisition of mathematical skills during first through second grades. *Developmental Neuropsychology, 33*(3), 229-250.
- 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., Vercelloni, B., & Schadee, H. (2007). The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability and numerical competence. *Cognitive development 22*, 165-184.
- Plomin, R., Price, T. S., Eley, T. C., Dale, P. S., & Stevenson, J. (2002). Associations between behavior problems and verbal and nonverbal cognitive abilities and disabilities in early childhood. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 43*(5), 619 – 633.
- Ponsioen, A. (2005). De waarde van een IQ-score bij kinderen met een lichte verstandelijke beperking. *Kind en Adolescent Praktijk, 4*, 65-70
- RAVEN Standard Progressive Matrices. (2011). Verkregen 9 mei, 2011, van <http://www.pearson->

nl.com/producten/115-raven-standard-progressive-matrices-spm.html.

- Ruijsenaars, A. J. J. M., Van Luit, J. E. H., & Van Lieshout, E. C. D. M. (2006). *Rekenproblemen en dyscalculie. Theorie, onderzoek, diagnostiek en behandeling*, Rotterdam: Lemniscaat.
- Sesma, H. W., Mahone, E. M., Levine, T., Eason, S. H., & Cutting, L. E. (2009). The contribution of executive skills to reading comprehension. *Child Neuropsychology*, 15(3), 232-246.
- Smeets, E. (2007). *Speciaal of apart. Onderzoek naar de omvang van speciaal onderwijs in Nederland en andere Europese landen*. Nijmegen: ITS.
- Smeets, E., Hoeven-van Doornum, A. A. van der, & Smit, F. C. G. (2003). *Wachlijsten in de samenwerkingsverbanden 'Weer Samen Naar School'*. Nijmegen: ITS.
- Smeets, E., Van der Veen, I., Derriks, M., & Roeleveld, J. (2007). *Zorgleerlingen en leerlingenzorg op de basisschool*. Nijmegen / Amsterdam: ITS / SCO-Kohnstamm Instituut
- Sophian, C., Wood, A. M., & Vong, K. I. (1995). Making numbers count: The early development of numerical inferences. *Developmental Psychology*, 31, 263–273.
- Spinath, B., Spinath, F. M., Harlaar, N., Plomin, P. (2006). Predicting school achievement from general cognitive ability, self-perceived ability & intrinsic value. *Intelligence*, 34, 363- 374.
- Stanovich, K. E., & Cunningham, A. E. (1993). Where does knowledge come from? Specific associations between print exposure and information acquisition. *Journal of Educational Psychology*, 85, 211–229.
- St. Clair-Thomposon, 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(4), 745 – 759.
- Stock, P., Desoete, A., & Roeyers, H. (2009). Predicting arithmetic abilities: The role of preparatory markers and intelligence. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27(3), 237 – 251.
- Swanson, H. L. (2006). Working memory and reading disabilities: Both phonological and executive processing deficits are important. In T. P. Alloway & S. E. Gathercole (Eds.), *Working memory and neurodevelopmental disorders* (59–83). Hove: Psychology Press.
- Verhoeven, L. & Aarnoutse, C. (Eds.) (1999). *Tussendoelen beginnende geletterdheid. Een leerlijn voor groep 1 tot en met 3*. Nijmegen: Expertisecentrum Nederlands.
- Van Luit, J. E. H., & Van de Rijt, B. A. M. (2009). *Handleiding bij de Utrechtse*

Getalbegrip Toets – Revised; UGT-R. Doetinchem: Graviant Educatieve Uitgaven.

- Van de Voorde, S., Roeyers, H., Verté, S., & Wiersma, J. R. (2010). Working memory, response inhibition, and within-subject variability in children with attention-deficit/hyperactivity disorder or reading disorder. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *32*(4), 366-379.
- Van der Sluis, S., de Jong, P. F., & Van der Leij, A. (2006). Executive functioning in children, and its relations with reasoning, reading and arithmetic. *Intelligence*, *35*, 427-449.
- Wechsler, D. (1997). *WAIS-III, Nederlandstalige bewerking, technische handleiding*. Lisse: Swets Test Publishers.

Summary

Background Children in special primary education have many problems with reading and arithmetic. Investigation of executive functions is desirable for the development of interventions.

Aim Getting an insight into the relation between inhibition and working memory and the preparatory and advanced reading- and arithmetic skills of children in special primary education.

Method The Keep Track, Odd One Out, Flankerfish, Heartsflower and Raven SPM were done with 144 children in special primary education. Their reading and arithmetic data were also used.

Correlations and regression analyses were done. **Results** Inhibition and working memory are of significant influence on reading skills, with a stronger influence on reading skills at elementary level. Executive functions are mediators in the relation between elementary/advanced reading skills and executive functions, except inhibition in the relation between advanced reading skills and working memory. Intelligence has no mediating effect on the relation between elementary /advanced reading skills and executive functions. For arithmetic skills only working memory shows a significant relation with advanced arithmetic skills. No mediating effect of intelligence and of both executive functions was discovered on this relation. **Conclusion** Executive functions influence reading skills, but presumably elementary reading skills are linked with other parts of inhibition than advanced reading skills. More investigation into this field is desirable so that an effective intervention for reading skills based on executive functions can be developed. For arithmetic skills the inhibition factor seems not to explain significant differences in achievements. Besides, executive functions do not show cohesion with preparatory arithmetic skills; possibly due to differences in operations. Further investigation into the relation between executive functioning and specific parts of arithmetic skills is necessary.

Bijlage 1 Onderdelen Voorbereidende Rekenvaardigheid

Van Luit & Van de Rijt, 2009

Voorbereidende rekenvaardigheid kan onderscheiden worden in een negental onderdelen, namelijk:

1. *Vergelijken*. Deze vaardigheid omvat het vergelijken van objecten op kwalitatieve of kwantitatieve kenmerken. Het betreft de beheersing van begrippen die in het vergelijken veel voorkomen, zoals meeste, minste, hoger en lager.
2. *Hoeveelheden koppelen*. Het groeperen van objecten in een klasse of subklasse aan de hand van bepaalde criteria. Kinderen kunnen hierbij onderscheid maken tussen hoeveelheden op basis van overeenkomsten of verschillen.
3. *Eén-één correspondentie*. Kinderen kunnen hoeveelheden vergelijken door het toepassen van de één-één-relatie tussen verschillende gegevens. Zo zien kinderen dat zes planten evenveel is als zes kleurpotloden. Tevens kunnen vragen beantwoord worden, zoals: Zijn er evenveel kopjes als schotels?
4. *Ordenen*. Het rangordenen van objecten op basis van één of meer criteria.
5. *Telwoorden gebruiken*. Deze vaardigheid omvat het akoestisch vooruit, terug en verder te tellen.
6. *Synchroon en verkort tellen*. Hierbij worden voorwerpen tijdens het akoestisch tellen gelijktijdig aangewezen en is er sprake van herkenning van dobbelsteenstructuren.
7. *Resultatief tellen*. Dit betreft het bepalen van de totale hoeveelheid van zowel gestructureerde als ongestructureerde verzamelingen. Hoeveelheden worden bepaald zonder aanwijzen.
8. *Toepassen van kennis van getallen*. Het toepassen van de kennis van het getalsysteem in alle alledaagse situaties tot getallen onder de twintig.
9. *Schatten*. Dit omvat de betekenisverlening aan de grootte van getallen op een getallenlijn. Hierbij moeten kinderen op een getallenlijn met een redelijke nauwkeurigheid de positie van getallen kunnen bepalen.