

**Het voorspellend vermogen van de executieve functies  
werkgeheugen, inhibitie en volgehouden aandacht gemeten in  
groep 2 voor het rekenniveau in groep 3 en de invloed van een  
oudertraining op het rekenniveau.**

**Elsemiek van der Laan**

S1077023

10 november 2012

**Education and Child Studies**

Learning problems and impairments

Universiteit Leiden

Eerste begeleider: Prof. dr. H. Swaab

Tweede begeleider: Msc. P.K. Tjon-A-Ten

## **Inhoudsopgave**

	Pagina
<input type="checkbox"/> Samenvatting	2
<input type="checkbox"/> Inleiding	2
<input type="checkbox"/> Methode	6
<input type="checkbox"/> Resultaten	10
<input type="checkbox"/> Discussie	17
<input type="checkbox"/> Referenties	20

## **Samenvatting**

In dit onderzoek is het voorspellend vermogen van de executieve functies werkgeheugen, inhibitie en volgehouden aandacht van kinderen in groep 2 voor het rekenniveau in groep 3 onderzocht. Daarbij is onderzocht of er een verschil is in rekenniveau voor kinderen van ouders die wel of geen oudertraining met betrekking tot het executief functioneren hebben gevolgd. Vier taken van de Amsterdamse Neuropsychologische Taken (ANT) zijn afgenomen bij 112 kinderen uit groep 2 van het reguliere basisonderwijs, 67 jongens en 53 meisjes: Sustained Attention Objects 2 keys (SAO2), Baseline Speed (BS), Go-NoGo (GNG) en Spatial Temporal Sequencing (STS). Een jaar later is door middel van de toets voor rekenen-wiskunde van het Centraal Instituut voor Toetsontwikkeling (Cito) het rekenniveau bepaald. Van de drie executieve functies bleek alleen het werkgeheugen in groep 2 een significante voorspeller te zijn voor het rekenniveau in groep 3. Hoe beter het werkgeheugen in groep 2, des te hoger het rekenniveau in groep 3. Kinderen waarvan de ouders een oudertraining hebben gevolgd hadden een significant hoger rekenniveau in groep 3.

## **Inleiding**

Het vroegtijdig signaleren van een risico op rekenproblemen bij kinderen is van belang om latere rekenproblemen te voorkomen of te verminderen. Wanneer rekenproblemen zich voordoen, gebeurt dat namelijk niet alleen op school, het heeft ook consequenties voor het latere dagelijks leven. Rekenvaardigheden als betalen en schatten zijn immers noodzakelijk voor het dagelijks functioneren van volwassenen (Ruijsenaars & Van Luit, 2007). Een manier om een risico op rekenproblemen te signaleren is mogelijk een onderzoek naar de executieve functies van kinderen. Executieve functies zijn de hogere controlefuncties van de hersenen waartoe het reguleren van de gedachten en het gedrag behoort. De executieve functies zijn verantwoordelijk voor het toezicht op en de regulatie van het gedrag met name in nieuwe, onbekende situaties en ze zorgen ervoor dat het gedrag doelgericht en efficiënt is (Gilbert & Burgess, 2008; Huizinga, 2007; Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter, & Wager, 2000; Van der Sluis, De Jong, & Van der Leij, 2007; Zamarian et al., 2006). Ook wordt verondersteld dat ze onderliggend zijn aan hogere orde cognitieve vaardigheden zoals rekenen (Bull, Espy, & Wiebe, 2008; Kroesbergen, Van Luit, Van Lieshout, Van Loosbroek, & Van de Rijt, 2009; Passolunghi, Vercelloni, & Schadee, 2007; Van der Sluis et al., 2007).

Het executief functioneren is een paraplueterm voor een breed scala aan complexe vaardigheden die in relatie staat tot het functioneren van de prefrontale cortex van de hersenen (Anderson, 2002; Carlson, 2005). Processen die onder andere behoren tot de executieve functies zijn inhibitie, werkgeheugen, flexibiliteit, planning en conceptformatie (Calkins & Marcovitch, 2010). Daarnaast wordt in vele modellen van executief functioneren een onderscheid gemaakt tussen verbaal en ruimtelijk werkgeheugen en velen bevatten bijkomende processen zoals organiseren, volgehouden

aandacht en visuospatiële oriëntatie (Castellanos & Tannock, 2002; Huang-Pollock & Nigg, 2003; Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, & Pennington, 2005a).

Mogelijk heeft het stimuleren van de ontwikkeling van de executieve functies invloed op het rekenniveau van kinderen. Onderzoek van Starkey, Klein en Wakeley (2004) en D.P. Bryant, B.R. Bryant, Roberts, Vaughn, Hughes Pfannenstiel, Porterfiel en Gersten (2011) heeft uitgewezen dat vroegtijdige interventie een groot effect kan hebben op het rekenniveau van kinderen. Het doel van het huidige onderzoek is het bepalen van welke executieve functies gemeten in groep 2 het rekenniveau in groep 3 kunnen voorspellen. Daarbij wordt onderzocht wat de invloed is van een ouderinterventie met betrekking tot het executief functioneren op het rekenniveau van de kinderen. Drie executieve functies worden meegenomen in dit onderzoek. Ten eerste het werkgeheugen, aangezien bij eerdere onderzoeken een positief verband is gevonden tussen het werkgeheugen en rekenen (Gathercole & Pickering, 2000; Siegel & Ryan, 1989). Ten tweede inhibitie, vanwege de tegenstrijdige resultaten in eerdere onderzoeken in relatie met rekenen (Bull & Scerif, 2001; Kroesbergen, Van de Rijt, & Van Luit, 2007). Ten derde volgehouden aandacht, omdat er bij een eerder onderzoek naar de relatie met rekenen een positief verband is gevonden (Steinmayr, Ziegler & Träuble, 2010).

De executieve functies spelen een belangrijke rol bij het rekenen (St.Clair-Thompson & Gathercole, 2006; Van der Sluis et al., 2007). Volgens onderzoek van Siegel en Ryan (1989) en van Gathercole en Pickering (2000) zijn rekenvaardigheden gerelateerd aan het werkgeheugen. Het werkgeheugen zorgt ervoor dat informatie die nodig is voor complexe cognitieve taken als taalbegrip, leren en redeneren vastgehouden kan worden in de hersenen en daarbij ook gemanipuleerd kan worden (Baddeley, 1992). Het werkgeheugen wordt belangrijk geacht voor rekenkundige prestaties omdat informatie van het lange termijngeheugen tijdelijk opgeslagen en gemanipuleerd moet worden in het werkgeheugen tijdens het oplossen van rekenkundige problemen (Andersson, 2008). Onderzoek van McLean en Hitch (1999) en Passolunghi en Siegel (2001) impliceerde dat problemen met het werkgeheugen een onderliggende factor is van rekenproblemen bij kinderen.

Mazzocco en Kover (2007) toonden aan dat naast een zwak werkgeheugen ook gebrekkige inhibitie rekenproblemen kan veroorzaken. Inhibitie is de vaardigheid om een aangeleerde, sterke respons te onderdrukken met de bedoeling een meer gepaste respons te geven (Barkley, 2001). Bull en Scerif (2001) toonden aan dat kinderen in de leeftijd van 6,9 tot 8,3 jaar met zwakke rekenvaardigheden problemen laten zien op taken die inhibitie meten. Kinderen met zwakke rekenvaardigheden hadden meer moeite met het onderdrukken van een aangeleerde rekenstrategie wanneer de opdracht was om te switchen naar een nieuwe rekenstrategie. De relatie tussen zwakke rekenvaardigheden en inhibitie kan mogelijk verklaard worden doordat irrelevante informatie bij rekenopgaven niet onderdrukt wordt en daardoor het oplossingsproces wordt bemoeilijkt (Blair & Razza, 2007). Onderzoek wijst uit dat inhibitievaardigheden de rekenvaardigheden kunnen

voorspellen (Espy, McDiarmid, Cwik, Stalets, Hamby, & Senn, 2004; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006). Er zijn echter ook onderzoeken die uitwijzen dat er sprake is van een lage samenhang tussen inhibitie en rekenvaardigheden (o.a. Kroesbergen, Van de Rijt, & Van Luit, 2007).

De derde executieve functie in dit onderzoek, volgehouden aandacht, kan omschreven worden als de vaardigheid om de aandacht over langere tijd in hoge mate te richten op een bepaalde stimulus (Coull, 1998). Van volgehouden aandacht wordt verondersteld dat het een graadmeter is van de algemene aandachtscontrole in het dagelijks leven. Verschillende onderzoeken tonen aan dat resultaten op een taak voor volgehouden aandacht gerelateerd zijn aan aandacht tijdens de les en aan academische resultaten (Campbell, D'Amato, Raggio, & Stephens, 1991; Lam & Beale, 1991). Onderzoek van Steinmayr, Ziegler en Träuble (2010) toonde aan dat volgehouden aandacht gerelateerd is aan rekenvaardigheden, ook als gecontroleerd werd voor de invloed van intelligentie. Kinderen met zwakke rekenvaardigheden hadden een lagere mate van volgehouden aandacht, waarbij ze meer tijd nodig hadden voor de eenvoudige rekenopgaven en meer fouten maakten dan kinderen met betere rekenvaardigheden. Een beperking van dit onderzoek is echter dat het enkel is uitgevoerd onder gymnasiumleerlingen en dat er rekenopgaven zijn gebruikt om volgehouden aandacht te onderzoeken.

Een beperking van de meeste onderzoeken naar executieve functies als voorspellers van het rekenniveau van kinderen is dat deze gebaseerd zijn op enkele metingen of cross-sectioneel onderzoek en niet op longitudinaal onderzoek. Toll, Van der Ven, Kroesbergen en Van Luit (2011) hebben echter wel het voorspellend vermogen over langere tijd onderzocht van de executieve functies shifting, inhibitie en werkgeheugen voor het rekenniveau van kinderen in groep 4 van het reguliere basisonderwijs. De executieve functies zijn gemeten 1,5 jaar tot 3 maanden voordat het rekenniveau is bepaald. Kinderen met een zwakker werkgeheugen behaalden een lager rekenniveau aan het einde van groep 4 dan kinderen met een beter werkgeheugen. Het werkgeheugen bleek een significante voorspeller te zijn voor het latere rekenniveau. In het huidige onderzoek wordt bepaald of hetzelfde geldt voor de kinderen in de huidige steekproef. Op de taken die shifting en inhibitie meten, bleken in het onderzoek van Toll et al. (2011) de kinderen met een lager rekenniveau niet significant lager te scoren dan de andere kinderen. Met betrekking tot inhibitie spreken de resultaten van dit onderzoek van Toll et al. (2011) eerdere onderzoeken tegen.

Naast onderzoek naar de relatie tussen de executieve functies en rekenen is er ook onderzoek gedaan naar het bevorderen van de executieve functies door middel van een interventie. Zo schrijven Diamond en Lee (2011) in hun review onder andere over de effectiviteit van *Tools of the mind*. Dat is een curriculum waarbij leerkrachten zich bewegen in de zone van naaste ontwikkeling van de kinderen waarbij het kerndoel het bevorderen van zelfregulatie is. Dit naar de ideeën van Vygotsky (1978). De executieve functies die daarmee bevorderd worden zijn inhibitie, werkgeheugen en cognitieve flexibiliteit. De kinderen uit de interventiegroep scoorden significant hoger op de drie executieve

functies dan de kinderen uit de controlegroep met het reguliere curriculum van de school (Diamond, Barrett, Thomas & Munro, 2007).

In het huidige onderzoek wordt de invloed van een ouderinterventie, hierna oudertraining genoemd, met betrekking tot executief functioneren op het rekenniveau van kinderen onderzocht. Onder oudertraining wordt in dit onderzoek het indirect bevorderen van de ontwikkeling van het kind verstaan. In de training worden vaardigheden aan ouders geleerd die ouders vervolgens kunnen gebruiken om de ontwikkeling van hun kind te bevorderen. Het doel van de oudertraining is niet alleen de verandering van het gedrag van de ouder, maar uiteindelijk met name verandering van het gedrag van het kind. Er is nog geen onderzoek gedaan naar de effectiviteit van oudertraining op de ontwikkeling van executieve functies bij kinderen. Wel is er onderzoek gedaan naar de invloed van oudertraining op het gedrag van kinderen met ADHD. Onderzoek van Barkley (1997) suggereert dat kinderen met ADHD problemen hebben in hun executieve functies. Een ouderinterventie waarbij kinderen met ADHD werden begeleid bij het structureren van hun werk bleek significant de academische vaardigheden, de academische productiviteit en aandacht te vergroten (Murray, Rabiner, Schulte & Newit, 2008).

Oudertraining bij kinderen met autisme heeft tevens verschillende positieve aspecten aangetoond. Oudertraining leidde tot betere generalisatie van vaardigheden naar de natuurlijke omgeving en betere instandhouding van de effecten van de behandeling dan interventie door professionals (Ingersoll & Gergans, 2007; Schreibman & Koegel, 2005). Met betrekking tot de effectiviteit van oudertraining en ouderparticipatie bij onderwijsachterstanden bestaat geen eenduidig beeld. Uit onderzoeken van Blok, Fukkink, Gebhardt en Leseman (2005) en Frede (1995) blijkt dat er een significant effect was voor actieve ouderparticipatie of oudertraining. Uit het onderzoek van White, Taylor en Moss (1992) blijkt echter dat ouderparticipatie geen significante meerwaarde had voor verbetering van onderwijsachterstanden.

Eerder onderzoek naar executieve functies en rekenen heeft geen eenduidig beeld gegeven over de relatie tussen inhibitie en rekenen. Met betrekking tot volgehouden aandacht is onderzoek naar de relatie met rekenen schaars. Daarnaast is longitudinaal onderzoek naar de relatie tussen het werkgeheugen en rekenen nog weinig verricht, waardoor het huidige onderzoek een waardevolle aanvulling op de bestaande literatuur is. Daarbij wordt het huidige onderzoek uitgevoerd onder kinderen uit groep 2, waarmee het een toevoeging is voor de bestaande onderzoeken met name voor volgehouden aandacht. Het huidige onderzoek betreft de volgende onderzoeksvraag: *In hoeverre kunnen executieve functies bij kinderen uit groep 2 mede het rekenniveau in groep 3 voorspellen?* Daarbij wordt onderzocht wat de invloed is van een oudertraining met betrekking tot het bevorderen van executieve functies op het rekenniveau in groep 3. Bij de hoofdvraag zijn de volgende deelvragen geformuleerd:

1. Welke executieve functies (volgehouden aandacht, inhibitie en werkgeheugen) bij kinderen uit groep 2 zijn gerelateerd aan het rekenniveau in groep 3?
2. Welke executieve functies (volgehouden aandacht, inhibitie en werkgeheugen) bij kinderen uit groep 2 kunnen mede het rekenniveau in groep 3 voorspellen?
3. Is er een verschil in het rekenniveau in groep 3 tussen kinderen van ouders die wel of geen oudertraining hebben gehad? En is er een effect van de oudertraining op het rekenniveau in groep 3?

### Hypothesen

1. Naar aanleiding van onderzoek van onder andere Lam en Beale (1991), Bull en Scerif (2001), Siegel en Ryan (1989) en van Gathercole en Pickering (2000) wordt verwacht dat zowel volgehouden aandacht, als inhibitie, als het werkgeheugen gemeten in groep 2 gerelateerd zijn aan het rekenniveau in groep 3. Voor de drie executieve functies wordt verwacht dat hoe beter de executieve functies zijn in groep 2, des te hoger het rekenniveau in groep 3.
2. Uit onderzoek van onder andere Passolunghi en Siegel (2001) bleek dat met name het werkgeheugen een voorspeller is van rekenniveau van kinderen. Verwacht wordt dat het werkgeheugen gemeten in groep 2 een significante voorspeller is van het rekenniveau in groep 3. Onderzoek van onder andere Espy, McDiarmid, Cwik, Stalets, Hamby en Senn (2004) toont aan dat ook inhibitie een voorspellend vermogen heeft ten opzichte van rekenprestaties. Verwacht wordt dat ook inhibitie gemeten in groep 2 het rekenniveau in groep 3 voorspelt. Aangezien er nog weinig onderzoek is verricht met betrekking tot het voorspellend vermogen van volgehouden aandacht wordt er over deze executieve functie geen hypothese geformuleerd.
3. Naar aanleiding van onderzoek van onder andere Starkey, Klein en Wakeley (2004) waarbij vroegtijdige rekeninterventies effectief bleken te zijn, wordt verwacht dat kinderen van ouders die een oudertraining hebben gehad een hoger rekenniveau hebben in groep 3, dan kinderen van ouders die geen oudertraining hebben gehad. Uit onderzoek van Murray et al. (2008) naar oudertraining met betrekking tot executieve functies bij kinderen met ADHD, wordt verwacht dat er een effect is van de gegeven oudertraining op de executieve functies van de kinderen en daardoor ook op het rekenniveau in groep 3.

### **Methode**

#### *Steekproef*

Het huidige onderzoek is onderdeel van een overkoepelend onderzoek van de Universiteit Leiden. De kinderen uit de steekproef van het huidige onderzoek zijn afkomstig van 13 basisscholen uit de provincie Zuid-Holland. De steekproef bestaat uit 112 kinderen in de leeftijd van 5.08 jaar tot

6.66 jaar met een gemiddelde leeftijd van 5.78 jaar ( $SD = 0.31$ ). Er zijn 67 jongens (55.8%) en 53 meisjes (44.2%) en het betreft voornamelijk kinderen met de Nederlandse nationaliteit (85.8%).

### *Procedure*

In dit onderzoek is sprake van een experimenteel design waarbij drie executieve functies zijn gemeten bij kinderen in groep 2 van het reguliere basisonderwijs. Vervolgens zijn deze executieve functies opnieuw gemeten in groep 3 en tevens is op dat moment het rekenniveau bepaald. De ouders van 60 kinderen hebben een ouderinterventie gehad met betrekking tot het bevorderen van het executief functioneren van hun kinderen. Het rekenniveau in groep 3 van de kinderen uit de interventiegroep is vervolgens vergeleken met een even grote controlegroep, waarbij gecontroleerd is voor leeftijd en geslacht.

De basisscholen in dit onderzoek zijn telefonisch benaderd door bachelor- en masterstudenten van de opleiding Pedagogische Wetenschappen van de Universiteit Leiden. Van de scholen die benaderd waren, kregen de scholen die interesse hadden een informatiebrief. Na toestemming van de school werd er door middel van een informatiebrief toestemming gevraagd aan de ouders. Inclusiecriteria voor deelname van de kinderen waren: de kinderen zaten ten minste twee maanden op school, de kinderen spraken Nederlands en de ouders van de kinderen konden Nederlands lezen.

De tests werden afgenomen door getrainde bachelor- en masterstudenten van de opleiding Pedagogische Wetenschappen van de Universiteit Leiden. De dataverzameling vond plaats van januari tot en met april 2009. De kinderen werden getest in drie sessies van een uur in een vaste volgorde. De drie sessies waren op verschillende dagen. De kinderen hadden alle dagen dezelfde student als onderzoeker. Na de drie sessies kregen de kinderen een spel als beloning. De tests werden op school in een rustige testruimte afgenomen en voor aanvang werd er een duidelijke uitleg gegeven aan de kinderen. De tweede meting vond plaats van januari tot mei 2010. In de periode van januari tot en met maart 2010 is de toets rekenen-wiskunde van het Centraal Instituut voor Toetsontwikkeling afgenomen en vervolgens opgevraagd bij de scholen. Scholen kregen daarvoor een cadeau ter waarde van € 25,-, waarbij ze een keuze hadden uit drie cadeaus.

De ouders van de kinderen kregen een uitnodiging om deel te nemen aan de oudertraining. Deelname aan de oudertraining was vrijwillig. De training bestond uit drie bijeenkomsten op de school. De training werd gegeven door een hoogleraar op het vakgebied van orthopedagogiek, met betrekking tot diagnostiek en in het bijzonder neuropedagogisch assessment van de Universiteit Leiden. De doelstelling van de oudertraining was het bewust sturen op de ontwikkeling van de kinderen. Het theoriegedeelte van de cursus bestond uit vier onderdelen: 1. De ontwikkeling van de hersenen. 2. Het verwerven van kennis en vaardigheden. 3. De bouwstenen van het bètalen. 4. Het stimuleren van de ontwikkeling van die bouwstenen bij kinderen. De drie bijeenkomsten waren



ingedeeld volgens de volgende zes thema's: 1. Exploratie. 2. Inhibitie, werkgeheugen en aandacht. 3. Emotieperceptie en labeling. 4. Theory of mind / perspectief nemen. 5. Probleem oplossen, ideeënproductie, planning en mentale flexibiliteit. 6. Integratie en afsluiting. De bijeenkomsten bestonden uit een theoretisch gedeelte en oefening van vaardigheden om kinderen te stimuleren in hun ontwikkeling en daarbij kwamen huiswerkopdrachten.

### *Meetinstrumenten*

De drie executieve functies werkgeheugen, inhibitie en volgehouden aandacht zijn gemeten met enkele taken van de Amsterdamse Neuropsychologische Taken (ANT) (De Sonneville, 2008). De ANT is een testbatterij waarmee basale processen, die ten grondslag liggen aan de uitvoering van complexe cognitieve processen, worden geëvalueerd. Momenteel omvat de ANT 38 taken voor het onderzoek van neuropsychologische functies van kleuters, kinderen, adolescenten, volwassenen en ouderen. De betrouwbaarheid van de ANT is bevredigend tot goed en de taken van de ANT zijn sensitief en valide (Günther, Konrad, De Brito, Herpertz-Dahlmann & Vloet, 2011; Marchetta, Hurks, De Sonneville, Krabbendam & Jolles, 2008; De Sonneville, 2005).

Het werkgeheugen is gemeten aan de hand van de taak Spatial Temporal Sequencing (STS). Deze taak is ontworpen om het geheugen voor visuospatiële temporele patronen te meten (De Sonneville, 2008). Het kind krijgt negen hokjes te zien in een 3x3 matrix. Tijdens deel 1 van de taak worden enkele hokjes door de computer achter elkaar aangewezen. Het patroon van de aangewezen hokjes wordt steeds complexer. Het kind klikt met de muis de hokjes aan die zijn aangewezen, in de goede volgorde ('Voorwaarts'). Tijdens deel 2 klikt het kind de hokjes aan die zijn aangewezen, in de omgekeerde volgorde ('Achterwaarts'). Bij deel 1 wordt voornamelijk een beroep gedaan op het korte termijngeheugen en bij deel 2 voornamelijk op het werkgeheugen, aangezien daar een bewerking wordt gevraagd. Als maat voor het werkgeheugen wordt gebruik gemaakt van het aantal geïdentificeerde targets in de juiste volgorde achterwaarts. Hoe hoger de score op het onderdeel 'Achterwaarts', des te beter het werkgeheugen is ontwikkeld.

Inhibitie is gemeten aan de hand van de taak Go-NoGo (GNG). Deze taak is ontworpen om inhibitie en inattentie te meten (De Sonneville, 2008). Op het scherm wordt een plaatje getoond dat centraal staat tijdens deze taak, dit is de Go stimulus. Er zijn twee typen: de Go stimulus en de NoGo stimulus. Bij de taak wordt het kind gevraagd op de muis te klikken als de Go stimulus wordt getoond en niet als de NoGo stimulus wordt getoond. Van de stimuli is 75% een Go stimulus. Daardoor wordt de inhibitie van het kind op de proef gesteld. Als maat voor inhibitie wordt het percentage 'false alarms' genomen; het aantal keer dat er onterecht op de muis is geklikt. Hoe kleiner het percentage 'false alarms', des te beter de inhibitie.

De executieve functie volgehouden aandacht is gemeten aan de hand van de taak Sustained Attention Objects 2 keys (SA02). Deze taak is ontworpen om de visuele volgehouden aandacht te meten (De Sonneville, 2008). Op het computerscherm wordt een plaatje getoond van een huis met drie ramen en een deur. Elke keer wordt een plaatje van een dier gepresenteerd in één van de ramen of in de deur. Als een plaatje van één bepaald dier wordt gepresenteerd drukt het kind op de ‘ja-knop’ als een plaatje van een willekeurig ander dier wordt gepresenteerd drukt het kind op de ‘nee-knop’. Er wordt auditieve feedback gegeven op fouten. Als maat voor volgehouden aandacht wordt de gemiddelde serietijd genomen en het percentage ‘overall’ fouten. Hoe lager de gemiddelde serietijd en het percentage ‘overall’ fouten, des te beter de volgehouden aandacht is ontwikkeld.

Volgehouden aandacht is een hogere orde van aandacht waarbij veel cognitieve controle nodig is. Basale aandacht is een lagere orde van aandacht. Deze laatste variabele wordt dan ook gebruikt ter controle van volgehouden aandacht. Wanneer basale aandacht niet gerelateerd blijkt te zijn aan het rekenniveau, dan zal volgehouden aandacht dat ook niet zijn. De oorzaak van dat verband zou dan bestaan uit de component snelheid van informatieverwerking. Basale aandacht is gemeten met de taak Baseline Speed (BS). Deze taak is ontworpen om de simpele reactietijd en het intensiteitsaspect van aandacht te meten (De Sonneville, 2008). Bij deze taak wordt gevraagd om zo snel mogelijk te klikken als het kruisje op het scherm verandert in een vierkant. Als maat voor basale aandacht wordt de gemiddelde reactietijd genomen. Hoe lager de reactietijd, des te beter de basale aandacht.

Voor het bepalen van het rekenniveau van de kinderen in groep 3 is gebruik gemaakt van de toets voor rekenen-wiskunde van het Centraal Instituut voor Toetsontwikkeling (Cito, 2006), die standaard wordt afgenomen op de basisscholen. Met de Cito rekenen-wiskunde wordt de rekenvaardigheid van leerlingen vastgesteld. Het niveau van de leerlingen wordt vergeleken met het gemiddelde van leerlingen in het reguliere basisonderwijs in hetzelfde leerjaar. De Cito rekenen-wiskunde voor groep 3 bestaat uit twee delen. De afname van elk deel duurt 40 tot 45 minuten. De toets die gebruikt is, genaamd M3, wordt halverwege het schooljaar (januari – maart) afgenomen. Als maat voor het rekenniveau van de kinderen is de ruwe score van deze toets gebruikt. Hoe hoger de ruwe score, des te beter het rekenniveau. De volgende leerstofonderdelen komen in de toets aan bod: getallen en getalrelaties, hoofdrekenen (optellen en aftrekken), meten, tijd en geld. De betrouwbaarheid van de papieren versie van M3 is .92. De Commissie Testaangelegenheden Nederland (COTAN; Evers, Lucassen, Meijer, & Sijtsma, 2009) beoordeelt de uitgangspunten bij de testconstructie, de kwaliteit van het testmateriaal, de kwaliteit van de handleiding, de normen, de betrouwbaarheid en de begripsvaliditeit van Cito rekenen-wiskunde groep 3 tot en met 8 als goed.

#### *Analysetechnieken*

De statistische analyses zijn uitgevoerd met behulp van Statistical Package for the Social Sciences-Windows versie 18 (SPSS Inc., Chicago, Illinois). Voor het bepalen van de relatie tussen de executieve functies gemeten in groep 2 en het rekenniveau in groep 3 wordt gebruik gemaakt van een multiple regressieanalyse. Het verband tussen de variabelen moet lineair zijn, dit wordt gecontroleerd met behulp van de Pearson correlatietoets. Een correlatie lager dan .3 is zwak, tussen .3 en .5 is matig en groter dan .5 is sterk (Cohen, 1988). Er zal getoetst worden bij een significantieniveau van .05.

Om te bepalen of de oudertraining effect heeft gehad op verandering van het niveau van de executieve functies tussen groep 2 en groep 3 en mogelijk daarmee op het rekenniveau, wordt een repeated measures ANOVA analyse uitgevoerd met de conditie interventiegroep/controlegroep als between-subjects factor. Daarnaast wordt er een vergelijking gemaakt tussen het rekenniveau in groep 3 van de kinderen van de ouders die een oudertraining hebben gehad en van de kinderen van de ouders die geen oudertraining hebben gehad. Er waren geen vergelijkbare gegevens van het rekenniveau in groep 2 beschikbaar waardoor hier gekozen wordt voor een onafhankelijke t-toets in plaats van een repeated measures ANOVA analyse. Er wordt eenzijdig getoetst bij een significantieniveau van .05. De effectgrootte wordt berekend met behulp van Cohen's d (Cohen, 1977) waarbij  $d \leq .19$  geen of een verwaarloosbaar effect weergeeft,  $.20 \leq d \leq .49$  een klein effect weergeeft,  $.50 \leq d < 1.20$  een middelgroot effect weergeeft en  $d \geq 1.20$  een groot effect weergeeft (Cohen, 1988).

## **Resultaten**

De resultatensectie bestaat uit twee delen. Het eerste deel beslaat de data-inspectie en de analyses met betrekking tot de totale steekproef. Het tweede deel heeft betrekking op het effect van de oudertraining en beslaat de data-inspectie en de analyses van de interventiegroep en de controlegroep: de substeekproef.

### Deel 1: totale steekproef

#### *Data-inspectie*

Hieronder staat de data-inspectie van de totale steekproef per variabele beschreven. De beschrijvende gegevens van de numerieke variabelen staan vermeld in Tabel 1.

#### *Basale aandacht – taak Baseline Speed (BS)*

Het onderdeel 'Gemiddelde reactietijd' van de taak BS waarmee de basale aandacht wordt gemeten heeft een rechtsscheve verdeling. Deze rechtsscheve verdeling is te verklaren doordat de taak BS een eenvoudige taak betreft en kinderen daardoor vlot kunnen reageren. Tevens is er altijd een bepaald minimum aan reactietijd nodig waardoor er geen zeer snelle reactietijden, aan de linkerkant van de verdeling, te zien zijn. Er is geen sprake van missende waarden. Wel is er sprake van een uitbijter, maar deze had geen invloed op het resultaat van de analyses en is niet verwijderd.

*Volgehouden aandacht – taak Sustained Attention Objects 2 Keys (SA02)*

Zowel het onderdeel ‘Gemiddelde serietijd’, als het onderdeel ‘Percentage ‘overall’ fouten’ van de taak SA02, waarmee volgehouden aandacht is gemeten, heeft een rechtsscheve verdeling. Deze rechtsscheve verdelingen zijn niet direct te verklaren. Mogelijk ligt het aan de soort taak waardoor de verdeling van de niveaus van volgehouden aandacht aan de linkerkant van de verdeling moeilijk te differentiëren zijn. Veel kinderen hebben weinig fouten gemaakt, maar onduidelijk is het niveauverschil tussen die kinderen. Er is sprake van één uitbijter bij het onderdeel ‘Percentage ‘overall’ fouten’, maar deze had geen invloed op het resultaat van de analyses en is niet verwijderd. Er is geen sprake van missende waarden.

Tabel 1

*Beschrijvende gegevens van de numerieke variabelen van de totale steekproef: De executieve functies in groep 2 en het rekenniveau in groep 3.*

	<i>N</i>	Min	Max	<i>M</i>	<i>s<sub>x</sub></i>	<i>Z</i> <sub>scheefheid</sub>	<i>Z</i> <sub>kurtosis</sub>
<u>Basale aandacht</u>							
Gemiddelde reactietijd	112	336	1137	551.33	145.21	6.81	6.65
<u>Volgehouden aandacht</u>							
Gemiddelde serietijd	112	9.94	25.45	15.38	2.87	3.90	2.40
Percentage ‘overall’ fouten	112	1.25	47.92	10.90	7.93	7.32	8.22
<u>Inhibitie</u>							
Percentage ‘false alarms’	112	0	100	33.38	22.71	5.31	2.57
<u>Werkgeheugen</u>							
Achterwaarts	112	0	63	18.37	13.51	3.56	.39
<u>Rekenniveau groep 3</u>	112	11	49	37.77	8.43	-4.41	1.76
<i>Geldige N (alle variabelen)</i>	112						

Noot:  $Z_{\text{scheefheid}} = \text{scheefheid/standaardmeetfout}$

$Z_{\text{kurtosis}} = \text{kurtosis/standaardmeetfout}$

*Inhibitie – taak Go-NoGo (GNG)*

Het onderdeel ‘Percentage ‘false alarms’’ van de taak GNG waarmee inhibitie wordt gemeten heeft een rechtsscheve verdeling. Deze rechtsscheve verdeling is te verklaren doordat het hier een vrij eenvoudige taak betrof en de meeste kinderen daardoor weinig fouten maakten. Er is geen sprake van uitbijters of missende waarden.

*Werkgeheugen – taak Spatial Temporal Sequencing (STS)*

Het onderdeel ‘Achterwaarts’ van de taak STS, waarmee het werkgeheugen wordt gemeten, heeft een rechtsscheve verdeling. Deze scheve verdeling is niet direct te verklaren. De verwachting was dat hier sprake zou zijn van een normale verdeling. Mogelijk is het te verklaren door de kleine steekproef, waardoor de verdeling anders uitvalt dan in de normale populatie te verwachten is. Er is geen sprake van uitbijters of missende waarden.

*Rekenen – Cito rekenen-wiskunde – groep 3*

Het rekenniveau van de kinderen in groep 3 heeft een linksscheve verdeling. Dit is te verklaren doordat deze toets een bepaald moeilijkheidsniveau heeft waar enkele kinderen waarschijnlijk boven zitten, maar wat niet gemeten is. Er is geen sprake van uitbijters of missende waarden. Voor de variabele Rekenen, maar ook voor de andere variabelen geldt dat er geen sprake is van normaliteit. Om die reden is voorzichtigheid geboden bij het trekken van conclusies over de gehele populatie op basis van de analyses.

Tabel 2

*De executieve functies volgehouden aandacht, inhibitie en werkgeheugen gemeten in groep 2 en het rekenniveau in groep 3: correlaties.*

	Rekenniveau	
	<i>R</i>	<i>P</i>
<u>Basale aandacht</u>		
Gemiddelde reactietijd	-.26**	.004
<u>Volgehouden aandacht</u>		
Gemiddelde serietijd	-.16	.09
Percentage ‘overall’ fouten	-.02	.83
<u>Inhibitie*</u>		
Percentale ‘false alarms’	-.07	.45
<u>Werkgeheugen*</u>		

Achterwaarts

.36\*\*

<.001

---

\* Inhibitie en werkgeheugen zijn eenzijdig getoetst.

\*\* Correlatie is significant bij een significantieniveau van 0.01.

*Het voorspellend vermogen van de executieve functies volgehouden aandacht, inhibitie en werkgeheugen gemeten in groep 2 voor het rekenniveau in groep 3.*

Met de Pearson correlatietoets is de correlatie bepaald tussen de drie executieve functies die gemeten zijn in groep 2 en het rekenniveau in groep 3. Het onderdeel ‘Achterwaarts’ wat de score van het werkgeheugen weergeeft, is de enige variabele die gecorreleerd is met het rekenniveau in groep 3 (Tabel 2). Het werkgeheugen in groep 2 is matig gecorreleerd met het rekenniveau in groep 3,  $r(110) = .36, p < .001$ . Hoe beter het werkgeheugen in groep 2, des te hoger het rekenniveau in groep 3.

Met een enkelvoudige regressieanalyse is onderzocht of het werkgeheugen, gemeten in groep 2, een goede voorspeller is voor het rekenniveau in groep 3. Er is alleen met het werkgeheugen een multiple regressieanalyse uitgevoerd, omdat er met betrekking tot de variabelen volgehouden aandacht en inhibitie niet is voldaan aan de voorwaarden om een regressieanalyse uit te voeren. Uit de analyse blijkt dat het werkgeheugen, gemeten in groep 2, significant bijdraagt aan het rekenniveau in groep 3,  $F(1,111) = 17.32, p < .001$ . De variabele werkgeheugen, gemeten in groep 2, verklaart 13% van de variantie in het rekenniveau in groep 3. De aangepaste verklaarde variantie van 12% houdt rekening

met het aantal verklarende variabelen in het model en geeft daarmee een meer realistische waarde van de verklaarde variantie ( $R^2_{adj} = .12$ ). Het voorspellend vermogen van het werkgeheugen in groep 2 voor het rekenniveau in groep 3 is significant,  $\beta = .36$ ,  $t(111) = 4.16$ ,  $p < .001$  (Tabel 3). De regressievergelijking voor deze voorspelling luidt:  $\hat{y} = 33.67 + .22x$ , waarbij 'x' het werkgeheugen is gemeten in groep 2. Anders gezegd: het rekenniveau in groep 3 =  $33.67 + (.22 \times \text{werkgeheugen gemeten in groep 2})$ .

Tabel 3

*Regressieanalysetabel: Afhankelijke variabele: Rekenniveau in groep 3. (N=112)*

	Ongestandaardiseerde coëfficiënten	Gestandaardiseerde coëfficiënten	t	p
	Standaard. B	Meetfout	$\beta$ (Beta)	
<i>Compleet model</i>				
(Constante)	33.67	1.22	27.59	<.001
Werkgeheugen (‘Achterwaarts’)	.22	.05	.36	4.16 <.001

Deel 2: substeekproef

*Data-inspectie interventiegroep en controlegroep*

Na inspectie van de data van de interventiegroep zijn 41 van de 60 proefpersonen uit de interventiegroep verwijderd. Bij 19 kinderen misten de waarden van enkele executieve functies, van het rekenniveau of van zowel executieve functies als het rekenniveau. Daarnaast waren 22 kinderen jonger dan 5 jaar en zaten nog in groep 1. De 19 overgebleven proefpersonen uit de interventiegroep zijn gekoppeld aan 19 proefpersonen uit de controlegroep. Daarbij is gecontroleerd voor zowel leeftijd als voor geslacht.

Van deze 38 kinderen, in de leeftijd van 5.08 jaar tot 6.31 jaar met een gemiddelde leeftijd van 5.66 jaar ( $SD = 0.30$ ), is het rekenniveau in groep 3 bepaald. Er waren 14 jongens (36.8%) en 24 meisjes (63.2%) en het betrof voornamelijk kinderen met de Nederlandse nationaliteit (94.7%). Met betrekking tot het rekenniveau in groep 3 is er bij de substeekproef sprake van een normale verdeling. Er is geen sprake van uitbijters of missende waarden. Aangezien het werkgeheugen, gemeten in groep 2, significant gerelateerd bleek te zijn aan het rekenniveau in groep 3, wordt deze variabele meegenomen in de analyses voor de substeekproef. Het werkgeheugen gemeten met het onderdeel

‘Achterwaarts’ van de taak STS heeft bij de substeekproef een rechtsscheve verdeling. Deze scheve verdeling is niet direct te verklaren. De verwachting was dat hier sprake zou zijn van een normale verdeling. Mogelijk is het te verklaren door de kleine steekproef, waardoor de verdeling anders uitvalt dan in de normale populatie te verwachten is. Er is geen sprake van uitbijters of missende waarden. De beschrijvende gegevens van het werkgeheugen, gemeten in groep 2, en het rekenniveau in groep 3 voor de substeekproef staan vermeld in Tabel 4.

Tabel 4

*Beschrijvende gegevens van het werkgeheugen gemeten in groep 2 en het rekenniveau in groep 3 van de substeekproef.*

	<i>N</i>	Min	Max	<i>M</i>	<i>s<sub>X</sub></i>	<i>Z</i> <sub>scheefheid</sub>	<i>Z</i> <sub>kurtosis</sub>
<u>Werkgeheugen</u>							
‘Achterwaarts’	38	0	63	18.34	2.29	3.19	2.49
<u>Rekenniveau</u>	38	21	49	39.00	0.98	2.22	1.39
<i>Geldige N (alle variabelen)</i>	38						

*Het voorspellend vermogen van de executieve functie werkgeheugen gemeten in groep 2 voor het rekenniveau in groep 3.*

Voor de totale steekproef bleek het werkgeheugen, gemeten in groep 2, een significante voorspeller voor het rekenniveau in groep 3. Ter controle is deze analyse herhaald voor de substeekproef. Het werkgeheugen, gemeten in groep 2, voor de 38 kinderen is matig gecorreleerd met het rekenniveau in groep 3,  $r(36) = .35$ ,  $p = .03$ . Hoe beter het werkgeheugen in groep 2, des te hoger het rekenniveau in groep 3.

Tevens is met een enkelvoudige regressieanalyse gecontroleerd of het werkgeheugen, gemeten in groep 2, bij deze 38 kinderen een goede voorspeller is voor het rekenniveau in groep 3. Uit de analyse blijkt dat het werkgeheugen in groep 2 significant bijdraagt aan het rekenniveau in groep 3,  $F(1,37) = 5.13$ ,  $p = .03$ . De variabele werkgeheugen, gemeten in groep 2, verklaart 13% van de variantie in het rekenniveau in groep 3. De aangepaste verklaarde variantie van 10% houdt rekening met het aantal verklarende variabelen in het model en geeft daarmee een meer realistische waarde van de verklaarde variantie ( $R^2_{adj} = .10$ ). Het voorspellend vermogen van het werkgeheugen, gemeten in groep 2, voor het rekenniveau in groep 3 is significant,  $\beta = .35$ ,  $t(37) = 2.27$ ,  $p = .03$  (Tabel 5). De



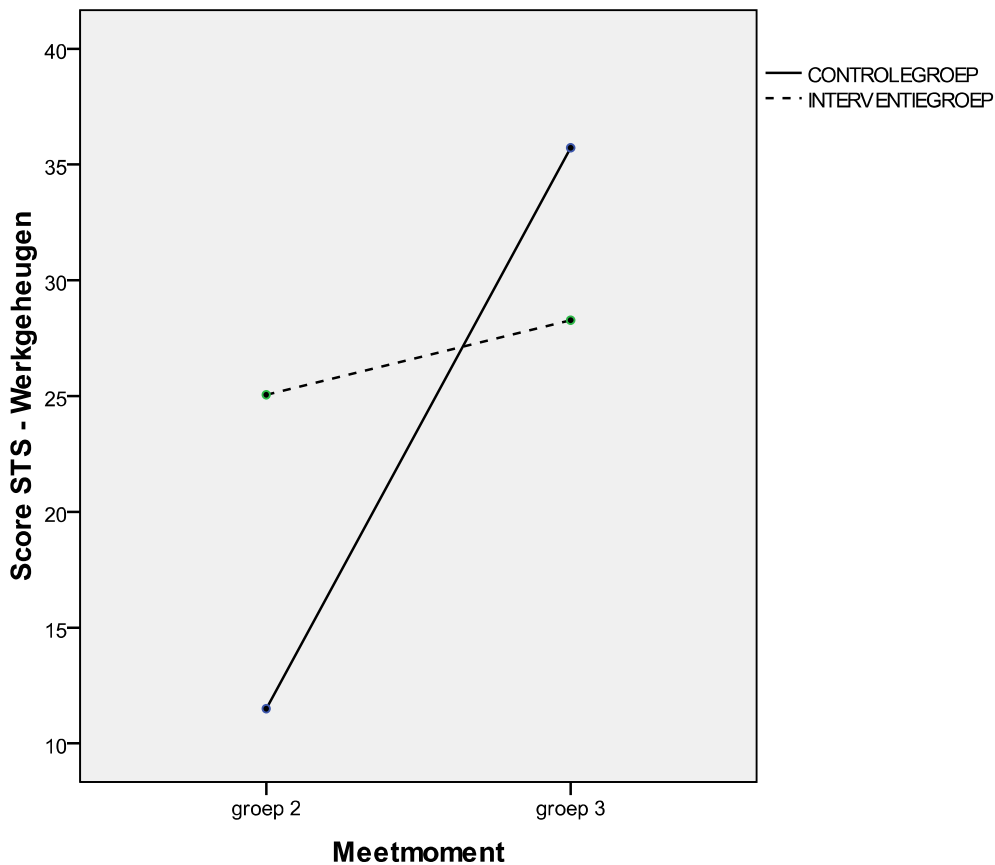
regressievergelijking voor deze voorspelling luidt:  $\hat{y} = 36.23 + .15x$ , waarbij  $x$  = werkgeheugen in groep 2. Anders gezegd: het rekenniveau in groep 3 =  $36.23 + (.15 \times \text{werkgeheugen in groep 2})$ .

Tabel 5

*Regressieanalysetabel: Afhankelijke variabele: Rekenniveau in groep 3. (N=38)*

	Ongestandaardiseerde Coëfficiënten		Gestandaardiseerde coëfficiënten	<i>t</i>	<i>p</i>
	<i>B</i>	Standaard. Meetfout	$\beta$ (Beta)		
<i>Compleet model</i>					
(Constante)	36.23	1.54		23.57	.00
Werkgeheugen (‘Achterwaarts’)	.15	.07	.35	2.27	.03

Met betrekking tot het bepalen van het verschil in het rekenniveau van de interventiegroep en de controlegroep is er gebruikt gemaakt van een onafhankelijke t-toets. Er waren geen vergelijkbare gegevens beschikbaar van het rekenniveau van de kinderen in groep 2, waardoor er enkel gekeken is naar het verschil in het rekenniveau tussen de interventiegroep en de controlegroep in groep 3. Bij de analyse is uitgegaan van gelijke varianties bepaald door de Levene’s toets,  $F(1,37) = 3.27$ ,  $p = .08$ . Er is een significant verschil gevonden tussen de interventiegroep en de controlegroep,  $t(37) = -2.60$ ,  $p = .015$ . De kinderen uit de interventiegroep ( $M = 41.37$ ,  $SD = 4.03$ ) behalen gemiddeld een hoger rekenniveau in groep 3 dan de kinderen uit de controlegroep ( $M = 36.63$ ,  $SD = 6.85$ ). De effectgrootte is bepaald aan de hand van Cohen’s  $d$  en komt op 0.84, wat een groot effect is.



Figuur 1. Ontwikkeling van het werkgeheugen van groep 2 naar groep 3.

Om te bepalen of dit verschil in rekenniveau in groep 3 verklaard kan worden door een verandering van het werkgeheugen tussen groep 2 en groep 3, is een repeated measures ANOVA analyse uitgevoerd. Met behulp van deze analyse is bepaald wat het effect is van de oudertraining op de verandering van het werkgeheugen bij de kinderen tussen groep 2 en groep 3. Uit de analyse blijkt dat er sprake is van een significant interactie-effect tussen de twee meetmomenten en de interventiegroep en de controlegroep,  $F(1,37) = 14.75, p < .0001$ , partial  $\eta^2 = .29$ . De interventiegroep en de controlegroep verschillen significant in de mate van stijging van het werkgeheugen van groep 2 naar groep 3 (Figuur 1). Het gemiddelde van de interventiegroep stijgt van 24.21 ( $SD = 2.98$ ) in groep 2 naar 26.95 ( $SD = 2.93$ ) in groep 3. Het gemiddelde van de controlegroep stijgt van 12.47 ( $SD = 2.98$ ) in groep 2 naar 36.16 ( $SD = 2.93$ ) in groep 3. Wanneer de twee meetmomenten worden samengenomen is er geen significant verschil tussen de twee groepen,  $F(1,37) = .16, p = .69$ .

## Discussie

In dit onderzoek is het voorspellend vermogen van drie executieve functies gemeten in groep 2 voor het rekenniveau in groep 3 onderzocht. Van de executieve functies volgehouden aandacht, inhibitie en werkgeheugen blijkt alleen het werkgeheugen gerelateerd te zijn aan het rekenniveau. Hoe beter het werkgeheugen in groep 2, des te hoger het rekenniveau in groep 3. Geconcludeerd kan worden dat het werkgeheugen in groep 2 een voorspellend vermogen heeft voor het rekenniveau in groep 3. Het werkgeheugen in groep 2 levert een significante bijdrage van 12% aan de verklaring van de variantie in het rekenniveau in groep 3. Dit komt overeen met de eerder genoemde hypothese, gebaseerd op onderzoek van onder andere Passolunghi en Siegel (2001) en Toll et al. (2011) waarbij is aangetoond dat problemen met het werkgeheugen onderliggend zijn aan rekenproblemen bij kinderen. Een mogelijke verklaring voor deze relatie is dat kinderen met een zwakker werkgeheugen moeite hebben met het opslaan en manipuleren van informatie tijdens het oplossen van rekenproblemen (Andersson, 2008).

Volgehouden aandacht, gemeten in groep 2, blijkt niet gerelateerd te zijn aan het rekenniveau in groep 3. Dit komt niet overeen met de gestelde hypothese gebaseerd op onderzoek van Campbell, D'Amato, Raggio en Stephens (1991) en Lam & Beale (1991). Tevens is er sprake van een tegenstrijdig resultaat in vergelijking met het onderzoek van Steinmayr, Ziegler en Träuble (2010) waarbij volgehouden aandacht wel degelijk gerelateerd was aan het rekenniveau. Een mogelijke verklaring voor het verschil tussen het huidige onderzoek en die van Steinmayr, Ziegler en Träuble (2010) is dat bij het onderzoek van Steinmayr, Ziegler en Träuble een rekentaak is gebruikt om volgehouden aandacht te meten. Met die taak is daardoor niet alleen volgehouden aandacht gemeten maar voor een deel ook rekenvaardigheden. In het huidige onderzoek is een taak gebruikt waarbij enkel visuele volgehouden aandacht vereist was. Een andere mogelijke verklaring voor het verschil tussen de twee onderzoeken kan liggen in het feit dat volgehouden aandacht pas nodig is bij complexe rekentaken. Het onderzoek van Steinmayr, Ziegler en Träuble was namelijk uitgevoerd bij elf- en twaalfjarigen terwijl het huidige onderzoek bij vijf- en zesjarige kinderen is uitgevoerd.

Inhibitie, gemeten in groep 2, blijkt niet gerelateerd te zijn aan het rekenniveau in groep 3. Dit komt niet overeen met de hypothese waarin gesteld werd dat inhibitie het rekenniveau zou kunnen voorspellen. Het resultaat komt daarmee niet overeen met het onderzoek van Espy, McDiarmid, Cwik, Stalets, Hamby, & Senn (2004) waarbij inhibitie de rekenvaardigheden van kleuters voorspelde. Het huidige onderzoek komt wel overeen met onderzoek van Toll et al. (2011) waarbij er geen verschil was qua inhibitie tussen kinderen met een verschillend rekenniveau. Volgens Bull et al. (2008) is inhibitie noodzakelijk tijdens het rekenen voor het onderdrukken van irrelevante informatie en eerder aangeleerde strategieën tijdens het oplossen van rekenproblemen. Dat in het huidige onderzoek geen relatie is gevonden tussen inhibitie en rekenvaardigheden kan mogelijk verklaard worden doordat er bij het rekenen in groep 3 nog weinig complexe vaardigheden worden gevraagd. Daarnaast is er op die leeftijd ook nog weinig sprake van het moeten onderdrukken van eerdere aangeleerde

rekenstrategieën, aangezien die dan pas worden aangeleerd. Dit kan betekenen dat de rol van inhibitie pas aan de orde komt op latere leeftijd wanneer de sommen ingewikkelder worden en er meerdere denkstappen vereist worden.

Naast het onderzoek naar de relatie tussen de executieve functies en rekenen is de invloed van een oudertraining met betrekking tot het bevorderen van executieve functies bij kinderen op het rekenniveau onderzocht. De kinderen uit de interventiegroep behaalden gemiddeld een significant hoger rekenniveau in groep 3 dan de kinderen uit de controlegroep. Dit resultaat komt overeen met de hypothese die is opgesteld, naar aanleiding van onderzoek van onder andere Murray et al. (2008), waarbij oudertraining met betrekking tot executieve functies effectief bleek te zijn voor de verbetering van academische vaardigheden en productiviteit van kinderen met ADHD. Het is nog onduidelijk welke aspecten van de oudertraining effectief waren voor verbetering van de rekenresultaten van de kinderen. Een mogelijke verklaring is de relatie tussen het werkgeheugen en rekenen. Hoe meer het werkgeheugen is gestimuleerd en verbeterd door middel van de oudertraining, des te hoger het rekenniveau van de kinderen. Uit de analyses blijkt echter dat het werkgeheugen van de controlegroep significant meer stijgt dan het werkgeheugen van de interventiegroep. Er is sprake van een significant interactie-effect van groep 2 naar groep 3. Deze resultaten lijken erop te duiden dat het verschil in rekenniveau niet valt te verklaren door stimulering van het werkgeheugen door middel van de ouderinterventie. Er is echter voorzichtigheid geboden bij deze conclusie vanwege de beperkte steekproef.

Ondanks de gevonden resultaten zijn er ook enkele beperkingen van dit onderzoek te noemen. Ten eerste was de steekproef van dit onderzoek klein, wat betekent dat de power van het onderzoek kleiner is en er mogelijk andere significante resultaten niet gevonden zijn. Ten tweede zijn bij dit onderzoek niet alle executieve functies meegenomen. Om een compleet beeld te krijgen van de relatie tussen executieve functies en rekenen, zullen alle executieve functies moeten worden meegenomen in een volgend onderzoek. Ten derde zijn er verschillende manieren om executieve functies te meten en de instrumenten bepalen wat er precies gemeten wordt. Onduidelijk is het nog wat de invloed is van de meetinstrumenten op de resultaten. Met name voor inhibitie, die moeilijk te operationaliseren is, zijn verschillende instrumenten ontwikkeld waardoor daar ook verschillende resultaten naar voren komen (Friedman & Miyake, 2004).

De resultaten van dit onderzoek geven echter mogelijkheden voor signalering en remediëring van rekenproblemen bij kinderen. Aangezien het werkgeheugen mogelijk niet alleen een voorspeller is van het taalniveau van een kind (o.a. Montgomery, Polunenko, & Marinellie, 2009), maar ook van het rekenniveau kunnen instrumenten ontwikkeld worden om op jonge leeftijd het werkgeheugen goed in kaart te brengen. Wanneer blijkt dat het werkgeheugen bij een kind zwak is, kunnen stappen ondernomen worden om dit werkgeheugen te verbeteren ten behoeve van het voorkomen van latere taal- of rekenproblemen. De oudertraining in dit onderzoek leek het werkgeheugen niet te stimuleren,

al is er voorzichtigheid geboden bij deze conclusie vanwege de beperkte steekproef. Ander onderzoek naar training van alleen het werkgeheugen bij oudere kinderen is wel effectief gebleken (Holmes, Gathercole & Dunning, 2009). Onderzoek naar training van het werkgeheugen bij kinderen uit groep 2 en groep 3 is echter nog schaars, zeker als het gaat om oudertrainingen. Doordat het resultaat met betrekking tot het effect van de interventie op het werkgeheugen en op het rekenniveau niet overeenkomt met de gestelde hypothesen lijkt het hier op zijn plaats om het huidige onderzoek te herhalen met een grotere steekproef. Daarbij kan onderzocht worden hoe een oudertraining met betrekking tot bevordering van het werkgeheugen zo effectief mogelijk gegeven kan worden.

## Referenties

- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, 8, 71–82.
- Andersson, U. (2008). Working memory as a predictor of written arithmetical skills in children: The importance of central executive functions. *British Journal of Educational Psychology*, 78, 181–203.
- Baddeley, A.D. (1992). Working memory. *Science*, 255, 556-559.
- Barkley, R.A. (1997) Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121, 65–94.
- Barkley, R.A. (2001). The executive functions and self-regulation: An evolutionary neuropsychological perspective. *Neuropsychology Review*, 11, 1–29.
- Blair, C., & Razza, R.P. (2007). Relating effortful control, executive function, false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, 78, 647-663.
- Blok, H, Fukkink, R.G., Gebhardt, E.C., & Leseman, P.P.M. (2005). The relevance of delivery mode and other programme characteristics for the effectiveness of early childhood intervention. *International Journal of Behavioral Development*, 29, 35-47.
- Bryant, D.P., Bryant, B.R., Roberts, G., Vaughn, S., Hughes Pfannenstiel, K., Porterfield, J., & Gersten, R. (2011). Early numeracy intervention program for first-grade students with mathematics difficulties. *Exceptional Children*, 78, 7-23.
- Bull, R., Espy, K.A., & Wiebe, S.A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33, 205–228.
- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children’s mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19, 273–293.
- Calkins, S.D., & Marcovitch, S. (2010). *Emotion regulation and executive functioning in early development: Integrated mechanisms of control supporting adaptive functioning*. In Calkins, S.D., & Bell, M.A. (Eds.), *Child development: At the intersection of emotion and cognition* (pp. 37–58). Washington, DC: APA Press.
- Campbell, J.W., D'Amato, R.C., Raggio, D.J., & Stephens, K.D. (1991). Construct validity of the computerized continuous performance test with measures of intelligence, achievement, and behavior. *Journal of School Psychology*, 29, 143-150.
- Carlson, S.M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 28, 595–616.
- Castellanons, F.X., & Tannock, R. (2002). Neuroscience of attention deficit / hyperactivity disorder: The search for endophenotypes. *Nature*, 3, 617-628.

- Cito (2006). *Leerling- en onderwijsvolgsysteem, Rekenen-Wiskunde, groep 3*. Arnhem: Cito.
- Cohen, J. (1977). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. (1st Ed). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Coull, J.T. (1998). Neural correlates of attention and arousal: Insights from electrophysiology, functional neuroimaging and psychopharmacology. *Progress in Neurobiology*, 55, 343–361.
- Diamond, A., Barnett, W.S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science*, 318, 1387-1388.
- Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*, 333, 959-964.
- Evers, A., Lucassen, W, Meijer, R., & Sijtsma, K. (2009). *Cotan beoordelingssysteem voor de kwaliteit van tests*. Amsterdam: NIP/COTAN.
- 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, 465-486.
- Frede, C.E. (1995). The role of program quality in producing early childhood program benefits. *The Future of Children*, 5, 115-132.
- 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.
- Gathercole, S.E., & Pickering, S.J. (2000). Working memory deficits in children with low achievements in the national curriculum at 7 years of age. *British Journal of Educational Psychology*, 70, 177-194.
- Gilbert, S.J., & Burgess, P.W. (2008). Executive function. *Current Biology*, 18, 110–114.
- Günther T., Konrad K., De Brito S.A., Herpertz-Dahlmann B., Vloet, T.D. (2011). Attentional functions in children and adolescents with ADHD, depressive disorders, and the comorbid condition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 52, 324-331.
- Holmes, J., Gathercole, S.E., & Dunning, D.L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*, 12, F9–F15.
- Huang-Pollock, C.L., & Nigg, J.T. (2003). Searching for the attention deficit in attention deficit hyperactivity disorder: The case of visuospatial orienting. *Clinical Psychology Review*, 23, 801-830.
- Huizinga, M. (2007). De ontwikkeling van executieve functies tussen kindertijd en jongvolwassenheid. *Neuropraxis*, 11, 69-76.

- Ingersoll, B., & Gergans, S. (2007). The effect of a parent-implemented imitation intervention on spontaneous imitation skills in young children with autism. *Research in Developmental Disabilities, 28*, 163–175.
- Kroesbergen, E.H., Van Luit, J.E.H., Van Lieshout, E., Van Loosbroek, E., & Van de Rijt, B.A.M. (2009). Individual differences in early numeracy: The role of executive functions and subitizing. *Journal of Psychoeducational Assessment, 27*, 226–236.
- Kroesbergen, E.H., Van de Rijt, B.A.M., & Van Luit, J.E.H. (2007). Working memory and early mathematics: Possibilities for early identification of mathematics learning disabilities. *Advances in Learning and Behavioral Disabilities, 20*, 1-19.
- Lam, C.M., Beale, I.L. (1991). Relations among sustained attention, reading performance, and teachers' ratings of behavior problems. *Remedial and Special Education, 12*, 40-47.
- Marchetta, N.D.J., Hurks, P.P.M, Sonnevile, L.M.J., de & Krabbendam, L., & Jolles, J. (2008). Sustained and Focused Attention Deficits in Adult ADHD. *Journal of Attention Disorders, 11*, 664-676.
- 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.
- McLean, J.F., & Hitch, G.J. (1999). Working memory impairments in children with specific arithmetic learning difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology, 74*, 240–260.
- Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witzki, A.H., Howerter, A., & Wager, T.D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology, 41*, 49–100.
- Montgomery, J., Polunenko, A., & Marinellie, S. (2009). The role of working memory in children's understanding spoken narratives. *Applied Psycholinguistics, 30*, 1–25.
- Murray, D.W., Rabiner, D., Schulte, A., & Newit, K. (2008). Feasibility and integrity of a parent-teacher consultation intervention for ADHD students. *Child Youth Care Forum, 37*, 111-126.
- Passolunghi, M.C., & Siegel, L.S. (2001). Short-term memory, working memory, and inhibitory control in children with difficulties in arithmetic problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology, 80*, 44–57.
- Passolunghi, M.C., Vercelloni, B., & Schadee, H. (2007). The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability and numerical competence. *Cognitive Development, 22*, 165-184.



- Ruijsenaars, W., & Van Luit, H. (2007). Rekenen. In K. Verschueren, & H. Koomen (Eds), *Handboek diagnostiek in de leerlingenbegeleiding* (pp. 43-56). Antwerpen-Apeldoorn: Garant.
- Schreibman, L., & Koegel, R. L. (2005). Training for parents of children with autism: Pivotal responses, generalization, and individualization of interventions. In Hibbs, E.D., & Jensen, P.S. (Eds.), *Psychosocial treatments for child and adolescent disorders: Empirically based strategies for clinical practice (2nd ed., pp. 605–631)*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Siegel, L.S., & Ryan, E.B. (1989). The development of working memory in normally achieving and subtypes of learning disabled children. *Child Development, 60*, 973-980.
- Sonneville, L.M.J., de (2008). *ANT: Handleiding*. Amsterdam: Boom test uitgevers.
- Sonneville, L.M.J., de (2005). Amsterdamse neuropsychologische taken: wetenschappelijke en klinische toepassingen. *Tijdschrift voor Neuropsychologie, 0*, 27-41.
- St.Clair-Thompson, H.L., & Gathercole, S.E. (2006). Executive functions and achievements on national curriculum tests: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 59*, 745-759.
- Starkey, P., Klein, A., & Wakeley, A. (2004). Enhancing young childrens’s mathematical knowledge through a pre-kindergarten mathematics intervention. *Early Childhood Research Quarterly, 19*, 99-120.
- Steinmayr, R., Ziegler, M., & Träuble, B. (2010). Do intelligence and sustained attention interact in predicting academic achievement? *Learning and Individual Differences, 20*, 14–18.
- Toll, S.W.M., Van der Ven, S.H.G., Kroesbergen, E.H., & Van Luit, J.E.H. (2011). Executive functions as predictors of math learning disabilities. *Children with Learning Disabilities, 44*, 521-532.
- Van der Sluis, S., De Jong, P.F., & Van der Leij, A. (2007). Executive functioning in children, and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence, 35*, 427-449.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard Univ. Press, Cambridge, MA. In Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science, 333*, 959-964.
- White, K.R., Taylor, M.J., & Moss, V.D. (1992). Does research support claims about the benefits of involving parents in early intervention programs? *Review of Educational Research, 62*, 91-125.

- Willcutt, E.G., Doyle, A.E., Nigg, J.T., Faraone, S.V., & Pennington, B. F. (2005). Validity of the executive function theory of AttentionDeficit/Hyperactivity Disorder: a meta-analytic review. *Biological Psychiatry, 57*, 1336–1346
- Zamarian, L., Visani, P., Delazer, M., Seppi, K., Mair, K.J., Diem, A., Poewe, W, & Benke, T. (2006). Parkinson's disease and arithmetic: The role of executive functions. *Journal of the Neurological Sciences, 248*, 124–130.