

# Het verband tussen executief functioneren en schoolresultaten van basisschoolkinderen in groep 1 en 2



Chris Verhoef (0905771)  
Education and Child Studies  
Universiteit Leiden



Universiteit  
Leiden

Eerste lezer: dhr. Dr. T.B. Ziermans  
Tweede lezer: mw. A.M. Spruijt  
Datum: 11 augustus 2014

## Inhoudsopgave

Abstract .....	3
1. Inleiding.....	3
2. Methode.....	8
2.1 Procedure en participanten.....	8
2.2 Meetinstrumenten.....	8
2.2.1 Executieve functies.....	8
2.2.2 Schoolresultaten.....	11
2.4 Data-analyse.....	12
3. Resultaten .....	12
3.1 Data inspectie .....	13
3.2 Het verband tussen cognitief executief functioneren en schoolresultaten.....	13
3.3 Het verband tussen executief functioneren op gedragsniveau en schoolresultaten.....	15
4. Discussie.....	15
4.1 Executief functioneren van het kind en de schoolresultaten .....	16
4.2 Limitaties en aanbevelingen voor vervolgonderzoek.....	18
4.3 Conclusie en implicaties .....	18
Literatuuropgave.....	20
Appendix A .....	25

# *Het verband tussen executief functioneren en schoolresultaten van basisschoolkinderen in groep 1 en 2*

*Chris Verhoef, Universiteit Leiden*

---

## **Abstract**

Previous research shows that the development of executive functioning (EF) is highly influenced by genetic and environmental conditions, and that children's executive functioning is linked to their school achievement. Few studies have been conducted to evaluate the influence of executive functioning on science skills. The present study examined the link between inhibition, cognitive flexibility, working memory and planning skills of 104 children (mean age 5.8 years, SD 0.8) on their school achievement in language, mathematics and science skills. Math and language scores were collected from the national curriculum test and science skills were assessed with a pencil-and-paper task. The child's EF was assessed with computer tasks (ANT) and a pencil-and-paper task, as well as with questionnaires filled out by the primary. Hierarchical regression analyses, controlled for age, revealed that working memory scores of the child (measured with the ANT and BRIEF) are associated with scores on language and science skills. Results also showed a relation between inhibition and language skills. Contrary to our predictions, no significant results were found for the child's executive functions and mathematic achievement. Based on the results of the current study, it is recommended that as soon as indications of stagnating development of the child can be found, training should be initiated.

## **1. Inleiding**

Gedurende hun ontwikkeling zijn kinderen steeds beter in staat hun gedrag en emoties te controleren dankzij de ontwikkeling van het executief functioneren (Anderson, 2002; Diamond, 2002; Bouma & König, 2009; Huizinga, Dolan, & van der Molen, 2006). De term executief functioneren (EF) is een alomvattende term voor een aantal cognitieve processen, die een essentiële rol bij de organisatie van doelgericht, efficiënt en aangepast gedrag in het dagelijks leven (Anderson, 2002; Bouma & König, 2009). Er zijn verschillende cognitieve componenten te onderscheiden, zoals motivatie en initiatief nemen om doelen te ontwikkelen en uit te voeren (plannen), en informatie actief in het geheugen kunnen vasthouden en

manipuleren (werkgeheugen) (Anderson, 2002; Kaland, Smith, & Mortensen, 2008). Andere componenten zijn het kunnen aanpassen van gedrag (cognitieve flexibiliteit) en het controleren en bijsturen van het eigen gedrag (impulscontrole en inhibitie) (Kaland, Smith, & Mortensen, 2008). Problemen met executief functioneren kunnen resulteren in impulsief gedrag, moeite met plannen en moeite met het zich kunnen aanpassen aan nieuwe of veranderende situaties (Huizinga & Smidts, 2011).

#### *De ontwikkeling van executief functioneren*

Er bestaan grote individuele verschillen in het executief functioneren van kinderen (Hongwanischkul, Happaney, Lee, & Zelazo, 2005). De ontwikkeling van executieve functies start al vroeg in de kindertijd (Anderson, 2002; Best, Miller, & Jones, 2009), en is pas uitontwikkeld in de late adolescentie (Ardila, Rosseli, Matute, & Guajardo, 2005; Huizinga et al., 2006). Leeftijd heeft een sterke invloed op het executief functioneren. Vanaf tweejarige leeftijd wordt het gedrag van kinderen in toenemende mate aangestuurd door hun executieve functies (Smidts, 2003). Uit onderzoek naar de ontwikkeling van executief functioneren blijkt dat oudere kinderen significant beter scoren op taken die een beroep doen op executieve functies dan jongere kinderen (Huizinga & Smidts, 2011).

De verschillende componenten van executief functioneren volgen een verschillend ontwikkelingspatroon. In verschillende studies wordt gesteld dat de ontwikkeling van inhibitie als eerste plaatsvindt, waarna kinderen in staat zijn om te profiteren van andere executieve functies (Best, Miller, & Jones, 2009; Isquith, Gioia, & Espy, 2004). Inhibitie ontwikkelt geleidelijk over tijd en bereikt maximale prestaties, dus prestaties die vergelijkbaar zijn met die van een volwassene, grotendeels al op elfjarige leeftijd (Huizinga et al., 2006). Cognitieve flexibiliteit ontwikkelt zich eveneens geleidelijk, met een piek tussen zes tot negen jaar (Altemeier, Abbott, & Berninger, 2008), en is volledig ontwikkeld op vijftienjarige leeftijd (Huizinga & Smidts, 2011). Ook werkgeheugen ontwikkelt geleidelijk maar is pas volledig ontwikkeld in de late adolescentie (Huizinga et al., 2006). De ontwikkeling van planningsvaardigheden vindt grotendeels plaats tijdens de adolescentie en is pas volledig uitontwikkeld in de vroege volwassenheid (Best, Miller, & Jones, 2009; Huizinga et al., 2006). Goed ontwikkeld executief functioneren, blijft stabiel over tijd (Roebbers, Röthlisberger, Cimeli, Michel, & Neuenschwander, 2011). Dat wil zeggen dat indien executieve functies goed ontwikkeld zijn bij kinderen, zij gedurende de rest van hun leven profiteren van deze vaardigheden.

Niet alleen de leeftijd van het kind is van invloed op de ontwikkeling van executieve functies, ook genetische aanleg blijkt een sterke invloed te hebben (Friedman et al., 2008; Gottschling, Spengler, Spinath, & Spinath, 2012). In een cross-sectionele tweelingstudie, naar de erfelijkheid van executieve functies, wordt een schatting gemaakt dat executief

functioneren voor 30 tot 62 procent genetisch bepaald is (Gottschling et al., 2012). In een andere tweelingstudie, naar de oorzaak van individuele verschillen in executief functioneren, wordt gevonden dat genen voor 81 tot 100 procent van invloed zijn op de ontwikkeling van inhibitie, cognitieve flexibiliteit en werkgeheugen (Friedman et al., 2008).

Naast de genetische invloed op de ontwikkeling van executieve functies zijn ook omgevingsfactoren van invloed (Roskam, Stievenart, Meunier & Noël, 2014), bijvoorbeeld de aanwezigheid van een hoogopgeleide ouder (Ardila et al., 2005). Dit wordt met name verklaard doordat hoogopgeleide ouders een meer stimulerende thuissituatie creëren, kinderen meer voorlezen en meer tegen hun kind praten. Ook blijkt opgroeien in een rijke leeromgeving van invloed te zijn op de schoolresultaten voor lezen en schrijven (Roebers, Cimeli, Röthlisberger, & Neuenschwander, 2012). In deze studie zijn kinderen vergeleken die op een vroegere leeftijd in aanraking komen met schools leren ten opzichte van kinderen die op die leeftijd alleen nog spelen. De positieve invloed van een rijke leeromgeving wordt echter niet gevonden voor wiskunde en letterkunde (Roebers, Cimeli, Röthlisberger, & Neuenschwander, 2012).

#### *De invloed van executief functioneren op schoolvaardigheden*

Indien het executief functioneren van kinderen goed ontwikkelt vanaf jonge leeftijd, kunnen zij hiervan profiteren wanneer zij naar school gaan. In meerdere onderzoeken komt naar voren dat een positief verband bestaat tussen het executief functioneren van kinderen en schoolprestaties, zowel op voorschoolse leeftijd, in de basisschoolleeftijd als in de adolescentie (Monette, Bigras, & Guay, 2011; Roebers et al., 2012; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006; Van der Ven, Kroesbergen, Boom, & Leseman, 2012; Waber, Gerber, Turcios, Wagner, & Forbes, 2006).

In een één jaar durende follow-up studie onder jonge basisschoolkinderen komt naar voren dat executieve functies, met name inhibitie en cognitieve flexibiliteit, significant gerelateerd zijn aan academische resultaten in leesvaardigheid en wiskunde (Roebers et al., 2012). In een prospectieve studie, naar het verband tussen executief functioneren op vijfjarige leeftijd en schoolresultaten op zevenjarige leeftijd, wordt gevonden dat werkgeheugen scores op wiskunde voorspellen (Monette et al., 2011). In een andere studie (Clarck, Pritchard, & Woodward, 2010), waarin kinderen van twee- tot zesjarige leeftijd gevolgd werden, werd gevonden dat cognitieve flexibiliteit, inhibitie en executief functioneren in het algemeen, gemeten op vierjarige leeftijd, resultaten voor wiskunde op zesjarige leeftijd kunnen voorspellen. Sociaal Economische Status (SES), IQ en leesvaardigheid bleken eveneens van invloed, hoewel minder sterk dan executief functioneren (Clarck, Pritchard, & Woodward, 2010).

In een andere prospectieve studie werden vergelijkbare resultaten gevonden. In deze studie werd onderzocht of executief functioneren en het korte termijngeheugen gemeten op vierjarige leeftijd van invloed zijn op schoolresultaten op vijfjarige- en zevenjarige leeftijd (Bull, Espy, & Wieber, 2008). Uit de resultaten blijkt dat een goed ontwikkelt werkgeheugen scores voor wiskunde op vijf- en zevenjarige leeftijd voorspellen. Uit deze studie blijkt dat goed ontwikkelde cognitieve flexibiliteit, inhibitie en planningsvaardigheden tevens een predictor van betere leerprestaties in het algemeen zijn. Ook werd gevonden dat kinderen die op vierjarige leeftijd betere scores hadden op werkgeheugen, inhibitie en plannen, een voorsprong hadden en hogere scores behaalde op lezen en rekenen op vijfjarige en zevenjarige leeftijd (Bull, Espy, & Wieber, 2008).

In een longitudinale studie, naar de invloed van executieve functies op lezen en schrijven bij kinderen in de leeftijd van zes tot negen jaar, blijkt dat kinderen met beter ontwikkelde executieve functies ook betere resultaten behaalden op lezen en schrijven (Altemeier et al., 2008), ongeacht hun leeftijd. Verder blijkt dat op basis van executief functioneren, prestaties op leesvaardigheid vier jaar later voorspeld kunnen worden (Altemeier et al., 2008). Dit komt overeen met een andere studie, naar het verband tussen executieve functies en schoolresultaten van kinderen van elf en twaalf jaar oud, waarin wordt gevonden dat individuele verschillen in executief functioneren gerelateerd zijn aan lezen, schrijven en prestaties op de eindtoets van de basisschool (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006). Tevens wordt in deze studie een positief verband gevonden voor goede inhibitie vaardigheden en hogere scores op het vak wetenschap ("*science*") (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006). In een andere longitudinale studie, naar de invloed van het executief functioneren en schoolresultaten op zeven- en veertienjarige leeftijd, wordt echter een positief verband gevonden tussen betere resultaten voor het vak wetenschap en goed ontwikkelt werkgeheugen (Gathercole et. al, 2004). Tevens wordt in deze studie gevonden dat werkgeheugen significant gerelateerd blijkt aan Engels en wiskunde (Gathercole et. al, 2004).

### *De huidige studie*

Uit de resultaten van voorgaande studies blijkt dat executief functioneren al vanaf jonge leeftijd van belang zijn bij schools functioneren, met name op lees-, schrijf- en rekenvaardigheden (Monette et al., 2011; Roebbers et al., 2012; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006; Van der Ven et al., 2012). Ondanks dat voorgaande onderzoeken allemaal kijken naar de invloed van losse componenten van executieve functies op verschillende onderdelen van schools functioneren, worden niet in alle onderzoeken vergelijkbare verbanden gevonden tussen specifieke executieve functies en de schoolvaardigheden. De variatie in resultaten kan onder andere verklaard worden door het gebruik van verschillende

meetinstrumenten en het meten van verschillende constructen (Monette et al., 2011; Friso-Van den Bos, van der Ven, Kroesbergen & van Luit, 2013).

De meeste onderzoeken zijn gericht op de executieve functies inhibitie, cognitieve flexibiliteit en werkgeheugen (Miyake et al., 2000). Planningsvaardigheden worden vaak niet meegenomen in eerdere studies, hoewel het een essentieel onderdeel is van doelgericht gedrag en het een belangrijke rol speelt bij het afstemmen van een geordende, strategische en efficiënte benadering bij taken (Anderson, 2002). Tevens wordt in enkele studies een verband gevonden tussen betere planningsvaardigheden en schrijfvaardigheid (Limpo, Alves, & Fidalgo, 2014) en wiskunde (Bull, Espy, & Wiebe, 2008).

In de huidige studie wordt onderzocht of executief functioneren van kinderen van invloed is op de schoolresultaten van het kind. Er wordt naar meerdere gebieden van schoolvaardigheden gekeken, namelijk taal, rekenen en een aspect van bètvaardigheden. Bètvaardigheden worden gerelateerd aan de bètavakken wiskunde, natuurkunde, techniek en informatica en kunnen omschreven worden als exploratief gedrag en redenerend vermogen. In twee voorgaande studies, naar executief functioneren en schoolvaardigheden, werd een verband gevonden tussen het vak wetenschap ("*science*") en werkgeheugen (Gathercole et. al, 2004) of inhibitie (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006).

De executieve functies die onderzocht zullen worden zijn inhibitie, werkgeheugen, cognitieve flexibiliteit en plannen. Er wordt gekeken naar cognitief executief functioneren en executief functioneren op gedragsniveau met behulp van drie verschillende meetinstrumenten (computertaken, een pen-en-papiertaak en een vragenlijst). Daarnaast wordt gecontroleerd of de achtergrondvariabelen leeftijd en geslacht van invloed zijn. De volgende hoofdvraag staat centraal: *Is er een verband tussen het executief functioneren en de schoolprestaties van kinderen in de leeftijd van vier tot zeven jaar?*

Op basis van eerdere studies wordt verwacht dat een positief verband bestaat tussen de executieve functies van het kind en zijn of haar schools functioneren. Er wordt verwacht dat een positief verband bestaat tussen werkgeheugen en inhibitie en rekenvaardigheden (Alloway & Passolunghi, 2011; Bull, Espy, & Wiebe, 2008; Monette et al., 2011). Wat betreft taal wordt tevens verwacht dat een positief verband wordt gevonden voor werkgeheugen en inhibitie (Monette et al., 2011; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006; Waber et al., 2006). Tenslotte wordt verwacht dat een positief verband wordt gevonden tussen het executief functioneren van het kind en scores op bètvaardigheden, met name voor werkgeheugen. Gezien de wisselende resultaten die worden gevonden in voorgaande studies met betrekking tot cognitieve flexibiliteit, plannen en schoolresultaten, worden geen specifieke verwachtingen opgesteld (Bull, Espy, & Wiebe, 2008; Clarck, Pritchard, & Woodward, 2010; Monette et al., 2011).

## **2. Methode**

### **2.1 Procedure en participanten**

De huidige studie maakt deel uit van het nationaal project Talentenkracht ([www.talentenkracht.nl](http://www.talentenkracht.nl)). De doelstelling van Talentenkracht is het onderzoeken en ontwikkelen van talenten van kinderen binnen het basisonderwijs en het uitbreiden van de aanwezige kennis met betrekking tot wetenschap en techniek. De Universiteit Leiden doet onderzoek naar de neurocognitieve aspecten betrokken bij bètaleren, en naar de ontwikkeling van een training voor ouders en leerkrachten om bètaleren te stimuleren.

Scholen konden zich, via het Platform Bètatechniek, aanmelden voor onderzoek naar onder andere bèta-leren bij kinderen. Voor de huidige studie zijn acht reguliere basisscholen uit Den Haag, Noordwijk en Zeeuws-Vlaanderen telefonisch benaderd met aanvullende informatie. Ouders ontvingen een informatiebrief van de onderzoekers, waarna in totaal 160 ouders geïnformeerde toestemming gaven voor hun kind. Inclusiecriteria waren dat het kind tenminste twee maanden op de school ingeschreven stond, dat het kind Nederlands sprak en dat ouders Nederlands konden lezen.

De dataverzameling vond plaats tussen maart en mei in 2011 door getrainde studenten. De testafname vond plaats op school in een rustige testruimte, in drie sessies van een uur (afhankelijk van het tempo van het kind). Het kind werd uit de klas gehaald en kreeg voor aanvang van de afname duidelijke uitleg, waarna de tests in een vaste volgorde werden afgenomen. Na afloop ontving het kind een dominospel. Ouders werd gevraagd een aantal vragenlijsten in te vullen over henzelf en hun kind. Hiervoor ontvingen zij een waardebon van twintig euro. Ook zijn de Cito-scores van het kind opgevraagd, gemaakt in januari 2011. Scholen kregen als dank de keus uit drie cadeaus met een waarde van 25 euro.

Uit het Talentenkracht onderzoek zijn voor de huidige studie 104 kinderen geselecteerd uit groep 1 (51%) en 2 (49%) in de leeftijd van vier tot en met zeven jaar (gemiddelde leeftijd: 5.84 jaar; SD: 0.8; 50% jongen). Voor deze selectie is gekozen gezien in het huidige onderzoek gebruik gemaakt wordt van resultaten van onderdelen van de Cito toets die alleen in groep 1 en 2 worden afgenomen.

### **2.2 Meetinstrumenten**

#### **2.2.1 Executieve functies**



### 2.2.1.1 *Executieve functies op cognitief niveau (ANT en BADS-C)*

De Amsterdamse Neuropsychologische Taken (ANT), een visuele computergestuurde test, wordt gebruikt om inhibitie, cognitieve flexibiliteit en werkgeheugen op cognitief niveau te bepalen (Sonneville, 1999). De psychometrische kenmerken van de ANT als meetinstrument wordt door verschillende onderzoeken ondersteund (Bouma & König, 2009). De ANT bestaat uit verschillende subtests, waarvan de volgende gebruikt zullen worden: 1. Shifting Attentional Set (SSV); en 2. Spatial Temporal Span (STS).

*Inhibitie en cognitieve flexibiliteit.* De subtest SSV bestaat uit drie delen en meet het vermogen om responsen te onderdrukken (inhibitie) en om op basis van binnenkomende informatie het responsgedrag indien nodig te veranderen (cognitieve flexibiliteit) (Sonneville, 2005). Bij deze taak zien de participanten een horizontale balk met tien grijze blokjes waarin een gekleurd blokje willekeurig naar links of rechts springt. Participanten hebben bij deze taak hun linker wijsvinger op de linker muisknop, en de rechter wijsvinger op de rechter muisknop. In de eerste conditie dienen participanten zo snel mogelijk met de muis aan te geven of het groene blokje naar links of rechts springt (spatieel compatible respons). In de tweede conditie is een rood blokje zichtbaar, en dient de participant tegengesteld te reageren (spatieel incompatible respons): als het blokje naar links springt klikt de participant op de rechtermuisknop en andersom. De derde conditie is een combinatie van de eerste twee taken, waarbij het groene blokje en het rode blokje afwisselend verschijnen. De participant dient voorgaande regels tegelijkertijd toe te passen, en afhankelijk van de kleur van het blokje te reageren in de gelijke richting van het blokje (groen) of in tegengestelde richting van het blokje (rood).

Nieuwe variabelen zijn aangemaakt voor ANT inhibitie en ANT cognitieve flexibiliteit. Inhibitie is als volgt geoperationaliseerd: de verschilscore van het aantal fouten op de SSV tussen deel 2 en deel 1. Cognitieve flexibiliteit is geoperationaliseerd als de verschilscore van het aantal fouten tussen deel 3 en deel 1. Lagere waardes impliceren een betere prestatie.

*Werkgeheugen.* De subtest STS bestaat uit twee delen van elk zestien series en meet het vermogen om visuele informatie kort te onthouden en te manipuleren (werkgeheugen). Bij het eerste deel zien participanten een vierkant met negen blokjes die door een cursor willekeurig worden aangeklikt. De participant dient de blokjes in dezelfde volgorde aan te klikken. Naarmate de taak vordert worden meer blokjes aangeklikt door de cursor en neemt de moeilijkheid dus toe. Het tweede deel gaat volgens hetzelfde principe, alleen dient de participant de blokjes nu in omgekeerde volgorde aan te klikken, dus eerst het laatst aangeklikte blokje en als laatste het eerst aangeklikte blokje. Ook bij deze taak neemt het aantal te onthouden blokjes toe, en daarmee de moeilijkheid. Beide delen worden afgebroken indien de participant twee van dezelfde serie niet in de juiste volgorde aanklikt. Voor het

berekenen van de score op werkgeheugen wordt alleen gekeken naar het aantal juiste responsen op deel twee, wat aangeeft hoeveel trials het kind goed en in de juiste volgorde heeft gedaan.

*Planningsvaardigheden.* Voor het meten van planningsvaardigheden wordt de BADS-C Dierentuin plattegrondtest afgenomen. Uit onderzoek blijkt dat de BADS-C dierentuintaak een valide (Norris & Tate, 2000) en betrouwbaar instrument is. De interbeoordelaars betrouwbaarheid (Cronbach's  $\alpha$  .88 - 1) en de test-heretest betrouwbaarheid ( $r = .48$ ) van de BADS-C is zeer hoog (Jelicic, Jelicic, Henquet, Derix, & Jolles, 2001; Wilson et al., 2003).

De taak bestaat uit twee delen, waarbij het doel is om zo snel mogelijk de dieren te bezoeken die staan weergegeven in de instructie, zonder de regels te schenden, en de looproute te tekenen op de plattegrond van de Dierentuin. De regels hebben betrekking op het wel of niet meerdere malen mogen betreden van stukken paden. Bij het eerste deel moet het kind zelf de route bedenken om langs de willekeurig genoemde dieren te komen. Bij de tweede taak bezoekt het kind de dieren in een geïnstrueerde volgorde. Van deze test zal de totaalscore van deel 1 gebruikt worden, die gebaseerd is op de totale planningstijd, het aantal in de juiste volgorde bezochte dieren en het aantal keer dat de regels geschonden zijn. Een hogere score impliceert betere planningsvaardigheden.

#### 2.2.1.2 *Executieve functies op gedragsniveau (BRIEF)*

Voor het meten van problemen met executieve functies op gedragsniveau is de Nederlandse vertaling van de Behavior Rating Inventory of Executive Function ingevuld door de ouder over hun kind (BRIEF) (Huizinga & Smidts, 2011). Deze vragenlijsten bestaan uit 75 items, verdeeld over acht schalen, waarbij de ouder aangeeft of het beschreven gedrag "nooit", "soms" of "vaak" voorkwam in de afgelopen zes maanden. Uit onderzoek blijkt dat zowel de interne consistentie (Cronbach's  $\alpha$  .84 - .90) als de test-heretest betrouwbaarheid (ICC .61 - .95) van de acht schalen hoog is (Huizinga & Smidts, 2011).

Vier schalen van de BRIEF worden gebruikt in de huidige studie, namelijk: 1. inhibitie ("Heeft moeite met een rem te zetten op zijn/haar gedrag"; 10 items); 2. cognitieve flexibiliteit ("Raakt van streek bij nieuwe situaties"; 8 items); 3. werkgeheugen ("Kan zich maar kort concentreren"; 10 items); en 4. plannen en organiseren ("Raakt overweldigd door grote opgaven"; 12 items). Op de schaal inhibitie kunnen scores tussen 10 en 30 behaald worden, evenals op de schaal werkgeheugen. Op de schaal cognitieve flexibiliteit kan een score tussen 8 en 24 behaald worden, en op de schaal plannen en organiseren een score tussen 12 en 36. Een hoge score op een subschaal houdt in dat meer problemen worden ervaren wat betreft de desbetreffende executieve functie.

## 2.2.2 Schoolresultaten

### 2.2.2.1 Reken en taal (Cito toets)

De Cito toets is een tweejaarlijkse, nationale toets om schoolvaardigheden in kaart te brengen. Scholen gebruikten de oude versie of de nieuwe versie van de Cito toets. De Cito scores van begin 2011 (M1 en M2) zijn opgevraagd bij de scholen om het schools functioneren te bepalen voor taal en rekenen. Om leerlingen van verschillende scholen te kunnen vergelijken, met zowel de oude versie als de nieuwe versie van de Cito, is gekozen om de score van de didactische leeftijd equivalent (DLE-score) te gebruiken.

De DLE-score geeft weer hoeveel maanden het kind voor- of achterloopt ten opzichte van het aantal maanden dat het kind onderwijs gevolgd heeft, afgezet tegen de leeftijd van het kind. Een score van 0 geeft aan dat het kind conform de aangeboden lestijd de vaardigheden beheerst. Een negatieve score geeft aan dat het kind niet de lesstof beheerst die het gezien het aantal maanden gevolgd onderwijs zou moeten beheersen. Scholen hebben niet alle toetsen afgenomen op hetzelfde moment. Hierdoor is sprake van veel missende data voor rekenen en taal.

*Taalvaardigheden.* Voor het meten van taalvaardigheden zijn de DLE-scores op het onderdeel 'Taal voor Kleuters' gebruikt. De taaltoets voor groep 1 meet de onderdelen woordenschat en kritisch luisteren. Kinderen in groep 2 worden tevens getoetst op het onderdeel vaardigheden (klank, rijm en schriftoriëntatie).

*Rekenvaardigheden.* Voor het meten van rekenvaardigheden zijn de DLE-scores op de onderdelen 'Rekenen' (nieuwe versie) of 'Ordenen' en 'Ruimte en Tijd' (oude versie) gebruikt. De rekentoets meet vaardigheden als tellen en het kennen van meetkundige begrippen, zoals "lang en kort". Voor rekenen is een nieuwe variabele aangemaakt, die bestaat uit scores van de nieuwe versie, en de gemiddelde DLE-score van de twee rekentaken van de oude versie.

### 2.2.2.2 Bètavaardigheden (RAKIT kwantiteit)

Daarnaast is de totaalscore van de subtest kwantiteit, onderdeel van de Revisie Amsterdamse Kinder Intelligentietest (RAKIT), gebruikt om een aspect van bètavaardigheden van het kind in kaart te brengen. In onderzoek wordt de validiteit van de RAKIT ondersteund (Bleichrodt, Drenth, Zaal, & Resing, 1987); evenals de betrouwbaarheid van de subtest kwantiteit (Cronbach's Alpha .87). De subtest kwantiteit bevat 65 meerkeuze items waarbij het maken van vergelijkingen met betrekking op aantal, volume, gewicht, oppervlakte en lengte centraal staan. De participant wijst op basis van instructies van de testleider het plaatje met het goede antwoord aan (bijvoorbeeld: "op welk plaatje is het springtouw het langst"). Bij kinderen in groep 1 zijn de opgaven 1 tot en met 40 afgenomen, waarbij 0 tot 40 punten

behaald konden worden. Bij kinderen in groep 2 zijn de opgaven 16 tot en met 55 afgenomen, waarbij 0 tot 55 punten behaald konden worden. Indien vier items achtereenvolgend fout zijn is de subtest afgebroken.

## **2.4 Data-analyse**

Met behulp van IBM SPSS Statistics Standard versie 21 voor Windows zijn de analyses uitgevoerd. Voorafgaand aan de analyses werd een data inspectie uitgevoerd waarbij gekeken is naar normaliteit, uitbijters en missende waarden, om te controleren of aan de statistische voorwaarden voor regressieanalyses werd voldaan. Om te bepalen of geslacht van invloed is op schoolresultaten werd een onafhankelijke T-toets uitgevoerd.

Er werden hiërarchische, meervoudige lineaire regressieanalyses uitgevoerd met de enter-methode om een verband tussen executief functioneren en schoolresultaten te onderzoeken. In de eerste stap van alle hiërarchische regressie analyses werd de achtergrondvariabele leeftijd ingevoerd en in de tweede stap de onafhankelijke variabelen. De onafhankelijke variabelen werden geselecteerd op basis van significante correlaties (Pearson's  $r$ ) met de schoolvaardigheden (zie Tabel 2). De analyses werden afzonderlijk uitgevoerd voor cognitief executief functioneren (ANT) en executief functioneren op gedragsniveau (BRIEF), gezien beide meetinstrumenten verschillende constructen meten. Bij alle analyses werd uitgegaan van een significantieniveau ( $\alpha$ ) van .05.

## **3. Resultaten**

In de resultaten worden de uitkomsten van de data inspectie en de regressie analyses beschreven. In paragraaf 3.1 wordt de data inspectie beschreven. In paragraaf 3.2 wordt het verband tussen cognitief executief functioneren en schoolvaardigheden beschreven. In paragraaf 3.3 wordt het verband tussen executief functioneren op gedragsniveau en schoolvaardigheden beschreven.

Werkgeheugen (ANT) en cognitieve flexibiliteit (BRIEF) bleken significant te correleren met scores op rekenvaardigheid; werkgeheugen (ANT) en inhibitie (ANT) bleken significant te correleren met scores op taalvaardigheid; en werkgeheugen (ANT en BRIEF) en plannen (BRIEF) bleken significant te correleren met bètavaardigheden. Geslacht is niet meegenomen als covariaat in de regressieanalyses, gezien uit de onafhankelijke T-toets geen significant verschil naar voren kwam tussen de gemiddelde scores van jongens en meisjes op rekenen, taal en bètavaardigheden.

### 3.1 Data inspectie

Uit de beschrijvende statistieken (zie Tabel 1) en de Kolmogorov-Smirnov-test bleek dat de variabelen bètavaardigheden en inhibitie (ANT) normaal verdeeld zijn. De variabelen rekenen, taal, inhibitie (BRIEF), cognitieve flexibiliteit (ANT en BRIEF), werkgeheugen (ANT en BRIEF) en plannen (BADS-C en BRIEF) bleken niet normaal verdeeld. De groepen zijn echter groot genoeg, dus is ervoor gekozen om de variabelen toch mee te nemen in de analyses. Om scores op de verschillende variabelen beter met elkaar te kunnen vergelijken zijn bij alle analyses de Z-scores van de variabelen gebruikt. Op basis van boxplots en residuenplots werden geen uitbijters verwijderd en uit de correlatiematrix bleek dat er geen sprake is van multicollineariteit (zie Appendix A). Alle statistische analyses werden apart uitgevoerd per schoolvaardigheid (rekenen, taal, bètavaardigheden) in verband met missende data (zie 2.2.2.1).

Tabel 1

*Beschrijvende Statistieken Ruwe Scores*

	N	Min	Max	M (SD)	Z <sup>Scheetheid</sup>	Z <sup>Gepiektheid</sup>
Rekenen	62	-26	0	-6.10 (6.84)	-3.49	.10
Taal	81	-28	0	-5.98 (6.69)	-6.65	5.42
Bètavaardigheden	103	2	53	30.35 (10.97)	.43	-.97
Inhibitie (ANT)	104	-7	20	5.37 (6.68)	.41	-1.45
Cognitieve flexibiliteit (ANT)	100	-8	35	8.35 (8.46)	2.01	.87
Werkgeheugen (ANT)	104	0	53	14.71 (13.33)	3.95	.18
Plannen (BADS-C)	103	-44	8	-6.61 (9.75)	-3.76	2.69
Inhibitie (BRIEF)	72	10	28	15.64 (4.08)	3.51	1.28
Cognitieve flexibiliteit (BRIEF)	72	8	19	10.58 (2.83)	3.13	.53
Werkgeheugen (BRIEF)	72	10	30	15.15 (4.20)	3.51	3.34
Plannen (BRIEF)	72	12	24	14.89 (3.75)	3.68	.66

### 3.2 Het verband tussen cognitief executief functioneren en schoolresultaten

Er werd een positief verband gevonden voor het model met rekenen als afhankelijke variabele en werkgeheugen als onafhankelijke variabele. De verklaarde variantie bedroeg 29,2 % ( $R^2 = .292$ ,  $F(2,59) = 12,193$ ,  $p < .001$ ). De achtergrondvariabele leeftijd bleek de enige variabele

die significant bijdroeg aan het verband met rekenvaardigheid ( $\beta = .406$ ,  $t(61) = 3.236$ ,  $p < .05$ ).

Tevens werd een positief verband gevonden voor het model, met taalvaardigheid als afhankelijke variabele en inhibitie (ANT) en werkgeheugen (ANT) als onafhankelijke variabelen. De verklaarde variantie bedroeg 30,2 % ( $R^2 = .302$ ,  $F(3,77) = 11.124$ ,  $p < .001$ ) (zie Tabel 2). De achtergrondvariabele leeftijd was meer van invloed op het verband met scores op taalvaardigheid ( $\beta = .311$ ,  $t(80) = 2.687$ ,  $p < .05$ ) dan werkgeheugen ( $\beta = .245$ ,  $t(80) = 2.104$ ,  $p < .05$ ) en inhibitie ( $\beta = -.209$ ,  $t(80) = -2.185$ ,  $p < .05$ ). Oudere kinderen met een beter ontwikkelt werkgeheugen en minder problemen met inhibitie behaalden hogere scores op taalvaardigheid.

Ook werd een positief verband gevonden voor het model met bètavaardigheden als afhankelijke variabele en werkgeheugen als onafhankelijke variabele. De verklaarde variantie bedroeg 32,1 % ( $R^2 = .321$ ,  $F(2,100) = 23.613$ ,  $p < .001$ ). Het verband tussen leeftijd en scores op bètavaardigheden bleek sterker ( $\beta = .412$ ,  $t(102) = 4.229$ ,  $p < .001$ ) dan het verband tussen werkgeheugen en scores op bètavaardigheden ( $\beta = .228$ ,  $t(102) = 2.339$ ,  $p < .05$ ). Oudere kinderen met een beter ontwikkelt werkgeheugen behaalden hogere scores op bètavaardigheden.

Tabel 2

*Samenvatting van de hiërarchische regressie analyse met responsvariabele taalvaardigheid (N = 80)*

Variabele	Model 1			Model 2		
	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$
(Constante)	-.016	.099		-.019	.095	
Leeftijd	.459	.100	.459**	.311	.116	.311*
Inhibitie (ANT)				-.204	.093	-.209*
Werkgeheugen (ANT)				.233	.111	.245*
$R^2$		.211**			.302**	
$\Delta R^2$		.211			.091	
F		21.119			11.124	

\*  $p < .05$ . \*\*  $p < .001$

### 3.3 Het verband tussen executief functioneren op gedragsniveau en schoolresultaten

Er werd een positief verband gevonden in het volledige model, met rekenen als afhankelijke variabele en cognitieve flexibiliteit (BRIEF) als onafhankelijke variabele. De verklaarde variantie bedroeg 32,5 % ( $R^2 = .325$ ,  $F(2,49) = 11,816$ ,  $p < .001$ ). De achtergrondvariabele leeftijd bleek de enige variabele die significant bijdroeg aan het verband met rekenvaardigheid ( $\beta = .502$ ,  $t(51) = 4.189$ ,  $p < .001$ ).

De executieve functies op gedragsniveau bleken niet significant te correleren met scores op taalvaardigheid, dus werd geen regressieanalyse uitgevoerd.

Er werd een positief verband gevonden in het volledige model met bètavaardigheden als afhankelijke variabele en werkgeheugen en plannen (BRIEF) als onafhankelijke variabelen. De verklaarde variantie bedroeg 41,3 % ( $R^2 = .413$ ,  $F(3,69) = 16.211$ ,  $p < .001$ ). De achtergrondvariabele leeftijd bleek meer van invloed op het verband met scores op bètavaardigheden ( $\beta = .477$ ,  $t(72) = 4.967$ ,  $p < .001$ ) dan de variabele werkgeheugen ( $\beta = -.286$ ,  $t(72) = -2.121$ ,  $p < .05$ ). Kinderen die meer problemen met het werkgeheugen ervaren, behalen lagere scores op bètavaardigheden.

## 4. Discussie

Het vermogen tot inhieren, het zich kunnen aanpassen aan en het manipuleren van nieuwe informatie (executief functioneren) bleken in voorgaande studies een belangrijke bijdrage te leveren aan goede schoolresultaten (Best, Miller & Nagleiry, 2011). De ontwikkeling van executief functioneren wordt zowel door genen als een rijke opvoedingsomgeving bepaald (Gottschling et al., 2012; Landry, Miller-Loncar, Smith & Swank, 2002). Het doel van de huidige studie was het onderzoeken of een verband wordt gevonden tussen diverse aspecten van executief functioneren en schoolresultaten. De huidige studie is een aanvulling op voorgaande studies, gezien weinig voorgaande studies bestaan naar het verband tussen executief functioneren en bètavaardigheden. Bij alle analyses bleek de achtergrondvariabele leeftijd het meest van invloed op betere schoolresultaten. Tevens werd een verband gevonden tussen scores op taalvaardigheid en werkgeheugen en inhibitie (ANT), wat betekent dat kinderen met een beter ontwikkeld werkgeheugen en betere inhierende vaardigheden, hogere scores behalen op taal. Tevens werd een positief verband gevonden tussen werkgeheugen van het kind (ANT en BRIEF) en scores bètavaardigheden. Kinderen met hogere scores op taken die het werkgeheugen meten, hebben tevens hogere scores op bètavaardigheden.

#### **4.1 Executief functioneren van het kind en de schoolresultaten**

In tegenstelling tot voorgaande studies (Agostino et al., 2010; Alloway & Passolunghi, 2011; Monette et al., 2011; Roebers et al., 2011; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006; Waber et al., 2006), werd in de huidige studie geen verband gevonden tussen de executieve functies werkgeheugen, cognitieve flexibiliteit en inhibitie (gemeten met de ANT en BRIEF) en scores op rekenvaardigheid. In lijn met voorgaande studies werd een verband gevonden tussen beter ontwikkelt werkgeheugen en inhibitie (gemeten met de ANT) en scores op taalvaardigheid (Altemeier et al., 2008; Monette et al., 2011; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006; Waber et al., 2006). Daarnaast werd eveneens een positief verband gevonden voor betere scores op werkgeheugen (gemeten met de ANT BRIEF) en hogere scores op bètvaardigheden.

Werkgeheugen speelt een belangrijke rol bij het kortetermijngeheugen en het actief onthouden en kunnen manipuleren van informatie en regels (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006). Hoewel wisselende resultaten zijn gevonden, wordt in het algemeen gesteld dat werkgeheugen belangrijk is bij complexere taalvaardigheden, maar ook bij het uitrekenen van rekensommen (Monette et al., 2011; Raghobar, Barnes & Hecht, 2010; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006). In de huidige studie werd echter geen verband gevonden voor rekenvaardigheid. In een meta-analyse (Friso-Van den Bos, Van der Ven, Kroesbergen & van Luit, 2013) naar de variatie in resultaten van studies naar werkgeheugen en rekenvaardigheid werd gesteld dat dit voornamelijk verklaard kan worden door de verschillende meetinstrumenten van rekenen. Zo blijken algemene rekestests hoger te correleren met werkgeheugen dan meer specifieke tests (Friso-Van den Bos, Van der Ven, Kroesbergen & van Luit, 2013), hoewel de leeftijd van het kind en het meetinstrument van werkgeheugen ook van invloed bleken te zijn.

Mogelijk kan het ontbreken van een verband tussen executief functioneren en rekenvaardigheid in de huidige studie verklaard worden door de leeftijd van de kinderen. Zij volgden namelijk onderwijs in groep een en twee, waar rekenen slechts bestaat uit tellen en meetkunde. In de huidige studie werden scores voor rekenvaardigheid gemeten met een specifieke test, waarmee telvaardigheden en kennis van simpele meetkundige begrippen gemeten wordt. In de studie van Geary, Hoard, Byrd-Craven & DeSoto (2004) werd gevonden dat hogere scores op werkgeheugen gerelateerd zijn aan meer efficiënte telstrategieën. De invloed van het werkgeheugen bij telstrategieën neemt echter af wanneer telprocedures worden geautomatiseerd en opgeslagen in het lange termijn geheugen, waarvan sprake is vanaf ongeveer zesjarige leeftijd (Geary, Hoard, Byrd-Craven & DeSoto, 2004). Mogelijk verklaard dat het ontbreken van significante resultaten voor rekenvaardigheid in de huidige studie.



Inhibitie is belangrijk voor het negeren van irrelevante informatie, wat noodzakelijk is voor het onderscheiden van hoofd- en bijzaken (Gernsbacher, 1993). Wat betreft rekenvaardigheid werd, in tegenstelling tot wat verwacht werd op basis van voorgaande studies (Agostino et al., 2010; Roebers et al., 2011; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006; Waber et al., 2006), geen verband gevonden met inhibitie. Zoals eerder beschreven kan dit mogelijk verklaard worden door het niveau van rekenvaardigheid van de kinderen in de huidige studie. Vanaf groep drie worden sommen complexer en in hogere groepen bestaat rekenen ook uit redactiesommen, waarbij belangrijke informatie voor het uitrekenen van de som geselecteerd moet worden uit een verhaaltje. Mogelijk dat het ontbreken van een direct verband met inhibitie in de huidige studie verklaard kan worden doordat het minder complexe rekenvaardigheid betreft, namelijk tellen en het benoemen van meetkundige begrippen, waarbij minder een beroep wordt gedaan op het negeren van irrelevante informatie en het onderscheiden van hoofd en bijzaken.

In lijn met voorgaande studies werd een positief verband gevonden tussen betere scores op werkgeheugen en inhibitie en hogere scores op taalvaardigheid (Altemeier et al., 2008; Monette et al., 2011; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006; Waber et al., 2006). Een goed ontwikkeld werkgeheugen is belangrijk bij spelling en woordenschat, bijvoorbeeld bij het decoderen van letters en woorden, het onthouden van woorden en het koppelen van een woord aan de betekenis (Gathercole et. al, 2004). Inhibitie speelt een belangrijke rol bij het onderdrukken van irrelevante informatie in het werkgeheugen (Mazuka, Jincho & Oishi, 2009), bijvoorbeeld bij het automatisch kiezen van de juiste betekenis van een woord (dat meerdere betekenissen heeft) in een specifieke context.

Zoals eerder beschreven kunnen bètvaardigheden worden omschreven als het cognitief kunnen redeneren en gericht exploratief gedrag. In de huidige studie werd een positief verband gevonden tussen werkgeheugen en bètvaardigheden. Evenals bij taalvaardigheid lijkt het verband tussen werkgeheugen en bètvaardigheden verklaard te kunnen worden door het belang van het kort onthouden en het kunnen manipuleren van regels en aangeboden informatie. Eerdere literatuur naar bètvaardigheden ontbreekt, hoewel in een eerdere studie een verband gevonden werd tussen werkgeheugen en het vak wetenschap ("*science*") (Gathercole et. al, 2004). In de studie werd gesteld dat werkgeheugen mogelijk van belang is bij het vak wetenschap omdat het een beroep doet op het verwerken van cijfers en het probleemoplossend vermogen (Gathercole et. al, 2004). Tevens werd in een voorgaande studie (Kane et al., 2004) gevonden dat werkgeheugen gerelateerd is aan verbaal redeneren. In tegenstelling tot voorgaande studies en de huidige studie, werd in een andere studie (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006) een verband gevonden tussen inhibitie en het vak wetenschap. Het is onduidelijk waardoor deze verschillen veroorzaakt worden.

## **4.2 Limitaties en aanbevelingen voor vervolgonderzoek**

Een limitatie van de huidige studie is de missende data van scores op reken- en taalvaardigheid. De acht participerende scholen namen allen de Cito toets af, echter nemen niet alle scholen dezelfde toetsen af op hetzelfde moment. Hierdoor waren niet van alle kinderen de gegevens beschikbaar van scores op reken- en taalvaardigheid. Ook was sprake van ontbrekende data bij de BRIEF, gezien niet alle ouders de vragenlijst hadden ingevuld. Dit aspect is ondervangen door zowel van computergestuurde taken (ANT) en een pen-en-papiertaak (BADs-C) als van een door ouders ingevulde vragenlijst (BRIEF) gebruik te maken, waardoor toch betrouwbare conclusies getrokken kunnen worden.

Hierbij moet echter genoemd worden dat de meeste variabelen niet normaal verdeeld waren in de huidige studie, gezien bij de meeste kinderen geen sprake was van een achterstand met taal en rekenen of problemen met het executief functioneren. In vervolgonderzoek zouden kinderen uit klinische populaties aan de steekproef toegevoegd kunnen worden, bijvoorbeeld kinderen met een ontwikkelingsstoornis. Bij kinderen met een ontwikkelingsstoornis is vaak sprake van problemen met het executief functioneren (Barkley, 1997). Het is interessant te onderzoeken in hoeverre executieve functies in deze populaties van invloed zijn op schoolresultaten, zodat de resultaten gegeneraliseerd kunnen worden naar een bredere populatie.

## **4.3 Conclusie en implicaties**

De ontwikkeling van executieve functies start al vroeg in de kindertijd (Anderson, 2002), en is pas uitontwikkeld in de late adolescentie (Huizinga et al., 2006). De ontwikkeling van executief functioneren verschilt per individu en wordt zowel door genetische invloeden als een rijke opvoedingsomgeving bepaald (Gottschling et al., 2012; Landry et al., 2002). In de huidige studie werd onderzocht of een verband bestaat tussen executief functioneren van kinderen in groep 1 en 2 en resultaten voor rekenen, taal en bètvaardigheden.

Consistent met voorgaande studies werd een verband gevonden tussen werkgeheugen en scores op taal- (ANT) en bètvaardigheden (ANT en BRIEF). Tevens werd een verband gevonden tussen inhibitie (ANT) en scores op taalvaardigheid. Kinderen met hogere scores op werkgeheugen en inhibitie behaalden dus hogere scores op taal en bètvaardigheden. Werkgeheugen speelt een belangrijke rol bij het onthouden en manipuleren van informatie en regels in het korte termijngeheugen, bijvoorbeeld voor het onthouden van taalregels. Inhibitie is belangrijk voor het kunnen onderscheiden van hoofd- en bijzaken. In tegenstelling tot voorgaande studies werd geen verband gevonden voor executieve functies van het kind en

rekenvaardigheid. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de kinderen die deelnamen aan het huidige onderzoek onderwijs volgen in groep één en twee, waarbij rekenen slechts bestaat uit tellen en meetkunde en niet uit complexe rekensommen.

Het gegeven dat een positief verband bestaat tussen goed ontwikkelt executief functioneren en betere schoolresultaten, impliceert het belang van een goede ontwikkeling van executieve functies en vroegtijdig ingrijpen bij stagnatie van de ontwikkeling. Wanneer kinderen met problemen in het executief functioneren, bijvoorbeeld kinderen met Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) (Barkley, 1997), stagneren op school en vroegtijdig gesignaleerd worden kan hen in een vroeg stadium een training aangeboden worden, zoals *Tools of the Mind* (Diamond et al., 2007). Uit de huidige studie is gebleken dat kinderen met goed ontwikkelt executief functioneren hier gedurende hun schoolcarrière van kunnen profiteren.

## Literatuuropgave

- Agostino, A., Johnson, J., & Pascual-Leone, J. (2010). Executive functions underlying multiplicative reasoning: Problem type matters. *Journal of Experimental Child Psychology, 105*(4), 286-305.
- Alloway, T. P., & Passolunghi, M. C. (2011). The relationship between working memory, IQ, and mathematical skills in children. *Learning and Individual Differences, 21*, 133–137.
- Altemeier, L. E., Abbott, R. D., & Berninger, V. W. (2008). Executive functions for reading and writing in typical literacy development and dyslexia. *Journal of clinical and experimental neuropsychology, 30*(5), 588-606.
- Anderson, V. (2002). Executive function in children: introduction. *Child neuropsychology : a journal on normal and abnormal development in childhood and adolescence, 8*(2), 69-70.
- Ardila, A., Rosseli, M., Matute, E., & Guajardo, S. (2005). The Influence of the Parents' Educational Level on the Development of Executive Functions. *Developmental Neuropsychology, 28*(1), 539–560.
- Babinski, D. E., Pelham Jr, W. E., Molina, B. S. G., Gnagy, E. M., Waschbusch, D. A., Wymbs, B. T., Sibley, M. H., Derefinko, K. J., & Kuriyan, A. B. (in press). Maternal ADHD, parenting, and psychopathology among mothers of adolescents with ADHD. *Journal of Attention Disorders*. doi:10.1177/1087054712461688
- Barkley, R. (1997). Behavioural inhibition, sustained attention, and executive functions. *Psychological Bulletin, 121*, 65–94.
- Bernier, A., Carlson, S.M. & Whipple, N. (2010). From external regulation to self-regulation. Early parenting precursors of young children's executive functioning. *Child Development, 81*, 326-339.
- Best, J. R., Miller, P. H. , & Nagleiry, J. A. (2011). Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and Individual Differences, 21*, 327–336.
- Blair, C. & Razza, R.P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development, 78*, 647-663.
- Bleichrodt, N., Drenth, P. J. D., Zaal, J. N., & Resing, W. C. M. (1987). *Revisie Amsterdamse Kinder Intelligentietest*. Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Bouma, A., & König, C. E. (2009). Diagnostiek bij kinderen vanuit een ontwikkelingsneuropsychologische benadering. In T. H. Kievit, J. A. Tak & J. D.

- Bosch (Eds.), *Handboek psychodiagnostiek voor de hulpverlening aan kinderen* (pp. 563-606). Utrecht, Nederland: De Tijdstroom.
- Clarck, C. A. C., Pritchard, V. E., & Woodward, L. J. (2010). Preschool executive functioning abilities predict early mathematics achievement. *Developmental Psychology, 46*(5), 1176-1191.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2 ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- 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* (11), 2037-2078.
- Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. In D. T. Stuss & R. T. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (pp. 466–503). New York: Oxford University Press.
- Diamond, A., Barnett, S., Thomas, J. & Munro, S. (2007). Executive Function can be improved in preschoolers by regular classroom teachers. *Science, 318*, 1387-1388.
- Friedman, N. P., Miyake, A., Young, S. E., Defries, J. C., Corley, R. P., & Hewitt, J. K. (2008). Individual differences in executive functions are almost entirely genetic in origin. *Journal of experimental psychology. General, 137*(2), 201-225.
- Friso-Van den Bos, I., Ven, S. H. G. van der, Kroesbergen, E. H., & Luit, J. E. H. van (2013). Working memory and mathematics in primary school children: A meta-analysis. *Educational Research Review, 10*, 29–44.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Knight, C., & Stegmann, Z. (2004). Working Memory Skills and Educational Attainment: Evidence from National Curriculum Assessments at 7 and 14 Years of Age. *Applied cognitive psychology, 18*, 1–16.
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven J., & DeSoto, M. C. (2004). Strategy choices in simple and complex addition: Contributions of working memory and counting knowledge for children with mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology, 88*, 121–151.
- Gernsbacher, M. A. (1993). Less skilled readers have less efficient suppression mechanisms. *Psychological Science, 4*, 294–298.
- Gottschling, J., Spengler, M., Spinath, B., & Spinath, F. M. (2012). The prediction of school achievement from a behavior genetic perspective: Results from the German twin study on Cognitive Ability, Self-Reported Motivation, and School Achievement (CoSMoS). *Personality and Individual Differences, 53*(4), 381-386.

- Hongwanischkul, D., Happaney, K. R., Lee, W. S. C., & Zelazo, P. D. (2005). Assessment of Hot and Cool Executive Function in Young Children: Age-Related Changes and Individual Differences. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 617 – 644.
- Huizinga, M., Dolan, C. V., & Molen, M. W. van der (2006). Age-related change in executive function: developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44(11), 2017-2036.
- Huizinga, M., & Smidts, D. P. (2011). Age-related changes in executive function: A normative study with the Dutch version of the Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF). *Child neuropsychology*, 17(1), 51-66.
- Isquith, P. K., Gioia, G. A., & Epsy, K. A. (2004). Executive Function in Preschool Children: Examination Through Everyday Behavior. *Developmental Neuropsychology*, 26(1), 403-422.
- Jelicic, M., Jelicic, C. E. C., Henquet, M. M. A., Derix, J., & Jolles. (2001). Test-Retest Stability of the Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome in a Sample of Psychiatric Patients. *International journal of neuroscience*, 110(1-2), 73-78.
- Landry, S., Miller-Loncar, C., Smith, K. & Swank, P. (2002). The role of early parenting in children’s development of executive processes. *Developmental Neuropsychology*, 21, 15-41.
- Kaland, N., Smith, L., & Mortensen, E. L. (2008). Brief report: cognitive flexibility and focused attention in children and adolescents with Asperger syndrome or high-functioning autism as measured on the computerized version of the Wisconsin Card Sorting Test. *Journal of autism and developmental disorders*, 38(6), 1161-1165.
- Kane, M. J., Hambrick, D. Z., Tuholski, S. W., Wilhelm, O., Payne, T. W., & Engle, R. W. (2004). The Generality of Working Memory Capacity: A Latent-Variable Approach to Verbal and Visuospatial Memory Span and Reasoning. *Journal of Experimental Psychology*, 133(2), 189–217.
- Limpo, T., Alves, R. A., & Fidalgo, R. (2014). Children’s high-level writing skills: Development of planning and revising and their contribution to writing quality. *British Journal of Educational Psychology*, 84, 177–193.
- Mazuka, R., Jincho, N., & Oishi, H. (2009). Development of Executive Control and Language Processing. *Language and Linguistics Compass*, 3(1), 59–89.
- 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(1), 49-100.

- Monette, S., Bigras, M., & Guay, M.-C. (2011). The role of the executive functions in school achievement at the end of Grade 1. *Journal of Experimental Child Psychology*, *109*(2), 158-173.
- Norris, G., & Tate, R. L. (2000). The Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome (BADS): Ecological, Concurrent and Construct Validity. *Neuropsychological Rehabilitation: An International Journal*, *10*(1), 33-45.
- Raghubar, K. P., Barnes, M. A., & Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences*, *20*, 110–122.
- Roebbers, C. M., Cimeli, P., Röthlisberger, M., & Neuenschwander, R. (2012). Executive functioning, metacognition, and self-perceived competence in elementary school children: an explorative study on their interrelations and their role for school achievement. *Metacognition and Learning*, *7*(3), 151-173.
- Roebbers, C. M., Röthlisberger, M., Cimeli, P., Michel, E., & Neuenschwander, R. (2011). School enrolment and executive functioning: A longitudinal perspective on developmental changes, the influence of learning context, and the prediction of pre-academic skills. *European Journal of Developmental Psychology*, *8*(5), 526-540.
- Roskam, I., Stievenart, M., Meunier, J. C., & Noël, M. P. (2014). The development of children's inhibition: Does parenting matter? *Journal of Experimental Child Psychology*, *122*, 166–182.
- Sluis, S. van der, Jong, P. de & Leij, A. van der. (2008). Executive Functioning in children and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence*, *35*, 427-449.
- Smidts, D. (2003). Executieve functies van geboorte tot adolescentie: een literatuuroverzicht. *Neuropraxis*, *7*(5), 113-119.
- Sonneville, L. M. J. de (1999). *Amsterdam Neuropsychological Tasks: A computer-aided assessment program* (Vol. 6).
- Sonneville, L. M. J. de (2005). Amsterdamse neuropsychologische taken: Wetenschappelijke en klinische toepassingen. *Tijdschrift voor Neuropsychologie*, 27-41.
- St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *Quarterly journal of experimental psychology*, *59*(4), 745-759.
- Ven, S. H. G. van der, Kroesbergen, E. H., Boom, J., & Leseman, P. P. M. (2012). The development of executive functions and early mathematics: A dynamic relationship. *British Journal of Educational Psychology*, *82*(1), 100-119.
- Waber, D. P., Gerber, E. B., Turcios, V. Y., Wagner, E. R., & Forbes, P. W. (2006). Executive functions and performance on high-stakes testing in children from urban schools. *Developmental Neuropsychology*, *29*(3), 459-477.

Wilson, B. A., Alderman, N., Burgess, P. W., Emslie, H., Evans, J. J., & Chamberlain, E. (2003). Behavioural assessment of the dysexecutive syndrome (BADS). *Journal of Occupational Psychology, Employment and Disability*, 5(2), 33-37.



## Appendix A

*Correlaties tussen schoolresultaten, leeftijd en executieve functies van het kind (ANT en BRIEF)*

		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1. Leeftijd	r	-											
	N	104											
2. Rekenen	r	<b>.508**</b>	-										
	N	62	62										
3. Taal	r	<b>.459**</b>	<b>.761**</b>	-									
	N	81	59	81									
4. Bètavaardigheden	r	<b>.533**</b>	<b>.458**</b>	<b>.476**</b>	-								
	N	103	62	80	103								
5. Inhibitie (ANT)	r	-.081	-.244	<b>-.246*</b>	.031	-							
	N	104	62	81	103	104							
6. Cognitieve flexibiliteit (ANT)	r	-.037	.008	-.070	.121	<b>.546**</b>	-						
	N	100	61	79	99	100	100						
7. Werkgeheugen (ANT)	r	<b>.512**</b>	<b>.408**</b>	<b>.442**</b>	<b>.446**</b>	.015	.066	-					
	N	104	62	81	103	104	100	104					
8. Plannen (BADS)	r	.177	.002	-.002	.095	.081	.037	<b>.243*</b>	-				
	N	103	62	80	103	103	99	103	103				
9. Inhibitie (BRIEF)	r	-.169	-.139	.036	-.178	-.026	-.159	-.131	-.118	-			
	N	72	51	56	72	72	69	72	72	72			
10. Cognitieve flexibiliteit (BRIEF)	r	-.138	<b>-.289*</b>	-.079	-.213	-.070	-.204	<b>-.247*</b>	-.105	<b>.318**</b>	-		
	N	72	51	56	72	72	69	72	72	72	72		
11. Werkgeheugen (BRIEF)	r	<b>-.281*</b>	-.243	-.180	<b>-.451**</b>	-.202	<b>-.286*</b>	<b>-.413**</b>	<b>-.253*</b>	<b>.486**</b>	<b>.503**</b>	-	
	N	72	51	56	72	72	69	72	72	72	72	72	
12. Plannen (BRIEF)	r	-.184	-.208	-.180	<b>-.335**</b>	-.014	-.214	<b>-.372**</b>	-.036	<b>.380**</b>	<b>.678**</b>	<b>.714**</b>	-
	N	72	51	56	72	72	69	72	72	72	72	72	72

\*  $p < .05$ . \*\*  $p < .001$