

**Resultaten van een leerkrachtencursus gericht op de executieve functies ter stimulatie van bètavaardigheden bij basisschoolleerlingen**

**Resultaten van een leerkrachtencursus gericht op de executieve functies ter stimulatie van bètavaardigheden bij basisschoolleerlingen**

Elsemiek van Delft

[e.van.delft.2@umail.leidenuniv.nl](mailto:e.van.delft.2@umail.leidenuniv.nl)

s0944734

Instituut Pedagogische Wetenschappen

Faculteit der Sociale Wetenschappen

Universiteit Leiden

Education and Child Studies: Clinical Child and Adolescent Studies

2014-2015

20 Ects

Inleverdatum: 01-02-2015

Dr. T. B. Ziermans

2333 AK Leiden, Kamernummer 4B53

071 5276341

[t.b.ziermans@fsw.leidenuniv.nl](mailto:t.b.ziermans@fsw.leidenuniv.nl)

A. M. Spruijt, MSc

2333 AK Leiden, Kamernummer 4B57

071 5273938

[a.m.spruijt.2@fsw.leidenuniv.nl](mailto:a.m.spruijt.2@fsw.leidenuniv.nl)

## **Voorwoord**

De masterscriptie schreef ik ter afronding van het theoretische deel van mijn masteropleiding Orthopedagogiek aan de Universiteit Leiden. Deze masterscriptie is een onderdeel van het grootschalige onderzoeksprogramma TalentenKracht. De keuze voor het masterproject TalentenKracht was snel gemaakt, allereerst vanwege de onderzoeksgroep: kinderen in het basisonderwijs. Mijn passie voor kinderen en onderwijs koester ik sinds jonge leeftijd; “Later word ik juf”. Mijn affiniteit met het basisonderwijs komt voort vanuit mijn overtuiging dat het onderwijs een grote rol speelt bij de ontwikkeling van jonge kinderen. De keuze voor de Academische Pabo en vervolgens de master Orthopedagogiek was daarna snel gemaakt. Daarnaast heeft ook wetenschap en techniek in het onderwijs mijn interesse. Tijdens mijn werkzaamheden als leerkracht op een basisschool in Bergschenhoek, ontstond de behoefte het techniekonderwijs duidelijker vorm te geven. TalentenKracht sloot goed aan bij deze behoefte en bood mij de mogelijkheid deel te nemen aan de leerkrachtencursus, vanuit mijn rol als onderzoeker én mijn rol als leerkracht. Daarnaast sloot dit masterproject goed aan bij mijn missie de kloof tussen de theorie en de praktijk te overbruggen. Naast het theoretisch schrijven van een masterscriptie heb ik in de praktijk data verzameld van kinderen op een basisschool in 's Gravenzande. De scriptie is het product van een koppeling van de theorie aan de praktijk en *vice versa*.

Na een voorspoedige start met het verzamelen van de data en het schrijven van de eerste hoofdstukken, stuitte ik op het uitvoeren van de analyses. Aan het begin van het scriptieproces had ik me niet gerealiseerd dat de keuze voor een interventieonderzoek ingewikkelde analyses met zich mee bracht. Desondanks had mijn begeleider, Dhr. dr. T. B. Ziermans, vertrouwen in mijn kunnen en is het met de benodigde literatuur en door middel van vallen en opstaan gelukt ook de resultaten te schrijven. Tijdens het schrijven van de discussie heb ik een wijze les ervaren, die gedurende de studie al vele malen werd verkondigd; “Geen resultaat is ook een resultaat”.

Dhr. dr. T. B. Ziermans wil ik hartelijk bedanken voor het meedenken tijdens het scriptieproces en de prettige en duidelijke begeleiding. Tevens bedank ik mw. A. M. Spruijt en mw. M. W. M. Veen voor de begeleiding en organisatie rondom de dataverzameling. Mw. dr. M. C. Dekker dank ik voor de hulp bij het coderen van de data en mw. drs. C. Konig voor het mogen bijwonen van de leerkrachtencursus. Ook bedank ik alle kinderen, ouders, leerkrachten en scholen voor hun deelname aan het onderzoek. Zonder hen was de uitvoering van TalentenKracht in de praktijk niet mogelijk. Ten slotte bedank ik mijn familie en vrienden voor hun mentale steun tijdens mijn scriptieproces.

Nu mijn masterscriptie is afgerond, rest mij enkel nog een praktische kant van de opleiding: de stage, voordat ik de titel mw. E. van Delft, Orthopedagoog, MSc, BEd mag dragen.

### **Abstract**

In recent years, emphasis has been placed on an overall shortage of beta technicians in Dutch society. This deficiency can be reduced by stimulating beta-learning, which consists of the so-called ‘beta skills’ (skills in mathematics, science and technology) and executive functions (EF; e.g., reasoning, working memory). Since it is unclear how to stimulate beta-learning, this study investigated the effect of a training for teachers in the Netherlands. The training focused on stimulating the EF of Dutch students of primary schools. It was examined whether an improvement in EF, as a result of the training, could mediate an improvement in beta skills. This study included 110 students aged 8 to 10 years old (fifth to eight grade) and their parents. The intervention group consisted of 64 children and their teachers, who had participated in the training and the control group consisted of 46 children and their teachers, who had not participated in the training. The EF were measured using a Dutch adaptation of the BRIEF. Numeracy, an appropriate indicator of beta skills, were measured using a standardized math test from Cito. A one-way repeated measures analysis showed no significant differences in EF and in numeracy between the intervention and the control group after one year. The expected mediation effect of the EF on numeracy was not confirmed in this study. In conclusion, in this study EF did not seem to mediate the effect of the training on beta skills. Nevertheless, a reduction of the shortage of beta technicians has been found the last year. Further research is needed, to investigate and stimulate this positive trend concerning beta technicians.

**Inhoudsopgave**

<b>Introductie</b> .....	5
Bèta-leren .....	6
Executieve functies .....	6
Leerkrachtencursus .....	8
Onderzoeksvragen .....	9
<b>Methode</b> .....	10
Design .....	10
Onderzoeksgroep .....	10
Procedure .....	11
Meetinstrumenten .....	11
Analyses .....	12
<b>Resultaten</b> .....	14
Respondenten .....	14
Rekenvaardigheid en EF .....	16
Repeated measures ANCOVA van de leerkrachtencursus op de EF .....	17
Repeated measures ANOVA van de leerkrachtencursus op de rekenvaardigheid .....	17
Lineaire enkelvoudige regressie van de EF op de rekenvaardigheid: interventie en controlegroep ..	17
<b>Discussie</b> .....	19
Effect van de leerkrachtencursus op EF .....	20
Effect van de leerkrachtencursus op bètavaardigheden .....	21
Voorspelling van EF op bètavaardigheden.....	21
Limitaties, aanbevelingen en implicaties .....	22
<b>Referenties</b> .....	24

### **Resultaten van een leerkrachtencursus gericht op de executieve functies ter stimulatie van bètavaardigheden bij basisschoolleerlingen**

De afgelopen jaren kiezen steeds minder leerlingen in het voortgezet onderwijs voor een bètaprofiel, met als gevolg een tekort aan geschoolde bètatechnici (Platform Bèta Techniek, 2011-2012). Een bètaprofiel richt zich op de exacte vakken, zoals wiskunde, scheikunde, natuurkunde en biologie. De Sociaal Economische Raad voorspelde in 2000 een tekort aan 50 duizend technici (Centraal Bureau Statistiek [CBS], 2000). In 2011 is het aantal studenten met een diploma van een bètaopleiding inderdaad gedaald tot minder dan 10% ten opzichte van de voorgaande jaren (CBS, 2013a). Om dit tekort te verminderen, heeft het Masterplan Bèta en Technologie een lange-termijn doelstelling geformuleerd: “De lange-termijn (2025) ambitie is dat 40% van alle afgestudeerden een bèta- en technologische opleiding heeft genoten” (Emerencia, Boots, & Van Vilsteren, 2012, p. 7). Het afgelopen jaar ontstond dankzij deze doelstelling een positieve trend: de belangstelling voor wetenschap en techniek bleek in het onderwijs toe te nemen (Hootsen & Razenberg, 2013; Van der Wel & Krooneman, 2014).

De vraag is nu hoe de lange-termijn doelstelling bereikt kan worden. Individuele eigenschappen als drang naar exploratie en nieuwsgierigheid kunnen daarin een rol spelen. Exploratiedrang en nieuwsgierigheid worden namelijk gezien als basishouding om te leren en zijn van jongs af aan bij ieder kind aanwezig (Post, 2009). Exploratie en nieuwsgierigheid, ook wel ‘talenten’ genoemd, verwijzen naar een interne motivatie om de wereld te ontdekken (Eshach & Fried, 2005; French, 2004). Deze interne motivatie wordt gedreven door de wil vertrouwd te raken met onbekendheden en onzekerheden (Jirout & Klahr, 2012). Het ontwikkelen van vaardigheden op het gebied van wetenschap en techniek (het bèta-leren), wordt gestimuleerd door het hebben van een exploratieve en nieuwsgierige basishouding (Jirout, zoals geciteerd in Jirout & Klahr, 2012; Post, 2009; Raijmakers zoals geciteerd in De Jong & Koppenhagen, 2008). Door middel van deze talenten stellen kinderen vragen over de wereld om hen heen en maken zij kennis met wetenschappelijke en technische vraagstukken (French, 2004). Echter, tegenwoordig blijken deze exploratiedrang en nieuwsgierigheid gedurende de basisschool te verminderen of verdwijnen (Eshach & Fried, 2005; French, 2004; Post, 2009). De vaste dagelijkse patronen, die in het basisonderwijs gedurende de leerjaren steeds strakkere vormen aannemen, staan de exploratie en nieuwsgierigheid van kinderen in de weg (Post, 2009).

Om deze reden geven Steenbeek en Uittenbogaard (2009) aan dat het van belang is de kloof tussen het informele leren (exploratiedrang en nieuwsgierigheid) en het formele schoolse bèta-leren te dichten. Vanuit dit gedachtengoed is het wenselijk te onderzoeken hoe deze drang naar exploratie en nieuwsgierigheid in stand gehouden en gestimuleerd kan worden. Echter, betreffende de talenten van jonge kinderen op het gebied van bèta-leren is nog weinig onderzoek gedaan (Post, 2009). Onderzoek heeft zich veelal gericht op de volwassen visie over wat kinderen zouden moeten leren. Het is daarom van belang de talenten en het bèta-leren bij kinderen te onderzoeken.

### **Bèta-leren**

Hoewel bekend is dat bèta-leren gestimuleerd wordt door exploratiedrang en nieuwsgierigheid, is het een lastig te definiëren concept (o.a. Jirout, zoals geciteerd in Jirout & Klahr, 2012; Post, 2009). Ondanks het gebrek aan een duidelijke definitie, beschrijven Steenbeek en Uittenbogaard (2009) wel een concept dat nodig is bij bèta-leren; namelijk bètavaardigheden (Zimmerman, 2000). Bètavaardigheden zijn vaardigheden op het gebied van logica en vaardigheden betreffende de vakken wiskunde, natuurwetenschappen en techniek (Steenbeek & Uittenbogaard, 2009). Bètavaardigheden kunnen in verband worden gebracht met scores op rekentoetsen op de basisschool, aangezien betere rekenvaardigheden betere redeneervaardigheden tot gevolg hebben en *vice versa* (Best, Miller, & Jones, 2009; Attridge & Inglis, 2013). Rekenvaardigheden zijn vaardigheden en bewerkingen op het gebied van getallen, meten en meetkunde (Cito, n.d.). De vaardigheid in rekenen kan voorspeld worden door de mate waarin de inhibitie (Blair & Razza, 2007), het werkgeheugen (Bull, Espy, & Wiebe, 2008) en het redeneren (Lezak, Howieson, Loring, Hannay, & Fischer, 2004b) ontwikkeld zijn (Best, Miller, & Naglieri, 2011; Bull & Scerif, 2001; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006). De ontwikkeling van rekenvaardigheden start in de peuterleeftijd, waarna een snelle groei plaatsvindt in de basisschoolleeftijd en de vaardigheden zich, gedurende de leeftijd vordert, verder ontwikkelen tot in de volwassenheid (National Research Council, zoals geciteerd in Purpura & Lonigan, 2013). Rekenvaardigheden kunnen met de Citotoets-rekenen gemeten worden (Cito, n.d.; Luyten & De Wolf, 2011). Vanwege de relatie tussen bètavaardigheden en rekenvaardigheden, kan de Citotoets-rekenen als indicator dienen voor bètavaardigheden (Best et al., 2009; Monette, Bigras, & Guay, 2011).

Naast de bètavaardigheden wordt aangenomen dat bèta-leren uit bepaalde neurocognitieve bouwstenen bestaat; namelijk inhibitie, ordening en planning, het oplossen van problemen, geheugen en flexibiliteit in het denken (TalentenKracht centrum Leiden, n.d.). Deze bouwstenen vallen onder het construct: executieve functies (EF).

### **Executieve functies**

EF bestaan uit meerdere processen die elkaar onderling beïnvloeden, waardoor het lastig is een eenduidige definitie van EF te geven (Best & Miller, 2010; Geurts & Huizinga, 2011). Om deze reden volstaat een enkele operationalisering niet en wordt in deze studie een combinatie van definities aangehouden. Eén van de eerste definities van EF werd gegeven door Barkley (1997). De executieve functies bestaan volgens Barkley uit het werkgeheugen, het internaliseren van spraak, de zelfregulatie van opwinding betreffende affectie en motivatie en het oplossen van problemen. De ontvangen informatie wordt verwerkt en geïnternaliseerd (eigen gemaakt). Vervolgens worden keuzes gemaakt, wat leidt tot bewust gedrag. Dit gedrag wordt vervolgens gecontroleerd door middel van de EF, wat leidt tot meer doelgerichte handelingen en het beter volhouden van taken. Bij EF gaat het volgens Barkley om het onderdrukken van prikkels, het plannen en het aanpassen van gedrag.

Een meer recente definitie luidt: “Executieve functies maken het voor een persoon mogelijk om succesvol te participeren in onafhankelijk en doelgericht gedrag, met het oog op eigenbelang.” (Lezak, Howieson, Loring, Hannay, & Fischer, 2004a, p. 35). Vanuit deze definitie verwijzen EF, ook wel de uitvoerende functies, naar cognitieve processen die gedrag reguleren (regelen), om ervoor te zorgen dat gedrag doelgericht en efficiënt is. EF geven de mogelijkheid gepast te reageren in nieuwe, onbekende situaties, zodat een snelle en flexibele aanpassing mogelijk is. EF vormen de basis voor verschillende cognitieve, sociale, emotionele en fysieke vaardigheden (Diamond, 2013; Geurts & Huizinga, 2011; Lezak, Howieson, Loring, Hannay, & Fischer, 2004c). De verschillende executieve functies kunnen als volgt beschreven worden:

- Inhibitie is het bewust remmen van overheersende en automatische reacties (Barkley, 1997; Miyake et al., 2000). Dit geeft een vertraging van de reactie, waardoor een weloverwogen keuze gemaakt kan worden (Barkley, 1997). Inhibitie kan zowel een handeling zijn als ook de gedachten over een handeling of gebeurtenis (Geurts & Huizinga, 2011).
- Het werkgeheugen bestaat uit het korte-termijn geheugen, dat dient als een tijdelijke opslagplaats van een beperkte hoeveelheid informatie (Baddeley, 2003; Hendriks, Dernison, & König, 2011). Daarnaast beoordeelt het werkgeheugen de relevantie van ontvangen informatie (Morris & Jones, 1990). Het werkgeheugen houdt de relevante informatie vervolgens vast door oude informatie aan te vullen of te vervangen. Ook helpt het werkgeheugen bij het actief verwerken van informatie, zodat meer en minder complexe taken uitgevoerd kunnen worden (Baddeley, 2003).
- Cognitieve flexibiliteit, ook wel mentale flexibiliteit genoemd, is de vaardigheid om te kunnen schakelen tussen taken, regels of rollen (Davidson, Amso, Anderson, & Diamond, 2006). Het gaat om het flexibel en snel kunnen veranderen en aansturen van gedrag (Geurts & Huizinga, 2011).
- Plannen is de vaardigheid om een proces in achtereenvolgende stappen te verdelen en uit te voeren, met de intentie een bepaald doel te bereiken (Geurts & Huizinga, 2011; Lezak et al, 2004a). Om tot plannen te kunnen komen, zijn cognitieve flexibiliteit (alternatieven overwegen), het werkgeheugen en de inhibitie (informatie vasthouden) nodig, evenals het kunnen reflecteren en het maken van overwegingen en beslissingen (Lezak et al, 2004a; Miyake et al., 2000).
- Redeneren kan gedefinieerd worden als het bewust en logisch nadenken over situaties of gebeurtenissen om tot een bepaalde conclusie te komen (Lezak et al., 2004b). Het gaat daarbij om het leggen van relaties en het zien van verbanden (Diamond, 2013). Redeneren kan verbaal, door hardop na te denken over situaties of gebeurtenissen en visueel, door na te denken aan de hand van materialen of schema's (Lezak et al, 2004b).
- Het oplossen van problemen bestaat uit het identificeren van het probleem en uit nadenken (Fuster, 2003; Lezak et al, 2004a). Om tot het oplossen van problemen te komen, zijn het werkgeheugen, inhibitie, redeneren en aandacht van belang (Fuster, 2003). Redeneren is nodig, om vanuit eerder ervaren problemen een algemene regel af te leiden om toekomstig gelijkende problemen op te kunnen lossen. Door middel van het werkgeheugen en de aandacht kan de informatie om het

probleem op te lossen vastgehouden worden. Inhibitie zorgt ervoor dat een weloverwogen oplossing beredeneerd kan worden.

De meeste EF ontwikkelen zich vanaf de eerste levensjaren, waarna in de basisschoolleeftijd een versnelling plaatsvindt (Cepeda, Kramer, & Gonzalez de Sather, 2001; Davidson et al., 2006; Diamond, 2013; Geurts & Huizinga, 2011; Keen, 2011; Sobel, 2006; Zelazo, Muller, Frye, & Marcovitch, 2003). Vervolgens worden de EF gedurende de leeftijd vordert tot in de volwassenheid verfijnd (Diamond, 2013; Sobel, 2006). Enkel de ontwikkelingen van de inhibitie en het werkgeheugen nemen gedurende de tijd in de volwassenheid af (Bedard, Nichols, Barbosa, Schachar, Logan, & Tannock, 2002; Solesio-Jofre, Lorenzo-López, Gutiérrez, López-Frutos, Ruiz-Vargas, & Maestú, 2012; Zanto, Hennigan, Östberg, Clapp, & Gazzaley, 2010). De ontwikkeling van EF kan gestimuleerd worden door middel van training, aangezien een positief effect gevonden werd van training op verschillende EF, zoals inhibitie, het werkgeheugen, flexibiliteit, plannen, redeneren en het oplossen van problemen (Diamond, 2013; Zelazo et al., 2003).

### **Leerkrachtencursus**

Om de interesse voor wetenschap en techniek bij kinderen op de basisschool te stimuleren, zal geïnvesteerd dienen te worden in het bèta-leren, de bètavaardigheden en de EF (de mogelijke bouwstenen van bèta-leren). Om dit te bewerkstelligen kan het primair onderwijs als startpunt fungeren, aangezien de exploratiedrang en nieuwsgierigheid tijdens de basisschool blijken te verminderen of verdwijnen (Emerencia et al., 2012; Eshach & Fried, 2005; French, 2004; Post, 2009). Jonge kinderen beleven plezier aan het ontdekken, observeren en denken over wetenschap en techniek (Eshach & Fried, 2005). Door dit plezier te stimuleren kan de vermindering of verdwijning van deze talenten van kinderen worden voorkomen (Eshach & Fried, 2005; French, 2004; Post, 2009). Een tweede reden voor het primair onderwijs als startpunt, is dat de keuze voor een bètaprofiel beïnvloed wordt door de interesse die een leerling tijdens de schoolloopbaan heeft gekregen voor de bètavakken (Van den Berghe & De Martelaere, 2012). De basisschool vormt het begin van het beroepskeuzeprocess (Van Keulen & Slangen, 2010). In het primair onderwijs worden jonge kinderen de basisvaardigheden aangeleerd en krijgen zij onderwijs op alle vakgebieden (Emerencia et al., 2012). Door bètavakken en de bijbehorende vaardigheden op de basisschool aan te bieden, ontwikkelen kinderen een positieve houding tegenover wetenschap en techniek (Eshach & Fried, 2005). Ten derde worden de EF voornamelijk op jonge leeftijd ontwikkeld, waardoor de EF bij uitstek tijdens de basisschool gestimuleerd kunnen worden (o.a. Bedard et al., 2002; Davidson et al., 2006; Geurts & Huizinga, 2011; Keen, 2011; Konrad et al., 2005; Sobel, 2006). Ten slotte stimuleert het vroegtijdig denken en horen over wetenschap en techniek het latere formele bèta-leren en het begrip van wetenschappelijke concepten (Eshach & Fried, 2005).



De vraag is vervolgens hoe dit bèta-leren bij kinderen in de basisschoolleeftijd te stimuleren. Leerkrachten kunnen hiervoor worden ingezet, aangezien zij een grote invloed hebben op de interesses van kinderen (Eshach & Fried, 2005; French, 2004). Zoals eerder aangegeven, kan de ontwikkeling van EF door training gestimuleerd worden (Diamond, 2013; Zelazo et al., 2003). Vroegtijdige interventies kunnen vaardigheden die gerelateerd zijn aan bètavaardigheden stimuleren (French, 2004; Van Schijndel, Singer, Van der Maas, & Raijmakers, 2010). Door middel van een interventie bestaande uit het doen van exacte zandbakspelletjes werd het exploratieve gedrag van twee en driejarige peuters verhoogd (Van Schijndel et al., 2010). Na deelname aan het vroegtijdige programma ‘ScienceStart!’ verbeterden de vaardigheden van jonge kinderen betreffende taal, ontluikende geletterdheid, problemen oplossen, sociale interactie en zelfregulatie (French, 2004). Vanwege de invloed die leerkrachten hebben op de interesses van basisschoolleerlingen en het positieve effect van een training op de EF, werd in deze huidige studie gekozen voor een leerkrachtencursus gericht op het bevorderen van de ontwikkeling van EF bij basisschoolkinderen.

### **Onderzoeksvragen**

Hoewel verondersteld wordt dat bepaalde EF bouwstenen van bèta-leren zijn, is het echter nog onbekend wat de precieze rol is van EF bij het verwerven van bètavaardigheden (TalentenKracht centrum Leiden, n.d.). Aangezien EF onder andere bestaan uit werkgeheugen en inhibitie en bij het verwerven van rekenvaardigheden het werkgeheugen en de inhibitie een belangrijke rol spelen, kan verwacht worden dat de rekenvaardigheden ook verbeteren als de executieve functies verbeteren (Best & Miller, 2010; Best et al., 2011; Blair & Razza, 2007; Bull et al., 2008; Lezak et al., 2004c; Miyake et al., 2000). Het achterliggende doel van de huidige studie is te onderzoeken wat de relatie is tussen de EF (bouwstenen) en het bèta-leren en op welke manier basisschoolleerlingen gestimuleerd kunnen worden in de keuze voor een bètaprofiel.

In dit onderzoek staan daarom de volgende hoofdvragen centraal: Heeft de leerkrachtencursus effect op de EF en de bètavaardigheden van basisschoolleerlingen? Kan een eventueel effect van de leerkrachtencursus op de bètavaardigheden worden toegeschreven aan de verbetering in de EF? Deze hoofdvragen worden door middel van de volgende drie deelvragen beantwoord: a. wat is de invloed van de leerkrachtencursus op de EF van basisschoolleerlingen; b. wat is de invloed van de leerkrachtencursus op de rekenvaardigheid van basisschoolleerlingen en c. wat is de invloed van EF op de rekenvaardigheid van basisschoolleerlingen? In dit onderzoek wordt verwacht dat de leerkrachtencursus een positieve invloed heeft op de EF van kinderen. Ook wordt verwacht dat de rekenvaardigheid verbeteren na de cursus. Daarnaast wordt verwacht dat een verbetering in EF gerelateerd is aan een verbetering in de rekenvaardigheid. Betreffende de hoofdvraag wordt verwacht dat de invloed die de leerkrachtencursus op de rekenvaardigheden heeft, deels gemedieerd wordt door een verbetering in de EF.

## **Methode**

### **Design**

Om de onderzoeksvraag van het huidige onderzoek te beantwoorden, werd gebruikt gemaakt van een gerandomiseerd non-equivalent pretest-posttest (quasi-)experimenteel design, waarbij een deel van de leerkrachten deelnam aan een leerkrachtencursus (random toegewezen). Deze leerkrachten vormden samen met de kinderen uit hun klas de interventiegroep en de overige leerkrachten en kinderen vormden de controlegroep (random toegewezen). Zowel een voor- als nameting werden afgenomen.

### **Onderzoeksgroep**

Participanten werden geworven via het onderzoeksprogramma TalentenKracht. Het TalentenKracht Consortium bestaat uit zeven Nederlandse en Belgische universiteiten, namelijk: Universiteit Amsterdam, Katholieke Universiteit Leuven, Rijksuniversiteit Groningen, Universiteit Leiden, Radboud Universiteit Nijmegen, Universiteit Utrecht en de Vrije Universiteit (TalentenKracht, n.d.). Het doel van TalentenKracht is om kennis te vergaren en te delen met ouders en scholen over hoe technische en wetenschappelijke talenten van kinderen in de leeftijd van 3 tot 14 jaar gestimuleerd kunnen worden.

Het onderzoeksproject van TalentenKracht centrum Leiden (aan de afdeling Neuropedagogiek van de Faculteit der Sociale Wetenschappen, Universiteit Leiden) richtte zich specifiek op het stimuleren van de neurocognitieve bouwstenen van bèta-leren. TalentenKracht centrum Leiden werd ingehuurd door zes vindplaatscholen, respectievelijk de Bisschop Ernstschool, Freinetschool, Dr. Schaepmanschool, Eerste Westlandse Montessorischool [Montessorischool], Oranje Nassauschool en De Tweern. Dit waren scholen die reeds wetenschap en techniek in hun onderwijsprogramma geïmplementeerd hadden. Het onderzoek van TalentenKracht werd getoetst en goedgekeurd door de lokale Ethische toetsingscommissie Instituut Pedagogiek van de Universiteit Leiden.

Ouders werden door middel van een brief, die door de zes deelnemende scholen aan ouders werd verspreid, geïnformeerd over het onderzoek en om toestemming gevraagd. Na toestemming namen in totaal 918 kinderen uit de groepen 2 tot en met 8 deel aan het onderzoek. Ook leerkrachten werden door middel van een brief geïnformeerd over het onderzoek en om toestemming gevraagd om door een willekeurige loting mee te doen aan de leerkrachtencursus. Alle leerkrachten van de participanten verleenden toestemming en namen vervolgens deel aan het onderzoek. Inclusiecriteria waren dat: 1) kinderen minstens twee maanden als leerling op de school in waren geschreven; 2) kinderen Nederlands konden spreken en 3) ouders van het kind Nederlands konden lezen. Negatieve bevestiging van deze voorwaarden golden als exclusiecriteria. Afhankelijk van de beschikbare gegevens werden van drie van de zes vindplaatscholen (de Freinetschool, de Montessorischool en de Bisschop Ernstschool) data gebruikt voor dit huidige onderzoek.

## **Procedure**

Om te zorgen dat de verschillende metingen zo vergelijkbaar mogelijk waren, werden de meetinstrumenten, materialen, bijbehorende instructies, de cursusleiders, het tijdstip waarop, de duur van en de ruimte waarin de metingen plaatsvonden zo veel mogelijk gelijk gehouden.

Betreffende de EF vulden ouders tweemaal een aantal vragenlijsten in, waaronder de BRIEF, die ouders via hun kinderen van de leerkracht kregen. Ouders vulden de BRIEF eenmaal in oktober 2012 in (voormeting, T1) en eenmaal in mei 2013 (nameting, T2). Via de leerkrachten gaven de ouders de vragenlijsten vervolgens terug aan de onderzoekers. De instructies voor het invullen van de BRIEF waren hetzelfde voor alle ouders. Het invullen van de vragenlijst kostte ongeveer 15 minuten.

De voormeting van de scores van de Cito-toets rekenen vond plaats in juni 2012 en de nameting in juni 2013. De toets werd groepsgewijs door alle participanten op de eigen school en in het eigen klaslokaal gemaakt. De leerkrachten namen de toetsen af volgens de vastgestelde richtlijnen van het Cito. Alle participanten kregen de Cito-toets rekenen behorend bij hun leerjaar. De Cito-toets rekenen bestond uit verschillende delen, die allen tussen de 40 en 45 minuten duurden. De scores van de Cito-toets rekenen werden verkregen via de leerkrachten.

De leerkrachtencursus, die door een deel van de leerkrachten werd gevolgd, diende als interventie. De leerkrachtencursus 'Leraren Ogen Geven', ontwikkeld door prof. dr. H. Swaab (klinisch psycholoog en neuropsycholoog van de Universiteit Leiden en het Leiden Institute for Brain and Cognition), had als doel kennis uit de neurowetenschappen betreffende het verwerven van bètavaardigheden en de bouwstenen die daarop van invloed zijn, beschikbaar te maken voor leerkrachten (Swaab, Noordam, Munk, Van Dongen, & Sjoer, 2012). Leerkrachten leerden met deze kennis de ontwikkeling van wetenschappelijk en technisch talent in hun onderwijs te stimuleren en de natuurlijke nieuwsgierigheid en exploratiedrang in stand te houden. De cursus bestond uit drie delen: informatie over 1) de hersenontwikkeling, informatieverwerking, exploratie en de werking van stimulerende vragen; 2) de ontwikkeling van EF en 3) de ontwikkeling van sociaal-cognitieve vaardigheden en sociale competenties. De drie onderdelen werden afhankelijk van de school verdeeld over twee of vier bijeenkomsten, welke op de eigen school plaatsvonden. Elke bijeenkomst bestond uit een theoriedeel, dat door prof. dr. H. Swaab werd onderwezen en uit een praktijkgedeelte, dat door dr. E. Sjoer (lector van het lectoraat kennisinfrastructuur voor Wetenschap en Techniek aan de Haagse Hogeschool) gecoördineerd werd. Om de informatie te koppelen aan de praktijk kregen de leerkrachten opdrachten, waardoor zij de verschillende bouwstenen leerden te herkennen en te stimuleren bij de kinderen. Alle leerkrachten kregen hetzelfde materiaal en dezelfde opdrachten mee tijdens de cursus.

## **Meetinstrumenten**

EF werden gemeten aan de hand van de BRIEF vragenlijst executieve functies voor 5- tot 18-jarigen (BRIEF); een door Huizinga en Smidts ontwikkelde Nederlandse bewerking van de Amerikaanse Behavior Rating Inventory of Executive Function (COTAN, 2014). Met de BRIEF

werden de EF op gedragsniveau in kaart gebracht. De ouders van het kind gaven op een 3-puntsschaal aan in hoeverre het item bij hun kind voorkwam, variërend van 1 (*nooit*), 2 (*soms*) tot 3 (*vaak*). Een voorbeelditem van de schaal werkgeheugen was: “Heeft moeite met karweitjes of taken die meer dan één stap vereisen”. De scores op de in totaal 75 items werden voor dit onderzoek gesommeerd tot de volgende zes schalen: inhibitie (10 items), cognitieve flexibiliteit (8 items), initiatief nemen (8 items), werkgeheugen (10 items), plannen en organiseren (12 items) en ordelijkheid en netheid (6 items). De minimale score van de subschalen bedroeg 6 en de maximale score 36. Ten slotte werd een totale score berekend door alle subschalen te sommeren (minimale score = 71 en maximale score = 219). Hierbij gold hoe hoger de score, hoe vaker problemen in EF werden opgemerkt door ouders. Ten slotte werd een verschilscore berekend van de EF tussen de voor- en nameting, die de vooruitgang of achteruitgang van de kinderen tussen beide meetmomenten weergaf. De betrouwbaarheid werd door de COTAN met een voldoende beoordeeld (2014). De validiteit en de normen (normering in 2011) werden met een onvoldoende beoordeeld, vanwege een gebrek aan gegevens en onderzoek.

Rekenvaardigheden werden gemeten aan de hand van de vaardigheidsscores van de Cito-toets rekenen, welke door Janssen en Kraemer werd ontwikkeld (COTAN, 2003). De Cito-toets rekenen geeft een niveaubepaling op het gebied van rekenen en wiskunde betreffende kennis, inzicht, vaardigheid en procedures. De Cito-toets rekenen sluit aan bij de inhoud van verschillende rekenmethodes. De Cito-toets rekenen bestaat uit verschillende in moeilijkheidsgraad oplopende vragen, waaronder opgaven met en zonder context en het aflezen van grafieken en tabellen (Cito, n.d.). Door middel van *multiple choice* of open vragen worden antwoorden verkregen (Janssen & Kraemer, 2002). Een voorbeelditem van de Cito-toets rekenen E6 (afnamemoment eind groep 6 in juni), die werd gebruikt voor het huidige onderzoek, was: “84.605 mensen hebben de tentoonstelling ‘Koningsklaren’ bezocht. Hoeveel mensen zijn dat ongeveer? Kies uit: A 80.000, B 85.000 of C 90.000”. Scores werden verkregen door het aantal goed gemaakte opgaven te sommeren, waarna de scores middels tabellen werden omgezet in een vaardigheidsscore (minimale en maximale scores: E4 0 - 109, E5 0 - 132, E6 10 - 143, E7 3 - 165 en E8 24 - 169), ofwel de rekenvaardigheidsscore (COTAN, 2003). Hoe hoger de rekenvaardigheidsscore, hoe beter de rekenvaardigheid (Van der Lubbe & Hollenberg, 2011). Om vooruitgang of achteruitgang te onderzoeken, werd een verschilscore tussen de voor- en nameting berekend. Zowel de normen (gebaseerd op onderzoek in 1995), de betrouwbaarheid als ook de begripsvaliditeit werden door de COTAN met een goed beoordeeld (2003). Door een gebrek aan onderzoek, werd de criteriumvaliditeit met een onvoldoende beoordeeld.

## **Analyses**

Alle analyses werden uitgevoerd middels het programma IBM SPSS versie 20.0. Allereerst werd de verdeling van de categorische variabele (leerkrachtencursus) onderzocht, om te controleren of beide groepen gelijk verdeeld waren over de totale steekproef. Ook werden de verdelingen van de numerieke variabelen (de rekenvaardigheden en de EF) bekeken betreffende afwijkende waarden, zoals uitbijters

(drempelwaarde:  $> 3 SD \pm M$ ) en missende waarden (drempelwaarde: missende waarde op een rekenvaardigheidsscore en/of meer dan twee missende waarden op een item van de BRIEF binnen één subschaal). Daarnaast werden de numerieke variabelen gecontroleerd op normaliteit, door middel van de scheefheid, gepiekttheid, lineariteit, histogrammen, box-plots, Kolmogorov-Smirnov tests en Quantile-Quantile plots. Wanneer aan deze aannames niet werd voldaan, werd door het transformeren van uitbijters (formule:  $M \pm 3.29 * SD$ ; Kroonenberg, 2006; Moore, McCabe, & Craig, 2009) een benadering van normaliteit verkregen of werden non-parametrische analyses gebruikt. Om de voormetingen van de controle- en interventiegroep te kunnen vergelijken, werd ten slotte onderzocht of de voormetingen van zowel de EF als ook de rekenvaardigheden niet significant verschilden.

Ten behoeve van de eerste twee onderzoeksvragen werd allereerst door middel van een Chi-kwadraat toets gecontroleerd of de interventie- en controlegroep niet significant van elkaar verschilden betreffende sekse. Geen tot een klein effect van Cramer's V ( $V = \sqrt{x^2/[n(k-1)]}$ ),<sup>1</sup> werd als tolerantiegrens gehanteerd (zowel positief als negatief: 0 = geen effect, 0 – 0.45 = klein effect, 0.45 – 0.65 = gemiddeld effect en 0.65 – 1 = groot effect; Field, 2005). Eenzelfde controle vond plaats betreffende leeftijd, middels de non-parametrische Mann-Whitney toets. Een verwaarloosbare tot kleine effectgrootte van Pearson's  $r$  gold als tolerantiegrens ( $< 0.1$  = verwaarloosbaar effect,  $0.1 - 0.3$  = klein effect,  $0.3 - 0.5$  = gemiddeld effect,  $0.5 - 0.7$  = groot effect en  $> 0.7$  = zeer groot effect; Field, 2005; Kroonenberg, 2006; Moore et al., 2009). Daarnaast werd door middel van de Mann-Whitney gecontroleerd voor een verschil in voormetingen betreffende EF, waarbij een verwaarloosbare tot kleine effectgrootte van Pearson's  $r$  werd geaccepteerd. De controle van de voormetingen betreffende rekenvaardigheden werd middels een samengestelde t-toets voor twee onafhankelijke steekproeven uitgevoerd, waarbij een verwaarloosbaar tot klein effect van Cohen's  $d$  als acceptatiegrens gold ( $< 0.2$  = verwaarloosbaar effect,  $0.2 - 0.6$  = klein effect,  $0.6 - 1.2$  = gemiddeld effect,  $1.2 - 2.0$  = groot effect en  $> 2.0$  = zeer groot effect; Cohen, zoals geciteerd in Kroonenberg, 2006; Moore et al., 2009).

Indien na controle bleek dat beide groepen niet significant van elkaar verschilden, werden de eerste twee onderzoeksvragen door middel van een one-way repeated measures ANOVA toets onderzocht, met als onafhankelijke variabele de leerkrachtencursus (twee condities: controle- en interventiegroep) en als afhankelijke variabelen rekenvaardigheden, EF en de EF subschalen apart (allen twee condities: voor- en nameting). Wanneer bleek dat de groepen wel significant van elkaar verschilden op één van de variabelen, werd de one-way repeated measures ANCOVA toegepast, met de variabele met een significant verschil tussen de interventie- en controlegroep als covariaat. Als effectgrootte werd de gegeneraliseerde eta kwadraat gebruikt ( $\eta_G^2 = \{SS_{PA}/[SS_{PA} + (SS_S/A) + (SS_{PS}/A)]\}$ ),<sup>2</sup> aangezien

<sup>1</sup> Cramer's V, met  $x^2$  = de berekende Pearson chi-kwadraatwaarde,  $n$  = het aantal waarnemingen en  $k$  = de kleinste waarde van het aantal kolommen of rijen.

<sup>2</sup> Gegeneraliseerde eta kwadraat, met  $SS_{PA}$  = *between* leerkrachtencursus,  $SS_S/A$  = *between* error en  $SS_{PS}/A$  = *within* error.

met deze effectgrootte een vergelijking mogelijk is tussen verschillende designs en studies (Bakeman, 2005). Een gemiddeld tot groot effect werd als voldoende beschouwd ( $< 0.02$  = verwaarloosbaar effect,  $0.02 - 0.13$  = klein effect,  $0.13 - 0.26$  = gemiddeld effect en  $> 0.26$  = groot effect; Cohen, zoals geciteerd in Bakeman, 2005; Field, 2005).

De derde onderzoeksvraag werd afhankelijk van de uitkomsten van de eerste twee onderzoeksvragen door middel van één lineaire enkelvoudige regressie analyse of twee lineaire multipere regressie analyses onderzocht. Wanneer geen wezenlijk verband bleek tussen de leerkrachtencursus enerzijds en rekenvaardigheden en EF anderzijds, werd explorerend de relatie tussen rekenvaardigheden en EF onderzocht door middel van een lineaire enkelvoudige regressie, met de verschilscore van rekenvaardigheden ( $T2 - T1$ ) als afhankelijke variabele en de verschilscore in EF ( $T2 - T1$ ) als onafhankelijke variabele. Een gemiddeld tot grote effectgrootte van Pearson's  $r$  werd als voldoende beschouwd (Field, 2005; Kroonenberg, 2006; Moore et al., 2009). De twee lineaire multipere regressie analyses werden gebruikt, wanneer wel een verband bleek tussen de leerkrachtencursus enerzijds en rekenvaardigheden en EF anderzijds. Eén lineaire multipere regressie analyse voor de interventiegroep en één voor de controlegroep, met als onafhankelijke variabele de totaalscore van EF en als afhankelijke variabele de rekenvaardigheid (beiden twee condities: voor- en nameting). Rekening houdend met het leereffect (verbetering door het ouder worden van de kinderen) van EF en rekenvaardigheden, kon middels de twee multipere regressie analyses bekeken worden of het verschil tussen de voor- en de nameting in rekenvaardigheden en EF bij de interventiegroep groter bleek dan het verschil bij de controlegroep. Middels de Pearson's  $r$  werd de effectgrootte berekend, waarbij een gemiddeld tot groot effect als voldoende werd beschouwd (Field, 2005; Kroonenberg, 2006; Moore et al., 2009). Het significantieniveau voor alle toetsen bedroeg  $p < .05$  (tweezijdig).

## **Resultaten**

Allereerst volgt een beschrijving van de respondentengroep, waarna de uitkomsten van de beschrijvende analyses van de dataset worden weergegeven. Vervolgens worden de resultaten van de statistische analyses per onderzoeksvraag gegeven en ten slotte volgt een explorerende analyse van de relatie tussen rekenvaardigheden en EF.

### **Respondenten**

Na controle voor de inclusiecriteria bestond de onderzoeksgroep uit 307 kinderen en hun leerkrachten. Van de 307 ouders die de BRIEF gekregen hadden, stuurden 194 ouders de vragenlijsten ingevuld terug. Daarnaast werden van 167 kinderen de gegevens van de Citotoets-rekenen verkregen via de school. Vervolgens beleven na controle voor de exclusiecriteria ( $N = 31$ ), uitbijters ( $N = 3$ ) en missende waarden op de rekenvaardigheidsscores en/of meer dan twee missende items per subschaal op de BRIEF ( $N = 166$ ), in totaal 110 kinderen over. Twee van de drie uitbijters die werden gevonden

op de variabele rekenvaardigheidsscore T1 en T2, werden getransformeerd. Eén uitbijter werd gevonden op de variabele leeftijd, waar niets aan veranderd werd, gezien de inclusiecriteria. Oorzaken voor missende waarden waren: verhuizing bij de nameting en willekeurige en systematische missende waarden (ouders wisten bij enkele items van de BRIEF geen antwoord in te vullen).

Van de 110 participanten kwamen 71 uit de regio Zuid-Holland, waarvan 10 van de Freinetschool (Delft en omstreken) en 61 van de Montessorischool (Westland en omstreken). De overige 39 participanten kwamen uit Bevelanden en omstreken, regio Zeeland en waren afkomstig van de Bisschop Ernstschool in Goes. De kinderen kwamen uit de groepen 5 tot en met 8. De minimale leeftijd van de leerlingen bedroeg 8 jaar en de maximale leeftijd was 11 jaar ( $M = 10.23$  jaar,  $SD = 0.70$  jaar, zie Tabel 1). De totale interventiegroep bestond uit 64 kinderen, afkomstig van de Bisschop Ernstschool en de Montessorischool, wiens leerkracht de leerkrachtencursus volgde. De totale controlegroep bestond uit 46 kinderen wiens leerkracht geen leerkrachtencursus had gevolgd en waren afkomstig van de Montessorischool en de Freinetschool. Alle betrokken leerkrachten volgden in

Tabel 1

*Beschrijvende Statistieken van de Voor- (T1) en de Nameting (T2) van Rekenvaardigheid, EF en de Subschalen van de EF.*

Variabele	<i>N</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	Scheefheid	Gepiektheid
Leeftijd totaal	110	8.33	11.61	10.23	0.70	0.075	-0.650
Interventiegroep	64	8.33	11.17	10.35	0.74	-0.045	-1.002
Controlegroep	46	9.12	11.61	10.07	0.63	-0.083	0.044
Rekenvaardigheid T1	110	46	124	92.05	13.48	-0.019	0.480
Rekenvaardigheid T2	110	59	142	102.50	12.89	-0.013	0.987
EF totaal <sup>a</sup>							
T1	110	75	162	115.78	21.70	0.010	-0.853
T2	110	73	176	114.55	23.13	0.019	-0.366
EF subschalen							
Inhibitie T1	110	10	26	14.77	3.42	0.241	0.684
Inhibitie T2	110	10	26	14.68	3.60	0.126	-0.451
Cognitieve flexibiliteit T1	110	8	22	12.22	3.40	0.246	0.016
Cognitieve flexibiliteit T2	110	8	23	11.98	3.22	0.266	0.155
Initiatief nemen T1	110	8	22	13.14	2.91	0.142	-0.088
Initiatief nemen T2	110	8	22	13.34	3.15	0.131	-0.249
Werkgeheugen T1	110	9	30	16.15	4.97	0.670	-0.334
Werkgeheugen T2	110	9	30	16.00	5.05	0.145	-0.219
Plannen en organiseren T1	110	12	28	18.36	4.12	0.095	-0.664
Plannen en organiseren T2	110	11	32	18.45	4.32	0.115	0.182
Orde en netheid T1	110	6	17	11.31	2.77	0.057	-0.425
Orde en netheid T2	110	5	18	11.56	2.92	0.023	-0.466

Note. Cijfers tussen haakjes zijn de percentages binnen de variabele.

<sup>a</sup> Een hoge score op EF vertegenwoordigt veel problemen in de EF van een kind volgens de ouders.

twee of vier dagen de cursus. In Tabel 2 zijn de sekseverdeling van de interventie- en controlegroep en de verdeling van het opleidingsniveau van de ouders weergegeven. Zowel de seksegroepen als ook de verschillende opleidingsniveaus waren voldoende vertegenwoordigd in de steekproef.

**Rekenvaardigheid en EF**

Beschrijvende statistieken van de numerieke variabelen zijn in Tabel 1 weergegeven. De interventiegroep ( $N = 64$ ) en de controlegroep ( $N = 46$ ), bleken voldoende vertegenwoordigd. Opgemerkt kan worden dat de gemiddelde rekenvaardigheid in 2013 (T2) hoger was ( $M = 92$ ) dan in 2012 (T1,  $M = 103$ ). Daarnaast was het aantal door ouders ervaren problemen in EF bij hun kinderen tijdens de nameting ( $M_{T2} = 115$ ) lager dan tijdens de voormeting ( $M_{T1} = 116$ ). Bij de EF subschalen werden zowel minder als ook meer problemen in EF ervaren door ouders.

Zowel de EF als ook de rekenvaardigheidsscores van de interventie- en controlegroep verschilden niet significant met betrekking tot sekse en leeftijd (zie Tabel 3). Ook de baselines (voormetingen) tussen de interventie- en de controlegroep betreffende EF verschilden niet significant (zie Tabel 4). Betreffende rekenvaardigheden werd wel een significant verschil gevonden tussen de baselines van beide groepen (zie Tabel 4),  $t(108) = -2.47, p = .015, d = -0.48$ . Tijdens de voormeting behaalden de participanten in de controlegroep gemiddeld een lagere score ( $M = 88, SD = 11, N = 46$ ) dan de participanten in de interventiegroep ( $M = 95, SD = 15, N = 64$ ).

Tabel 2  
*Frequentietabel van Sekse en het Opleidingsniveau van de Ouders.*

Sekse	Meisje	Jongen	Totaal
Interventiegroep	30 (58.8)	34 (57.6)	64 (58.2)
Controlegroep	21 (41.2)	25 (42.4)	46 (41.8)
Totaal	51 (53.6)	95 (46.4)	110 (100)

Opleidingsniveau van de ouders	Geen, LBO, VO of MBO diploma	HBO diploma	WO diploma of postdoctoraal/promovendus	Totaal
Opleiding ouder	36 (32.7)	52 (47.3)	21 (19.3)	109
Opleiding partner	46 (41.8)	38 (34.5)	19 (17.3)	103

Note. Cijfers tussen haakjes zijn de percentages binnen de variabele.

Tabel 3  
*Verskil tussen de Interventie- en Controlegroep betreffende Sekse en Leeftijd.*

Sekse	Meisje	Jongen	N	df	$\chi^2$	p	V
Chi-kwadraat analyse				1	0.02	.899	0.012
Interventiegroep	30 (58.8)	34 (57.6)	64				
Controlegroep	21 (41.2)	25 (42.4)	46				

Leeftijd	N	M	SD	Mdn	U	p	r
Mann-Whitney analyse					1167.50	.065	-0.176
Interventiegroep	64	10.35	0.74	10.38			
Controlegroep	46	10.07	0.63	10.02			

Note. Cijfers tussen haakjes zijn de percentages binnen de variabele.



Tabel 4  
*Verskil in Baselines betreffende EF en Rekenvaardigheid.*

EF	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Mann-Whitney analyse					1420.00	.753	-0.030
Interventiegroep	64	114.00	20.03	113.00			
Controlegroep	46	100.70	11.64	115.00			
Rekenvaardigheid	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
T-toets analyse				-2.47	108	.015	-0.48
Interventiegroep	64	94.67	14.57				
Controlegroep	46	88.39	10.92				

### **Repeated measures ANOVA van de leerkrachtencursus op de EF**

Middels de one-way repeated measures ANOVA bleek geen hoofdeffect van de leerkrachtencursus op de EF; de EF van alle participanten verschilden niet significant tussen de voor- en de nameting,  $F(1, 108) = 0.56, p = .455, \eta^2_G < .01$  (zie Tabel 5). Dit verschil bleek tevens niet significant voor het interactie-effect van de interventie- en de controlegroep (zie Tabel 5),  $F(1, 108) = < 0.01, p = .946, \eta^2_G < .01$ . Een niet significant hoofdeffect tussen de voor- en de nameting bleek wederom, wanneer het effect van de EF per subschaal onderzocht werd (zie Tabel 5). In lijn met het niet significant effect tussen de voor- en de nameting van de subschalen, werd eveneens geen significant interactie-effect gevonden apart voor de interventie- en de controlegroep per subschaal (zie Tabel 5).

### **Repeated measures ANCOVA van de leerkrachtencursus op de rekenvaardigheid**

Betreffende rekenvaardigheden werd, vanwege het significante verschil tussen de baselines van de interventie- en controlegroep (zie Tabel 4), de one-way repeated measures uitgevoerd met rekenvaardigheid T1 als covariaat (ANCOVA). Uit deze analyse kwam een hoofdeffect naar voren; de rekenvaardigheidsscores verschilden significant tussen de voor- en de nameting voor alle participanten samen (zie Tabel 5),  $F(1, 108) = 232.44, p < .001, \eta^2_G = .52$ . Rekenvaardigheidsscores waren significant hoger op de nameting voor alle participanten, wanneer gecontroleerd werd voor de afwijkende baselines tussen de interventie- en de controlegroep. Een interactie-effect werd echter niet gevonden; het verschil bleek niet significant voor de interventie- en de controlegroep apart (zie Tabel 5),  $F(1, 108) = 1.46, p = .230, \eta^2_G = .06$ .

### **Lineaire enkelvoudige regressie van de EF op de rekenvaardigheid: interventie en controlegroep**

Aangezien een significant effect van de leerkrachtencursus op de EF en op rekenvaardigheden niet werd gevonden, werd ter exploratie de relatie tussen de EF en de rekenvaardigheid door middel van een lineaire enkelvoudige regressie bekeken. Hiertoe werden een verschilscore tussen de voor- en de nameting van de rekenvaardigheden (T2 - T1) en eenzelfde verschilscore van EF (T2 - T1) berekend.

Tabel 5

*Samenvatting van de One-way Repeated Measures Analysis of (Co)Variance (AN(C)OVA) van de Voor- (T1) en de Nameting (T2) van het Hoofdeffect en het Interactie-effect betreffende EF, de Subschalen van EF en Rekenvaardigheid.*

Effect	MS	df	F	p	$\eta^2_G$
<b>EF</b>					
T1 en T2	84.320	1	0.563	.455	< .01
T1 en T2 x Interventie	0.701	1	0.005	.946	< .01
<b>EF subschalen</b>					
<b>Inhibitie</b>					
T1 en T2	0.232	1	0.052	.820	< .01
T1 en T2 x Interventie	1.251	1	0.279	.598	< .01
<b>Cognitieve flexibiliteit</b>					
T1 en T2	3.078	1	0.647	.423	< .01
T1 en T2 x Interventie	0.024	1	0.005	.944	< .01
<b>Initiatief nemen</b>					
T1 en T2	2.538	1	1.078	.301	< .01
T1 en T2 x Interventie	0.628	1	0.267	.606	< .01
<b>Werkgeheugen</b>					
T1 en T2	2.238	1	0.394	.531	< .01
T1 en T2 x Interventie	6.965	1	1.227	.270	< .01
<b>Plannen en organisatie</b>					
T1 en T2	0.025	1	0.004	.947	< .01
T1 en T2 x Interventie	7.297	1	1.301	.257	< .01
<b>Orde en netheid</b>					
T1 en T2	4.327	1	1.389	.242	< .01
T1 en T2 x Interventie	3.018	1	0.967	.328	< .01
Effect	MS	df	F	p	$\eta^2_G$
<b>Rekenvaardigheid</b>					
T1 en T2	5999.037	1	232.437	<.001**	.52
T1 en T2 x Interventie	37.603	1	1.457	.230	.06

Note.

\*\*  $p < .001$  (2-zijdig)

Het verschil tussen de voor- en de nameting in EF bleek het verschil tussen de voor- en nameting in rekenvaardigheden niet significant te voorspellen (zie Tabel 6),  $F(1, 108) = 3.56$ ,  $p = .061$ . Dit geeft een klein tot middelgroot effect van  $r = -.179$ . Gezien het feit dat het verschil net niet significant was bij een significantieniveau van  $p < .05$  (tweezijdig) en de redelijke effectgrootte, kon deze relatie mogelijk duiden op een trend (zie Figuur 1).

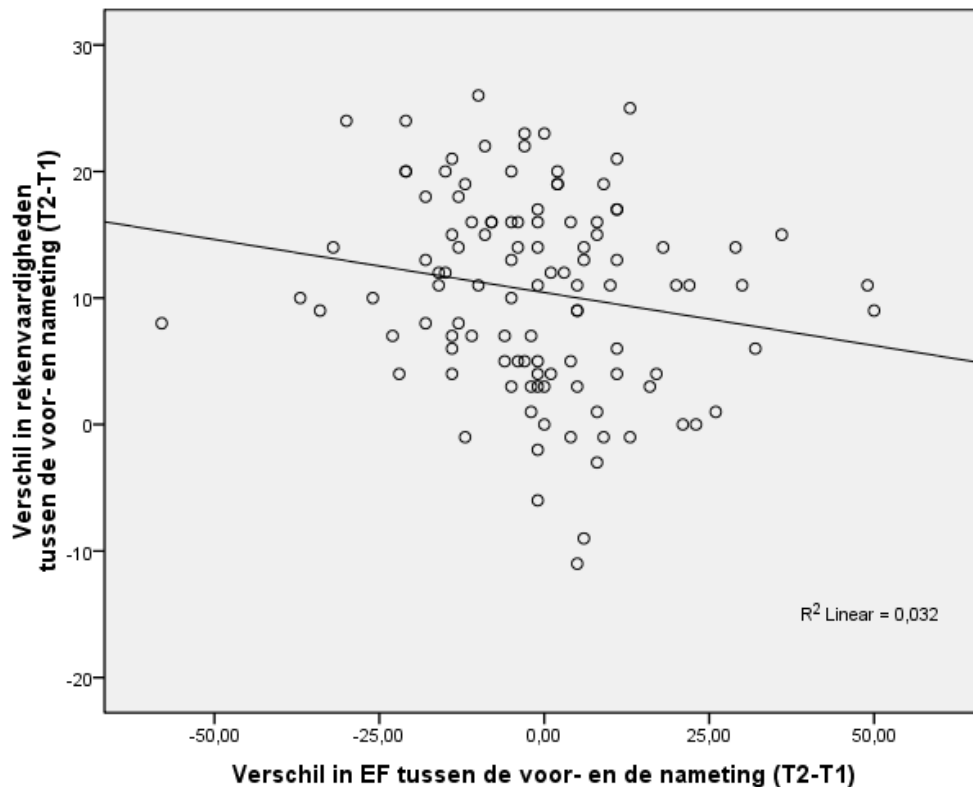
Tabel 6

*Lineaire Enkelvoudige Regressie Analyse van het Verschil in EF op het Verschil in Rekenvaardigheid tussen de Voor- (T1) en de Nameting (T2, N = 108).*

Predictor	Ongestandaardiseerde Coëfficiënten		Gestandaardiseerde coëfficiënten			
	B	Standaard meetfout	$\beta$ (Bèta)	t	p	r
(Constante)	10.430	0.730		14.29	<.001*	
Verschilscore EF T1 en T2	-0.084	0.044	-0.179	-1.89	.061	-.179

Note.

\*  $p < .05$  (2-zijdig)



Figuur 1. Voorspellende waarde van EF op de rekenvaardigheden, gemeten met een verschilscore van EF tussen de voor- en de nameting (T2 - T1) en een verschilscore tussen de voor- en nameting van rekenvaardigheden (T2 – T1). De verschilcores geven de vooruitgang of achteruitgang weer. Een hogere waarde van EF representeert minder ervaren problemen in de EF door ouders en een hogere waarde van rekenvaardigheden representeert een betere rekenvaardigheidsscore.

## Discussie

Onderzoek naar de wijze waarop de interesse voor wetenschap en techniek bij kinderen op de basisschool gestimuleerd kan worden, is van belang om het aantal kinderen dat later voor een bèta- of technische opleiding kiest, te verhogen. Het verhogen van het aantal bètastudenten heeft als doel het tekort aan geschoolde bètatechnici te verkleinen, om zo de technologische sector te stimuleren. In dit onderzoek werd onderzocht of de bètavaardigheden (gemeten met rekenvaardigheden) van kinderen gestimuleerd konden worden door middel van een leerkrachtencursus gericht op de EF. De bètavaardigheden en EF van kinderen wiens leerkracht aan de cursus deelnam (interventiegroep) werden vergeleken met die van kinderen wiens leerkracht niet aan de cursus deelnam (controlegroep). Hoewel de bètavaardigheden voor alle participanten samen significant verhoogden na een jaar, verbeterden de EF van alle participanten samen niet significant na een jaar. Het effect van de interventie- en de controlegroep op EF en op bètavaardigheden was tevens niet significant; zowel de EF als ook de bètavaardigheden van de interventiegroep verbeterden na een jaar niet ten opzichte van de controlegroep. Ten slotte bleken de EF de bètavaardigheden niet te kunnen voorspellen, hoewel mogelijk wel van een trend te spreken valt.

### **Effect van de leerkrachtencursus op EF**

Uit de resultaten van de eerste onderzoeksvraag bleek dat de EF van de kinderen in de interventiegroep niet méér verbeterden ten opzichte van kinderen in de controlegroep; de cursus had geen effect op de EF. Dit resultaat was tegen de verwachtingen van Diamond (2013) en Zelazo et al. (2003) in, aangezien in hun onderzoek een positief effect gevonden werd van training op verschillende EF. Een eerste verklaring voor het gebrek aan effect op EF luidt dat tussen de voor- en de nameting nog geen overdracht (*transfer*) plaats had gevonden tussen de EF thuis en op school. De ontwikkeling van de EF werd door de ouders gemeten, terwijl de cursus gericht was op het stimuleren van de EF door de leerkracht op school. Ouders zouden mogelijk het effect van de cursus niet gemerkt hebben, omdat verbetering zich enkel nog op school voordeed. Deze verklaring wordt ondersteund door het onderzoek van Egeland, Aarli en Saunes (2013), Melby-Lervåg en Hulme (2013) en Thorell, Lindqvist, Nutley, Bohlin en Klingberg (2009), die aantoonde dat EF na training op bepaalde taken verbeterden, maar dat dit niet automatisch transfer naar andere taken en contexten met zich meebracht.

Een tweede mogelijke verklaring voor het gebrek aan verbetering in EF door de leerkrachtencursus kan liggen in de lage intensiteit van de cursus (slechts twee tot vier keer). In onderzoek van Thorell et al. (2009) bleek het werkgeheugen na training wel te verbeteren maar inhibitie niet. Zij gaven als verklaring dat de training van het werkgeheugen intensiever was geweest in tegenstelling tot de training van inhibitie. De tijd die de leerkrachten in het huidige onderzoek werkelijk aan het oefenen van de EF bij de kinderen hadden besteed, was mogelijk te kort om een effect te bewerkstelligen.

Een derde verklaring voor het gebrek aan effect betreffende EF kan liggen in het feit dat het veranderen van het handelen van de leerkracht gericht op de EF van kinderen een complexe aanpassing is voor de leerkracht (Farran & Wilson, 2014). Het is daarom mogelijk dat de leerkrachten de aangeleerde vaardigheden van de cursus nog niet geheel toegepast hadden in hun onderwijs. De verandering in het handelen van de leerkracht werd in de opzet van dit onderzoek niet gemonitord.

Ten slotte kan het gebrek aan effect van de leerkrachtencursus op de EF mogelijk verklaard worden door de inhoud van de cursus. In onderzoek van Klingberg et al. (2005) was het effect van een training betreffende het werkgeheugen sterker, mits de training aansloot bij het niveau van het kind. In de cursus van dit huidige onderzoek werd geen specifieke aandacht aan dit adaptieve aspect geschonken. Verwacht werd dat de leerkrachten de aangeleerde vaardigheden zelf adaptief in zouden zetten bij de stimulatie van de EF.

Met deze verklaringen in gedachten is het echter opvallend dat door ouders van alle participanten samen geen significant hoofdeffect van EF waargenomen werd. Een dergelijk leereffect kon volgens Best et al. (2011), Davidson et al. (2006) en Geurts en Huizinga (2011) wel verwacht worden. In hun onderzoeken ontwikkelden de EF gedurende de leeftijd vorderde. Het onverwachte resultaat van dit huidige onderzoek kan mogelijk verklaard worden door het gebruik van de BRIEF als meting van EF. Gebruik makend van de BRIEF werd de werkelijke ontwikkeling in EF mogelijk niet gemeten, aangezien ouders als informatiebron werden gebruikt en niet het kind zelf (COTAN, 2014).

### **Effect van de leerkrachtencursus op bètavaardigheden**

De uitkomst dat bètavaardigheden van alle participanten samen na een jaar verbeterden, bevestigt de verwachting dat bètavaardigheden ontwikkelen gedurende de tijd vordert (National Research Council, zoals geciteerd in Purpura & Lonigan, 2013). Echter, ondanks dit leereffect bleken de bètavaardigheden van kinderen in de interventiegroep onverwacht niet méér vooruit te gaan dan die van kinderen in de controlegroep; een effect van de leerkrachtencursus op de bètavaardigheden werd niet gevonden. Een verklaring voor dit onverwachte resultaat kan liggen in het feit dat de cursus gericht was op de stimulatie van EF en niet direct op de bètavaardigheden. Verwacht werd dat bètavaardigheden via een verbetering van de EF zouden verbeteren (Best & Miller, 2010; Best et al., 2011; Blair & Razza, 2007; Bull et al., 2008; Lezak et al., 2004c; Miyake et al., 2000). Echter, de leerkrachtencursus had geen waarneembaar positief effect op de EF, waardoor een dergelijk mediatie-effect van EF op bètavaardigheden in de huidige studie niet onderzocht kon worden.

### **Voorspelling van EF op bètavaardigheden**

Omdat EF als mediërende variabele niet onderzocht kon worden, werd een alternatieve en explorerende analyse gedaan om de relatie tussen EF en bètavaardigheden te onderzoeken. Uit deze analyse bleken de EF in deze studie geen overtuigende voorspeller te zijn voor bètavaardigheden. Dit werd wel verwacht, aangezien in onderzoek van Best en Miller (2010), Best et al. (2011), Blair en Razza (2007), Bull et al. (2008), Lezak et al. (2004c), Miyake et al. (2000) en Verdine, Irwin, Golinkoff en Hirsh-Pasek (2014) rekenvaardigheden voorspeld konden worden door verschillende EF.

Een eerste methodologische verklaring voor bovenstaand onverwacht resultaat kan liggen in het gebruik van de BRIEF als indicator van EF en de Cito-toets rekenen als indicator van bètavaardigheden. Naast het eerder genoemde gegeven dat de werkelijke ontwikkeling in EF mogelijk niet gemeten werd door het gebruik van ouders als informatiebron, is de BRIEF genormeerd middels een klinische steekproef (COTAN, 2014). De BRIEF is daardoor bedoeld als signaleringsinstrument voor kinderen met vermoedelijke problemen in de EF. De normering van de BRIEF is daardoor moeilijk vergelijkbaar met de niet-klinische populatie, zoals in dit onderzoek beoogd werd. Vanwege deze klinische normering was de BRIEF niet normaal verdeeld en dienen de resultaten van de BRIEF met voorzichtigheid geïnterpreteerd te worden. De Cito-toets rekenen meet daarnaast enkel de rekenvaardigheden, terwijl bètavaardigheden ook uit technisch inzicht bestaat (Cito, n.d.).

Een tweede methodologische verklaring kan liggen in het feit dat de voormetingen van de EF en de bètavaardigheden niet op hetzelfde moment plaatsvonden; tussen beide voormetingen zaten vier maanden. De ontwikkeling die de kinderen in bètavaardigheden doormaakten was daardoor gebaseerd op een grotere tijdsspanne dan de ontwikkeling in EF, waardoor de verwachte gerelateerde groei tussen beide variabelen mogelijk niet opgespoord werd. Ten slotte kan de relatie tussen EF en bètavaardigheden mogelijk wel duiden op een trend, wat de relatie tussen beide variabelen niet uitsluit.

### **Limitaties, aanbevelingen en implicaties**

Naast verschillende sterke methodologische aspecten, zoals het gebruik van een gerandomiseerd pretest-posttest design, had deze studie ook enkele methodologische limitaties. Een eerste limitatie was de relatief kleine steekproefgrootte, wat de power van dit onderzoek verlaagt en de kans op het ontbreken van effect (Type II fout) vergroot. Ten tweede bestond de steekproef enkel uit vindplaatscholen die zichzelf aangemeld hadden voor deelname aan het huidige onderzoek. Het is mogelijk dat een verbetering in het stimuleren van EF bij de leerkrachten in de interventiegroep niet werd waargenomen, omdat zij vanuit hun interesse voor wetenschap en techniek de EF van de kinderen reeds stimuleerden. Ten derde had elke school een specifieke onderzoeksvraag, waardoor per school de beschikbare onderzoeksgegevens verschilden. De keuze voor de onderzoeksmiddelen werd hierdoor beperkt en wellicht beïnvloed. Daarnaast kan een verbetering liggen in de inhoud van de leerkrachtencursus, om naast de EF ook de nieuwsgierigheid te stimuleren ten behoeve van het bèta-leren. Filosoferen met kinderen bleek in onderzoek van Cassidy en Christie (2013) en Haynes en Murrin (2013) zowel de EF redeneren, problemen oplossen en flexibiliteit in denken als ook de nieuwsgierigheid van kinderen te bevorderen. Door leerkrachten middels de cursus toe te rusten met vaardigheden waarmee zij kunnen filosoferen met kinderen, kan via het stimuleren van de EF én de nieuwsgierigheid het bèta-leren verder bevorderd worden. Ten slotte waren de Cito-toets rekenen en de BRIEF mogelijk geen complete en adequate meetinstrumenten om bètavaardigheden en EF te meten. Naast de Cito-toets rekenen zou, als completere indicator voor bètavaardigheden, een instrument gebruikt kunnen worden om technisch en logisch inzicht te meten. In onderzoek van Attridge en Inglis (2013) werden daartoe de Conditional Inference Task, Raven's Advanced Progressive Matrices en de Cognitive Reflection Test gebruikt. Ook is de Revisie Amsterdamse Kinder Intelligentietest een goed alternatief (COTAN, 2013). Om EF te meten bieden cognitieve testen een goed alternatief, zoals de Simon test, de Backward-digit span test of de Flanker test (Diamond, 2013). Bij deze meetinstrumenten worden de kinderen zelf getest en is de normering niet gebaseerd op een klinische doelgroep (De Sonnevile, 2005; Diamond, 2013).

Concluderend zouden de resultaten uit deze studie enerzijds kunnen betekenen dat geen bewijs gevonden werd voor het verwachte positieve effect van de leerkrachtencursus op de EF en daarmee op de bètavaardigheden van kinderen (o.a. Blair & Razza, 2007). Anderzijds geeft deze studie reden tot replicatie en verbetering van de huidige studie, gezien de mogelijke verklaringen en trend betreffende de voorspellende waarde van EF op bètavaardigheden. Tevens dient de invloed van de bouwstenen (de EF) op het bèta-leren in vervolgonderzoek nader bestudeerd te worden, aangezien dit onderzoek door gebrek aan effect van de leerkrachtencursus op de EF over deze invloed geen duidelijkheid kon verschaffen. Een derde reden om het huidige onderzoek te repliceren, is het gegeven dat, naast de toename van de belangstelling voor wetenschap en techniek in het onderwijs, het aantal bèta- en technisch opgeleide studenten de afgelopen jaren is verhoogd. In 2013/2014 is het aantal leerlingen dat voor een bèta-technisch profiel koos, verhoogd in vergelijking met 2004/2005 (CBS, 2010, 2013b;

Platform Bèta Techniek, 2014). Tevens is de instroom voor een bèta-technische opleiding vergroot. Voor vervolgonderzoek is het van belang deze verbetering door te zetten, aangezien de lange-termijn doelstelling van het Masterplan Bèta en Technologie nog niet volbracht is (Emerencia et al., 2012; Platform Bèta Techniek, 2014). In lijn met deze derde reden om dit huidige onderzoek te repliceren, is het van belang te onderzoeken welke bijdrage het onderzoek van TalentenKracht heeft geleverd aan deze vermindering van het tekort aan opgeleide bètastudenten, ondanks de onverwachte resultaten van dit huidige onderzoek. Onderzocht kan worden of de basisschoolleerlingen door TalentenKracht gestimuleerd werden te kiezen voor een bètaprofiel en bètaopleiding. Gebleken is namelijk dat alle projecten die in het kader van de doelstelling zijn ingezet, hebben bijgedragen aan: de verhoging van het aantal basisscholen dat wetenschap en techniek in het onderwijsprogramma hebben geïmplementeerd; de stimulans die in het voortgezet onderwijs gegeven wordt aan bèta-technische vakken en de betere promotie van bèta-technische opleidingen (Platform Bèta Techniek, 2014). Andere programma's die zijn ingezet ter verhoging van het aantal bètatechnici, zijn bijvoorbeeld TechniekTalent.nu, Vakcollege Techniek en Jet-Net.

Ondanks het onverwachte resultaat van deze studie, is een positieve tendens waar te nemen ten behoeve van het maatschappelijke doel van de studie: de groei van het aantal bèta- en technisch geschoolde studenten (CBS, 2010, 2013b; Platform Bèta Techniek, 2014). Wanneer met bovenstaande verklaringen, limitaties en aanbevelingen rekening gehouden wordt, kan de oorzaak van deze groei onderzocht worden, zodat de kloof tussen het aanbod en de vraag naar geschoolde bètatechnici verder overbrugd kan worden. Op deze manier kunnen de talenten betreffende exploratiedrang en nieuwsgierigheid, die van jongs af aan bij een ieder aanwezig zijn, blijvend gestimuleerd worden.

### Referenties

- Attridge, N., & Inglis, M. (2013). Advanced mathematical study and the development of conditional reasoning skills. *PLoS ONE*, 8(7), 1-8. doi:10.1371/journal.pone.0069399
- Baddeley, A. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Neuroscience*, 4, 829-839. doi:10.1038/nrn1201
- Bakeman, R. (2005). Recommended effect size statistics for repeated measures designs. *Behavior Research Methods*, 37(3), 379-384. doi:10.3758/BF03192707
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121(1), 65-94. doi: 10.1037/0033-2909.121.1.65
- Bedard, A. -C., Nichols, S., Barbosa, J. A., Schachar, R., Logan, G. D., & Tannock, R. (2002). The development of selective inhibitory control across the life span. *Developmental Neuropsychology*, 21(1), 93-111.
- Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child Development*, 81(6), 1641-1660. doi:10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x
- Best, J. R., Miller, P. H., & Jones, L. L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Developmental Review*, 29(3), 180-200. doi:10.1016/j.dr.2009.05.002
- Best, J. R., Miller, P. H., & Naglieri, 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(4), 327-336. doi:10.1016/j.lindif.2011.01.007
- 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(2), 647-663. doi:10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x
- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 205-228. doi:10.1080/87565640801982312
- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19(3), 273-293. doi:10.1207/S15326942DN1903\_3



- Cassidy, C., & Christie, C. (2013). Philosophy with children: Talking, thinking and learning together. *Early Child Development and Care*, 183(8), 1072-1083. doi:10.1080/03004430.2013.773509
- CBS (2000). Zorg om voldoende technici. Geraadpleegd op <http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/39A39247-2CAE-4412-9412-3C283C539260/0/index1000.pdf>
- CBS (2010). Leerlingen in het vwo kiezen steeds vaker natuurprofiel. Geraadpleegd op <http://www.cbs.nl/nNL/menu/themas/onderwijs/publicaties/artikelen/archief/2010/2010-3188-wm.htm>
- CBS (2013a). Het Nederlandse ondernemingsklimaat in cijfers 2013. Geraadpleegd op <http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/E43CAEB8-C372-4D97-9D1F7B3CFBBDD799/0/2013i74pub.pdf>
- CBS (2013b). Statistisch jaarboek 2013. Geraadpleegd op <http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/F39781DB-1665-48AA-B9CA-30D1534716BF/0/2013a26pub.pdf>
- Cepeda, N. J., Kramer, A. F., & Gonzalez de Sather, J. C. M. (2001). Changes in executive control across the life span: Examination of task-switching performance. *Developmental Psychology*, 37(5), 715-730. doi:10.1037//0012-1649.37.5.715
- Cito (n.d.). Primair en speciaal onderwijs: Rekenen-wiskunde. Geraadpleegd op [http://www.cito.nl/onderwijs/primair%20onderwijs/lvs\\_toetsen/rekenen\\_wiskunde](http://www.cito.nl/onderwijs/primair%20onderwijs/lvs_toetsen/rekenen_wiskunde)
- COTAN (2003). Rekenen-Wiskunde, 2002. Geraadpleegd op [http://www.cotandocumentatie.nl.ezproxy.leidenuniv.nl:2048/test\\_details.php?id=249](http://www.cotandocumentatie.nl.ezproxy.leidenuniv.nl:2048/test_details.php?id=249)
- COTAN (2013). Revisie Amsterdamse Kinder Intelligentietest, 2e editie, RAKIT-2, 2012. Geraadpleegd op [http://www.cotandocumentatie.nl.ezproxy.leidenuniv.nl:2048/test\\_details.php?id=827](http://www.cotandocumentatie.nl.ezproxy.leidenuniv.nl:2048/test_details.php?id=827)
- COTAN (2014). BRIEF vragenlijst EF voor 5- tot 18-jarigen, 2013. Geraadpleegd op [http://www.cotandocumentatie.nl.ezproxy.leidenuniv.nl:2048/test\\_details.php?id=844](http://www.cotandocumentatie.nl.ezproxy.leidenuniv.nl:2048/test_details.php?id=844)
- 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), 2047-2078. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006
- De Jong, T., & Koppenhagen, O. (2008). Maartje Raijmakers: 'Onderzoekend leren stimuleert bètadenken'. *Develop*, 2, 20-23. Geraadpleegd op [http://www.kessels-smit.nl/files/Maartje\\_Raijmakers\\_-\\_Develop\\_2-2008.pdf](http://www.kessels-smit.nl/files/Maartje_Raijmakers_-_Develop_2-2008.pdf)

- De Sonnevile, L. (2005). Amsterdamse neuropsychologische taken: Wetenschappelijke en klinische toepassingen. *Tijdschrift voor neuropsychologie*, 0, 27-41. Geraadpleegd op [http://www.boomtestuitgevers.nl/documenten/antartikel\\_leodesonneville.pdf](http://www.boomtestuitgevers.nl/documenten/antartikel_leodesonneville.pdf)
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-68. doi:10.1146/annurev-psych-113011-143750
- Egeland, J., Aarli, A. K., & Saunes, B. -K. (2013). Few effects of far transfer of working memory training in ADHD: A randomized controlled trial. *PLoS One*, 8(10), p. e75660-e75660. doi:10.1371/journal.pone.0075660
- Emerencia, N., Boots, B., & Van Vilsteren, G. (2012). Naar 4 op de 10: Meer technologietalent voor Nederland [Brochure]. Geraadpleegd op <http://www.nvdo.nl/Handlers/DownloadFile.ashx?PortalCode=NPU&DownloadId=478&SecurityCode=A7CC9A4FBD1A7AE14A3F5ADEB0640CD9>
- Eshach, H., & Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 315-336. doi:10.1007/s10956-005-7198-9
- Farran, D. C., & Wilson, S. J. (2014). Achievement and self-regulation in pre-kindergarten classrooms: Effects of the tools of the mind curriculum. *Child Development*. Advance online publication. Retrieved from <https://my.vanderbilt.edu/toolsofthemindevaluation/files/2011/12/Tools-Submission-Child-Development-7-27-14.pdf>
- Field, A. (2005). *Discovering statistics using SPSS*. London, England: SAGE Publications Ltd.
- French, L. (2004). Science as the center of a coherent, integrated early childhood curriculum. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 138-149. doi:10.1016/j.ecresq.2004.01.004
- Fuster, J. M. (2003). *Cortex and mind*. Oxford, NY: Oxford University Press.
- Geurts, H. M., & Huizinga, M. (2011). Aandacht en EF. In H. Swaab, A. Bouma, J. Hendriksen & C. König (Red.), *Klinische kinderneuropsychologie* (pp. 169-188). Amsterdam, Nederland: Uitgeverij Boom.
- Haynes, J., & Murriss, K. (2013). The realm of meaning: Imagination, narrative and playfulness in philosophical exploration with young children. *Early Child Development and Care*, 183(8), 1084-1100. doi:10.1080/03004430.2013.792256

- Hendriks, M., Dernison, R., & König, C. (2011). Geheugen. In H. Swaab, A. Bouma, J. Hendriksen & C. König (Red.), *Klinische kinderneuropsychologie* (pp. 147-167). Amsterdam, Nederland: Uitgeverij Boom.
- Hootsen, M. M., & Razenberg, I. D. (2013). *Ontdek wetenschap & techniek: Landelijk onderzoek onder ouders van basisschoolleerlingen*. Geraadpleegd op [http://www.platformbetatechniek.nl/media/files/publicaties/OntdekWetenschapTechniek\\_Onderzoeksrapport\\_v130429.pdf](http://www.platformbetatechniek.nl/media/files/publicaties/OntdekWetenschapTechniek_Onderzoeksrapport_v130429.pdf)
- Janssen, J., & Kraemer, J. –M. (2002). *Rekenen-Wiskunde 2002. Handleiding. Opgavenboekje*. Arnhem, Nederland: Citogroep.
- Jirout, J., & Klahr, D. (2012). Children's scientific curiosity: In search of an operational definition of an elusive concept. *Developmental Review, 32*, 125-160. doi:10.1016/j.dr.2012.04.002
- Keen, R. (2011). The development of problem solving in young children: A critical cognitive skill. *Annual Review of Psychology, 62*, 1-21. doi:10.1146/annurev.psych.031809.130730
- Klingberg, T., Fernell, E. Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., . . . Westerberg, H. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD: A randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 44*(2), 177-186. doi:10.1097/00004583-200502000-00010
- Konrad, K., Neufang, S., Thiel, C. M., Specht, K., Hanisch, C., Fan, J., . . . Fink, G. R. (2005). Development and attentional networks: An fMRI study with children and adults. *Neuroimage, 28*(2), 429-439. doi:10.1016/j.neuroimage.2005.06.065
- Kroonenberg, P. M. (2006). *The researcher's multivariate statistical toolkit*. Leiden, The Netherlands: Leiden University.
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Loring, D. W., Hannay, H. J., & Fischer, J. S. (2004a). Basic concepts. In M. D. Lezak, D. B. Howieson, D. W. Loring, H. J. Hannay & J. S. Fischer (Red.), *Neuropsychological Assessment* (4th ed.) (pp. 15-38). Oxford, NY: Oxford University Press.
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Loring, D. W., Hannay, H. J., & Fischer, J. S. (2004b). Concept formation and reasoning. In M. D. Lezak, D. B. Howieson, D. W. Loring, H. J. Hannay & J. S. Fischer (Red.), *Neuropsychological Assessment* (4th ed.) (pp. 569-610). Oxford, NY: Oxford University Press.
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Loring, D. W., Hannay, H. J., & Fischer, J. S. (2004c). Executive functions and motor performance. In M. D. Lezak, D. B. Howieson, D. W. Loring, H. J. Hannay &

- J. S. Fischer (Red.), *Neuropsychological Assessment* (4th ed.) (pp. 611-646). Oxford, NY: Oxford University Press.
- Luyten, H., & De Wolf, I. (2011). Changes in student populations and average test scores of Dutch primary schools. *School Effectiveness and School Improvement*, 22(4), 439-469. doi:10.1080/09243453.2011.591614
- Melby-Lervåg, M., & Hulme, C. (2013). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*, 49(2), 270-291. doi:10.1037/a0028228
- 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. doi:10.1006/cogp.1999.0734
- 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. doi:10.1016/j.jecp.2011.01.008
- Moore, D. S., McCabe, G. P., & Craig, B. A. (2009). *Introduction to the practice of statistics* (6th ed.). NY, NY: W. H. Freeman and Company.
- Morris, N., & Jones, D. M. (1990). Memory updating in working memory: The role of the central executive. *Britisch Journal of Psychology*, 81(2), 111-121.
- Platform Bèta Techniek (2011-2012). Infographics. Retrieved from <http://www.platformbetatechniek.nl/infographic-vmbo.html>
- Platform Bèta Techniek (2014). Facts & Figures 2014. Retrieved from <http://www.platformbetatechniek.nl/media/files/publicaties/FF2014-DEF%281%29.pdf>
- Posner, M. I., & Raichle, M. E. (1994). *Images of mind*. New York, NY: Scientific American Library.
- Post, H. (2009). *TalentenKracht: Sprankelen tussen wetenschap en de praktijk*. Den Haag, Nederland: Kaldenbach Grafische Producties.
- Purpura, D. J., & Lonigan, C. J. (2013). Informal numeracy skills: The structure and relation among numbering, relations, and arithmetic operations in preschool. *American Educational Research Journal*, 50(1), 178-209. doi:10.3102/0002831212465332
- Sobel, D. M. (2006). Blickets and babies: The development of causal reasoning in toddlers and infants. *Developmental Psychology*, 42(6), 1103-1115. doi:10.1037/0012-1649.42.6.1103

- Solesio-Jofre, E., Lorenzo-López, L., Gutiérrez, R., López-Frutos, J. M., Ruiz-Vargas, J. M., & Maestú, F. (2012). Age-related effects in working memory recognition modulated by retroactive interference. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 67A(6), 565-572. doi:10.1093/Gerona /glr199
- St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59,(4), 745-759. doi:10.1080/17470210500162854
- Steenbeek, H., & Uittenbogaard, W. (2009). Bèta-talenten van jonge kinderen in kaart. *Panama-Post*, 28(1), 89-100.
- Swaab, H., Noordam, J., Munk, F., Van Dongen, I., & Sjoer, E. (2012). *Vindplaats Laak Noord Den Haag: Leerervaringen van het TalentenKrachtonderzoek naar het stimuleren van bouwstenen van bèta-leren bij jonge kinderen*. Den Haag, Nederland: Kenniscentrum Wetenschap en Techniek West.
- TalentenKracht (n.d.). *Talent voor wetenschap & techniek bij kinderen en hun opvoeders: Een samenvatting van het onderzoekskader van TalentenKracht en de Talentenkaart*. Geraadpleegd op <http://www.TalentenKracht.nl/docs/Algemeen/samenvatting-talentenkaart.pdf>
- TalentenKracht centrum Leiden (n.d.). Onderzoek bij het Departement Pedagogische Wetenschappen, Universiteit Leiden. Leiden, Nederland.
- Thorell, L. B., Lindqvist, S., Nutley, S. B., Bohlin, G., & Klingberg, T. (2009). Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Developmental Science*, 12(1), 106-113. doi: 10.1111/j.1467-7687.2008.00745.x
- Van den Berghe, W., & De Martelaere, D. (2012). *Choosing STEM: Young people's educational choice for technical and scientific studies*. Retrieved from [http://www.vrwi.be/pdf/Choosing %20STEM.%20Young%20people%27s%20educational%20choice%20for%20technical%20and%20scientific%20studies.pdf](http://www.vrwi.be/pdf/Choosing%20STEM.%20Young%20people%27s%20educational%20choice%20for%20technical%20and%20scientific%20studies.pdf)
- Van der Lubbe, M., & Hollenberg, J. (2011). *Toetsen op school: Primair onderwijs?* Geraadpleegd op [http://www.cito.nl/onderzoek%20en%20wetenschap/achtergrondinformatie/toetsen\\_op\\_school](http://www.cito.nl/onderzoek%20en%20wetenschap/achtergrondinformatie/toetsen_op_school)
- Van der Wel, J., & Krooneman, P. (2014). *Het perspectief voor het W&T onderwijs: Onderzoek onder voormalige VTB-scholen*. Geraadpleegd op [http://www.platformbetatechniek.nl/media/files /publicaties/Notitie-Het%20perspectief%20voor%20het%20WT-onderwijs-Regioplan-14jan14.pdf](http://www.platformbetatechniek.nl/media/files/publicaties/Notitie-Het%20perspectief%20voor%20het%20WT-onderwijs-Regioplan-14jan14.pdf)

- Van Keulen, H., & Slangen, L. (2010). Wetenschap en techniek versterken op de pabo. *Tijdschrift voor Lerarenopleiders (velon / velov)*, 31(1), 12-18. Geraadpleegd op [http://www.researchgate.net/publication/254831619\\_Wetenschap\\_en\\_techniek\\_versterken\\_op\\_de\\_pabo](http://www.researchgate.net/publication/254831619_Wetenschap_en_techniek_versterken_op_de_pabo)
- Van Schijndel, T. J. P., Singer, E., Van der Maas, H. L. J., & Raijmakers, M. E. J. (2010). A sciencing programme and young children's exploratory play in the sandpit. *European Journal of Developmental Psychology*, 7(5), 603-617. doi:10.1080/17405620903412344
- Verdine, B. N., Irwin, C. M., Golinkoff, R. M., & Hirsh-Pasek, K. (2014). Contributions of executive function and spatial skills to preschool mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 126, 37-50. doi:10.1016/j.jecp.2014.02.012
- Zanto, T. P., Hennigan, K., Östberg, M., Clapp, W. C., & Gazzaley, A. (2010). Predictive knowledge of stimulus relevance does not influence top-down suppression of irrelevant information in older adults. *Cortex*, 46, 564-574. doi:10.1016/j.cortex.2009.08.003
- Zelazo, P. D., Muller, U., Frye, D., & Marcovitch, S. (2003). The development of executive function: Cognitive complexity and control-revised. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68(3), 93-119. doi:10.1111/j.0037-976X.2003.00266.x
- Zimmerman, C. (2000). The development of scientific reasoning skills. *Developmental Review*, 20(1), 99-149. doi:10.1006/drev.1999.0497