

Samenhang tussen Taken die Werkgeheugen, Cognitieve Flexibiliteit en Inhibitie Meten
bij Normaal Ontwikkende Kleuters van Vier tot Zeven Jaar

Ryanne E. van der Wouden & Giulia F. Reyers
Universiteit Utrecht

Cursus: Thesis Pedagogische Wetenschappen

Cursuscode: 200600042

Naam: Giulia Reyers (5719801) & Ryanne van der Wouden (3989054)

Docent: Lianne van Gelder

Datum: 26-06-2017

Abstract

The aim of this study was to get more insight in the development of executive functions in children age 4 to 7 years. With that, the study also contributes to the knowledge of interventions used to improve executive functions. Executive functions can be grouped into three independent but related factors: working memory, cognitive flexibility and inhibition. The adopted framework considers executive functions to be a unitary construct with partially dissociable components. This research investigates the correlation between executive functions and the influence of age. A group of 235 normally developed preschoolers completed four neuropsychological tasks. The tasks used to measure executive functions are the Corsi-Blocks task, the Numberupdatingtask, the Dimensional Change Card Sort task and the Head-Toes-Knees-Shoulders task. Current research indicates that the three executive functions are moderately correlated with one another, but are clearly separable. This correlation does not appear to be age-dependent. These findings provide evidence for the use of the integrative framework of executive functions in preschoolers. It also suggests that interventions focused on the improvement of one executive function will also improve another executive function. Implications of this investigation and suggestions for further research are discussed.

Keywords: Executive functions; Inhibition; Working Memory; Cognitive Flexibility; Correlation; Dimensional Change Card Sort; Numberupdatingtask; Head-Toes-Knees-Shoulders; Corsi-blocks task.

Samenvatting

Het doel van dit onderzoek was om meer inzicht te krijgen in de ontwikkeling van executieve functies bij kinderen tussen de 4 en 7 jaar. Het onderzoek draagt daarmee eveneens bij aan de kennis over interventies die ingezet kunnen worden om executieve functies te verbeteren. Executieve functies kunnen worden gezien als drie onafhankelijke maar gerelateerde componenten: werkgeheugen, cognitieve flexibiliteit en inhibitie. Het aangenomen model beschouwd executieve functies zowel als een eenheid als een verscheidenheid. Het huidige onderzoek heeft de samenhang tussen executieve functies en de invloed van leeftijd onderzocht. Bij een groep van 235 normaal ontwikkelende kleuters zijn de executieve functies gemeten aan de hand van vier neuropsychologische taken. De volgende taken zijn gebruikt om de executieve functies te meten: de Corsi-Blokkentaak, de Cijferupdatingtaak, de Dimensional Change Card Sort taak en de Hoofd-Tenen-Knieën-Schouders taak. Het huidige onderzoek toont aan dat de drie executieve functies matig met elkaar samenhangen, maar duidelijk te onderscheiden zijn. Deze samenhang is niet afhankelijk van leeftijd. De resultaten leveren bewijs voor het gebruik van het geïntegreerde model van de executieve functies bij kleuters. Het suggereert eveneens dat het gebruik van een interventie gericht op het verbeteren van een enkele executieve functie ook een andere executieve functie kan verbeteren. Implicaties van het

huidige onderzoek en suggesties voor vervolgonderzoek worden besproken.

Trefwoorden: Executieve functies; Inhibitie; Werkgeheugen; Cognitieve flexibiliteit; Samenhang; Dimensional Change Card Sort; Cijferupdatingtaak; Hoofd-Tenen-Knieën-Schouders; Corsi-Blokkentaak.

Samenhang tussen taken die werkgeheugen, cognitieve flexibiliteit en inhibitie meten bij normaal ontwikkelende kleuters van vier tot zeven jaar

Problemen in de kleutertijd worden vaak onderschat, waardoor er te laat wordt ingegrepen wanneer probleemgedragingen zich voordoen. De kleutertijd is een sensitieve periode in de ontwikkeling van hogere cognitieve functies. Executieve functies (EF) spelen een grote rol in de ontwikkeling van de hogere cognitieve functies zoals academische vaardigheden (Stiles & Jernigan, 2010), waardoor de kleutertijd een cruciale periode is in het ontstaan en ontwikkelen van EF (Best & Miller, 2010; Carlson, 2005; Garon, Bryson, & Smith, 2008; Howard, Okely, & Ellis, 2015). EF zijn adaptieve, doelgerichte, cognitieve processen waarmee gedachten en gedragingen kunnen worden gecontroleerd (Carlson, 2005; Garon et al., 2008). EF wordt vaak onderverdeeld in drie afzonderlijke, maar aan elkaar gerelateerde factoren: het werkgeheugen (WG), cognitieve flexibiliteit (CF) en inhibitie (IN; Garon, Smith, & Bryson, 2014; Lehto, Juujärvi, Kooistra, & Pulkkinen, 2003; Miyake et al., 2000). Het WG is een systeem dat het mogelijk maakt om informatie tijdelijk op te slaan en informatie te encoderen, te manipuleren en te controleren (Alloway, 2006; Bull, Espy, & Wiebe, 2008; Letho et al., 2003; Miyake et al., 2000). CF verwijst naar het vermogen om te schakelen tussen taken (Bull et al., 2008; Deák & Wiseheart, 2015; Miyake et al., 2000). IN is het bewust kunnen onderdrukken van dominante responsen wanneer dat noodzakelijk is (Miyake et al., 2000). De verschillende EF-factoren zorgen er gezamenlijk voor dat het mogelijk is om nieuwe kennis op te bouwen en bestaande kennis uit te breiden, zoals het leren van talen of het kunnen oplossen van complexe academische problemen (Blair & Raver, 2016).

Enkelvoudig factormodel

Er bestaan verschillende opvattingen over het construct EF. In verschillende onderzoeken wordt gesproken van een enkelvoudig factormodel. In dit model worden WG, CF en IN gezien als verschillende factoren binnen een meer algemene factor, die zorgt voor het hogere cognitieve functioneren. Hierdoor lijken WG, CF en IN een gemeenschappelijke factor te delen (Garon et al., 2008; Miller, Giesbrecht, Müller, McInerney, & Kerns, 2012; Miyake et al., 2000; Van der Sluis, De Jong, & Van der Leij, 2007; Wiebe, Espy, & Charak, 2008). Zo gaat Dempster (1992) ervan uit dat er sprake van een algemeen inhibitieproces wat verantwoordelijk is voor de ontwikkeling van EF. Tegenwoordig wordt er echter gesproken van een centraal aandachtssysteem dat verantwoordelijk is voor de ontwikkeling van WG, CF en IN bij kinderen tussen de twee en zes jaar oud (Garon et al., 2008; Posner & Rothbart, 2007). Dit idee wordt ondersteund door onderzoeken waarin naar voren is gekomen dat bij kinderen met problemen in de aandacht, ook vaak problemen in de EF worden gevonden (Baddeley, 2002; Kane & Engle, 2003).

Ook uit andere onderzoeken is ondersteuning gevonden voor het enkelvoudige factormodel bij kleuters. Wiebe en collega's (2008) geven aan dat dit model specifiek is voor kleuters, omdat hun EF nog volop in ontwikkeling zijn. Hierdoor is het mogelijk dat taken die gebruikt worden om EF in kleuters te meten meer gelijke executieve eisen stellen, waardoor EF als een eenheid wordt gezien. Fuhs en Day (2011) geven aan dat wanneer EF zich ontwikkelt in meerdere factoren, dit na de kleutertijd gebeurt, waardoor zij voor kleuters het enkelvoudige factormodel hanteren. Dit idee wordt ondersteund door verschillende onderzoeken waarin is gevonden dat de structuur van de EF zich meer differentieert in de kindertijd, waardoor deze anders is vormgegeven dan in de kleutertijd (Alloway, Gathercole, Willis, & Adams 2004; Garon et al., 2008; Pasalich & Livesey, 2010; Rasmussen & Bisanz, 2005). Een kanttekening bij de onderzoeken van Fuhs en Day (2011) en Wiebe en collega's (2008) is dat er slechts gebruik gemaakt is van twee van de drie EF-factoren, waardoor de kans om een model met meer dan één factor te vinden kleiner wordt (Monette, Bigras, & Lafrenière, 2015). Er wordt echter geen verklaring gegeven waardoor de kans kleiner wordt. Daarentegen blijkt uit onderzoek, waarbij wel alle drie de EF-factoren gemeten zijn, dat het enkelvoudige factormodel bij kinderen die onderzocht zijn op drie-, vier- en vijfjarige leeftijd passend is (Willoughby, Wirth, Blair, & Family Life Project Investigators, 2012). Daarnaast blijkt uit zowel cross-sectioneel als longitudinaal onderzoek dat er sprake is van positieve samenhang tussen IN en WG, tussen CF en WG (Monette et al., 2015) en tussen IN en CF (Van der Ven, Kroesbergen, Boom, & Leseman, 2013). Concluderend weergeeft dit dat er ondersteuning bestaat voor het idee dat EF met elkaar samenhangen en een eenheid vormen in de kleutertijd.

Meervoudig factormodel

Er kan ook worden gesproken van een meervoudig factormodel. In dit model hangen WG, CF en IN niet samen, waardoor zij worden gezien aparte factoren die afzonderlijk zorgen voor het hogere cognitieve functioneren (Garon et al., 2008; Huizinga, Dolan, & Van der Molen, 2006; Letho et al., 2003; Miller, et al., 2012; Miyake et al., 2000; Van der Sluis et al., 2007). Ander onderzoek laat zien dat er een discrepantie bestaat tussen de CF- en IN-presentatie van een persoon. Zo blijkt dat sommige participanten slechte resultaten behalen op de Wisconsin Card Sorting Test, die CF meet, en goede resultaten op de Tower of Hanoi, die IN meet. Er zijn tevens participanten die het tegenovergestelde patroon laten zien. Deze uitkomst suggereert dat EF niet past in het enkelvoudige factormodel (Godefroy, Cabaret, Petit-Chenal, Pruvo, & Rousseaux, 1999; Miyake et al., 2000). Een kanttekening bij dit onderzoek is dat de onderzoeksgroep bestaat uit volwassenen met een neuropsychologische stoornis. Wellicht is dit niet te generaliseren naar de huidige onderzoeksgroep.

Er blijkt echter uit meerdere onderzoeken dat EF verschillende ontwikkelingspaden

hebben bij kleuters (Carlson, 2005; Garon et al., 2008; Luciana & Nelson, 2002; Murray & Kochanska, 2002) en gebruik maken van verschillende delen van de prefrontale cortex (Aron, Robbins, & Poldrack, 2004; Crone, Wendelken, Donohue, & Bunge, 2005; Narayanan et al., 2005). Kleuters laten een toenemende groei zien van CF op vijfjarige leeftijd, van IN op driejarige leeftijd en van het werkgeheugen tussen de vier en vijf jaar oud (Garon et al., 2008). Dit weergeeft dat WG, CF en IN onafhankelijke factoren zijn. Kortom, ondanks genoemde kanttekeningen ondersteunen meerdere onderzoeken het meervoudige factormodel bij kleuters.

Integratie enkelvoudig- en meervoudig factormodel

Uit bovenstaande blijkt dat er zowel bewijs is voor het enkelvoudige als voor het meervoudige factormodel bij kleuters. Aangezien er bewijzen zijn voor beide modellen van EF is de focus in de literatuur verschoven naar een integratie van beide modellen. CF, IN en WG vormen zowel een eenheid als een verscheidenheid bij kleuters (Fuhs & Day, 2011; Howard et al., 2015; Skogan et al., 2016; Wiebe et al., 2011). Dit wil zeggen dat de EF samenhangen, echter niet in sterke mate. Uit onderzoek van Lee, Bull en Ho (2013) lijkt het erop dat EF zich steeds meer differentiëren naarmate kinderen ouder worden. Dit suggereert dan ook dat het niet gaat om welk model juist is, maar wat de invloed van tijd is op de ontwikkeling van EF. Om deze reden is het interessant om te onderzoeken wat het effect van leeftijd is op de samenhang tussen EF.

Huidig onderzoek

Het huidige onderzoek draagt bij aan de kennis over de ontwikkeling van EF en over interventies die ingezet kunnen worden wanneer problemen in EF-vaardigheden zich voordoen. Zo blijkt uit onderzoek dat het trainen van het WG zorgt voor een transfer-effect, waarbij de positieve effecten van de training worden teruggevonden in het uitvoeren van taken die IN en CF vereisen (Buschkuehl, Jaeggi, & Jonides, 2011; Diamond & Lee, 2011). Wanneer de verschillende EF-taken samenhangen, heeft dit tot gevolg dat WG-interventies kunnen worden toegepast om het executief functioneren te verbeteren. Hierdoor is het van belang om vroegtijdig een indruk te verkrijgen van EF bij kleuters.

Om EF bij kleuters te onderzoeken is het van belang dat er gebruik wordt gemaakt van instrumenten die passend zijn voor het ontwikkelingsniveau (Garon et al., 2008). In het huidige onderzoek worden de Corsi-Blokkentaak (CBT; Corsi, 1972) en de Cijferupdatingtaak (CUT; Wijnroks, 2017) gekozen als taken die WG meten. CF wordt gemeten met de Dimensional Change Card Sort (DCCS; Zelazo, 2006) en IN wordt gemeten met de Head-Toes-Knees-Shoulders taak (HTKS; Ponitz et al., 2008). De HTKS meet echter ook WG en CF.

In het huidige onderzoek wordt onderzocht of er samenhang bestaat tussen de taken die EF meten bij kleuters en in hoeverre dit afhankelijk is van leeftijd. Om de

samenhang tussen de taken te onderzoeken wordt het volgende afgevraagd:

- Bestaat er samenhang tussen de CBT en de CUT bij kleuters en is deze samenhang afhankelijk van leeftijd?
- Bestaat er samenhang tussen de CBT, de CUT en de HTKS bij kleuters en is deze samenhang afhankelijk van leeftijd?
- Bestaat er samenhang tussen de CBT, de CUT en de DCCS bij kleuters en is deze samenhang afhankelijk van leeftijd?
- Bestaat er samenhang tussen de DCCS en de HTKS bij kleuters en is deze samenhang afhankelijk van leeftijd?

De eerste hypothese die opgesteld wordt, is: 'Er is sprake van een sterke positieve samenhang tussen de CBT en de CUT'. Er is geen literatuur gevonden over de samenhang tussen twee werkgeheugentaken. Aangezien beide taken het werkgeheugen beogen te meten, wordt er verwacht dat de CBT en CUT sterk samenhangen. Op basis van bovenstaande literatuur zijn de volgende hypothesen opgesteld: 'Er is sprake van een matige positieve samenhang tussen de CBT, de CUT en de HTKS', 'Er is sprake van een matige positieve samenhang tussen de CBT, de CUT en de DCCS' en 'Er is sprake van een matige positieve samenhang tussen de DCCS en HTKS'. Voor elke hypothese is onderzocht of de samenhang afhankelijk is van leeftijd. Op basis van bovenstaande literatuur worden er leeftijdsverschillen verwacht en luidt de laatste hypothese: 'De samenhang tussen de taken is afhankelijk van leeftijd'.

Methode

In het huidige onderzoek is onderzocht of er sprake is van samenhang tussen de CBT, de CUT, de HTKS en de DCCS bij kleuters. Om te onderzoeken of er sprake is van leeftijdsverschillen is leeftijd opgedeeld in vier categorieën: vierjarigen (48-59 maanden), vijfjarigen (60-71 maanden), zesjarigen (72-83 maanden), en zevenjarigen (84-95 maanden). Om de onderzoeksvragen te beantwoorden wordt een hypothesetoetsend onderzoek uitgevoerd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van kwantitatief onderzoek, zodat de verschillende taken statistisch met elkaar kunnen worden vergeleken.

Participanten

Aan het huidige onderzoek hebben in totaal 235 normaal ontwikkelende kleuters van 50 tot en met 85 maanden oud ($M = 65.01$, $SD = 7.514$) deelgenomen. De participanten zijn ingedeeld in vier leeftijdsgroepen namelijk: 48-59 maanden ($n = 67$, $M = 55.93$, $SD = 2.738$), 60-71 maanden ($n = 110$, $M = 65.45$, $SD = 3.578$), 72-83 maanden ($n = 56$, $M = 74.30$ maanden, $SD = 1.768$) en 84-95 maanden ($n = 2$, $M = 84.50$, $SD = 0.707$). De participanten zijn afkomstig van reguliere basisscholen uit vijf provincies van Nederland (Noord-Holland, Zuid-Holland, Utrecht, Overijssel, Gelderland). De werving van de participanten is verricht middels een doelgerichte steekproef. Hiervoor is gekozen, omdat er een specifieke doelgroep nodig is (Neuman, 2014), namelijk:

kleuters van vier tot zeven jaar van reguliere basisscholen in heel Nederland. De steekproef bestaat uit meer dan 30 participanten, waardoor het verantwoord is om over deze groep een conclusie te trekken (Field, 2013).

Procedure

De ouders/verzorgers en leerkrachten van de participanten hebben toestemming gegeven voor deelname door middel van het ondertekenen van een toestemmingsbrief. Binnen een periode van drie weken in maart en april van 2017 zijn de taken bij de participanten afgenomen. Tijdens de afname is de participant alleen met de testleider in een aparte ruimte. Er is geprobeerd om te voorzien in een ruimte waarin geen prikkels aanwezig zijn. Voor de afname van de taken is gebruik gemaakt van gestandaardiseerde handleidingen en scoreformulieren. De taken zijn op schooldagen, zowel 's ochtends als 's middags, bij de participanten afgenomen.

Voorafgaand op de testafnames is er een pilotonderzoek voor de Updatingtaak afgenomen bij 42 kleuters. Tijdens de pilot zijn drie verschillende Updatingtaken afgenomen wat per participant ongeveer een half uur heeft geduurd. Uit de analyse is gebleken dat maar een van de drie taken leeftijdsgevoelig is; de CUT. Deze aanname is tweeledig. Allereerst zijn er verschillen gevonden tussen de leeftijdsgroepen. Daarnaast is gebleken dat de CUT de grootste respons had onder de jongste participanten vergeleken met de andere Updatingtaken. Om die reden is ervoor gekozen om de deze taak af te nemen voor de dataverzameling van het huidige onderzoek.

Voor de reguliere testafname zijn de CBT, de DCCS, de CUT en de HTKS afgenomen. Deze taken zijn achter elkaar afgenomen in bovenstaande volgorde, waardoor iedere participant ongeveer een half uur bezig is geweest. Na de DCCS is er een pauze van 5 minuten ingelast, zodat de participanten hun aandacht kunnen behouden voor alle vier de taken. Na de afname zijn alle kwantitatieve gegevens per participant geanonimiseerd en gedigitaliseerd.

Vanuit ethisch oogpunt is ervoor gezorgd dat de deelname geheel vrijwillig is en de afname op elk moment gestopt kan worden wanneer de participant hier behoefte aan heeft. Daarnaast zijn ouders/verzorgers en leerkrachten van tevoren geïnformeerd over het doel en de inhoud van het onderzoek. Tevens hebben zij expliciet toestemming gegeven voor deelname. Tot slot worden de gegevens geanonimiseerd, waardoor het herleiden van gegevens tot individuen niet meer mogelijk is. Door deze maatregelen zijn de belangen van alle partijen gewaarborgd.

Instrumenten

Werkgeheugen. Om het werkgeheugen te meten is de Corsi-blokkentaak (CBT; Corsi, 1972) gebruikt. De CBT meet het non-verbale en visueel ruimtelijke kortetermijngeheugen bij kinderen vanaf 4 jaar oud (Tak, Bosch, Begeer, & Albrecht, 2014; Vandierendonck, Kemps, Fastame, & Szmalec, 2004). Het materiaal van de CBT

bestaat uit een bord waarop negen blokken zijn verdeeld, die genummerd zijn aan de kant van de testleider. Participanten moeten een aangewezen patroon voorwaarts of achterwaarts herhalen. Beide onderdelen bestaan uit twee testen en twee trials. De voorwaartse testen bevatten acht items en de achterwaartse testen vijf items. Wanneer beide trials van een item worden beoordeeld als fout wordt overgegaan naar de volgende test. Een fout antwoord wordt gescoord met 0, een goed antwoord met 1. De taak is geanalyseerd door middel van de totale score per kind. Dit instrument heeft een goede validiteit (Berch, Krikorian, & Huha, 1998). De betrouwbaarheid is gemeten middels de Cronbach's Alfa, waaruit is gebleken dat de taak voldoende betrouwbaar is ($\alpha = .702$).

Daarnaast wordt het werkgeheugen gemeten met de Cijferupdatingtaak (Wijnroks, 2017). Bij de CUT zien participanten kaartjes met een, twee, drie of vier stippen erop. Allereerst wordt aan de participant gevraagd hoeveel stippen er op het kaartje te zien zijn, waarna het omgekeerd op tafel wordt gelegd. Er worden steeds nieuwe kaartjes neergelegd en kaartjes weggehaald. Het is de bedoeling dat de participant onthoudt hoeveel stippen er te zien zijn op het omgekeerde kaartje dat de testleider aanwijst. Deze taak bestaat uit vier oefenitems en 26 testitems opgedeeld in zes niveaus. Een fout antwoord wordt gescoord met 0 en een goed antwoord wordt gescoord met 1. Het analyseren van de taak resulteert in een totale score per kind. De Cronbach's Alpha van de CUT blijkt goed te zijn ($\alpha = .958$). Doordat dit een nieuw ontwikkelde taak is, zijn er geen andere psychometrische gegevens beschikbaar.

Cognitieve flexibiliteit. De DCCS (Zelazo, 2006) meet cognitieve flexibiliteit en is geschikt voor kinderen tussen de tweeënhalve tot zeven jaar oud. Participanten sorteren kaarten in bakjes, in de eerste testronde op basis van kleur en in de tweede testronde op vorm. In de derde testronde wordt aan de hand van een zwarte rand op het kaartje aangegeven of de participant de sorteerregel van kleur of vorm diende te gebruiken. De testleider geeft bij elk item aan welke regel (kleur, vorm of beide) er geldt. Deze taak bestaat uit 24 items en drie niveaus. Een goed antwoord wordt gescoord met 1 en een fout antwoord met 0. De taak is geanalyseerd door middel van de totale score per kind. De Cronbach's Alpha van de DCCS is niet bekend. Uit andere onderzoeken (Carlson, 2005; Zelazo et al., 2014) blijkt de DCCS een goed gevalideerd instrument is.

Inhibitie, werkgeheugen en cognitieve flexibiliteit. De HTKS (Ponitz et al., 2008) meet inhibitie, cognitieve flexibiliteit en het werkgeheugen. De participant werd gevraagd een spel te spelen waarin deze het tegenovergestelde lichaamsdeel aan moest raken dan de testleider aangaf. Wanneer de testleider de participant vroeg het hoofd aan te raken, diende deze de tenen aan te raken en andersom. Wanneer de testleider de participant vroeg de schouders aan te raken, diende deze de knieën aan te raken en andersom. De taak bestaat uit 20 items. De items worden gescoord aan de hand van drie categorieën. Een fout antwoord wordt gescoord met 0, een goed antwoord na

zelfcorrectie met 1 en een goed antwoord met 2. De taak is geanalyseerd door middel van de totale score per kind. De convergente validiteit is bij merendeel van de metingen goed. Over het algemeen is de HTKS een betrouwbaar en valide instrument om EF te meten bij jonge kinderen (Ponitz et al., 2008). De Cronbach's Alpha voor de HTKS is goed ($\alpha = .933$).

Analyseplan

In het huidige onderzoek wordt afgevraagd of 'er sprake is van een sterke positieve samenhang tussen de CBT en de CUT', of 'er sprake is van een matige samenhang tussen de CBT, CUT en de DCCS, of 'er sprake is van een matige positieve samenhang tussen de CBT, CUT en de HTKS', en of 'er sprake is van een matige positieve samenhang tussen de DCCS en de HTKS' en of de samenhang afhankelijk is van leeftijd. Om tot een overzichtelijk databestand te komen om de opgestelde hypothesen te toetsen is er enkel gebruik gemaakt van de scores op de CBT, de CUT, de DCCS en de HTKS en de leeftijd in maanden. De data met scores van 235 participanten is gecontroleerd op fouten en deze zijn gecorrigeerd. Om inzicht te krijgen in de aanwezigheid van extreme scores die voor vertekening van de analyse zouden kunnen zorgen zijn van meetinstrumenten boxplots gemaakt. Gebleken is dat er geen sprake is van missende of extreme waarden. Wel is gebleken dat de leeftijdsgroep van 84 tot 96 maanden uit twee participanten bestaat. Deze groep is te klein om analyses op uit te voeren, waardoor deze groep niet is meegenomen.

Vervolgens is getoetst of de scores voldeden aan de assumpties voor parametrische correlatieanalyse. Hiervoor is gekeken naar meetniveau, lineariteit en de mate van scheefheid van de scores. Om de scheefheid van de verdeling van de meetinstrumenten te bepalen zijn de skewness en de kurtosis berekend. Voor de CBT (*skewness* = .382, *SE* = .159; *kurtosis* = .152, *SE* = .318) en de CUT (*skewness* = -.025, *SE* = .159; *kurtosis* = -.455, *SE* = .318) is bepaald dat voldaan wordt aan de assumptie normaliteit, omdat de waarden van de skewness binnen de -1 en 1 liggen. Voor de DCCS (*skewness* = -1.481, *SE* = .159; *kurtosis* = 4.010, *SE* = .318) en de HTKS (*skewness* = -1.933, *SE* = .159; *kurtosis* = 4.007, *SE* = .318) is bepaald dat niet is voldaan aan de assumptie normaliteit, omdat de waarden van de skewness niet binnen de -1 en 1 vallen. Echter mogen de scores bij benadering als normaal verdeeld worden beschouwd, omdat de steekproef groter is dan 30 (Field, 2013). De assumpties van meetniveau en lineariteit zijn niet geschonden.

Om de opgestelde hypothesen te toetsen en de samenhang tussen EF te analyseren is de Pearson correlatiecoëfficiënt uitgevoerd. Deze statistische maat geeft aan in hoeverre er een lineaire samenhang bestaat tussen twee variabelen die gemeten zijn op rationiveau (Baarda, De Goede, & Dijkum, 2011). Tevens is hierdoor de richting en sterkte van de samenhang zichtbaar. In het huidige onderzoek zijn de volgende

interpretaties aangehouden voor de sterkte van de Pearson correlatiecoëfficiënt: $r = .10$ tot $.29$ is een zwakke samenhang, $r = .30$ tot $.49$ is een matige samenhang en $r = .50$ tot 1.00 is een sterke samenhang (Field, 2013).

Om te onderzoeken of de samenhang leeftijdsafhankelijk is, zijn er drie leeftijdsgroepen onderscheiden: 48 tot 59 maanden oud, 60 tot 71 maanden oud en 72 tot 83 maanden oud. De leeftijdsafhankelijkheid is onderzocht door de analyses viermaal uit te voeren. De eerste keer is er gekeken naar alle participanten, terwijl de keren daarna een van de drie leeftijdsgroepen geselecteerd is. Voorafgaand aan Pearson correlatiecoëfficiënt is er een Eenweg ANOVA uitgevoerd. Hiermee is onderzocht of de scores op de taken per leeftijdsgroep van elkaar verschillen. Middels Fisher's r -naar- z -transformatie is bekeken of er sprake is van significante verschillen wat betreft samenhang.

Resultaten

In Tabel 1 staan de beschrijvende statistieken (M en SD) en de Eenweg ANOVA (F) van de van de CBT, CUT, DCCS en de HTKS weergegeven. In Tabel 2 zijn de resultaten weergegeven van de samenhang tussen de CBT en CUT; CBT, CUT en DCCS; CBT, CUT en HTKS; en tussen de DCCS en HTKS.

Tabel 1

Beschrijvende Statistieken en Verschillen in Gemiddelden tussen de CBT, CUT, DCCS en HTKS per Leeftijdsgroep.

	<i>M(SD)</i>				<i>F</i>
	<i>48-59 mnd</i>	<i>60-71 mnd</i>	<i>72-83 mnd</i>	<i>Totaal</i>	
CBT	7.28(2.827)	9.57(2.807)	11.37(3.043)	9.35(3.228)	31.618*
CUT	16.22(10.214)	21.76(11.624)	26.25(9.979)	21.25(11.441)	13.251*
DCCS	16.99(3.887)	18.85(2.952)	19.48(3.033)	18.47(3.395)	10.380*
HTKS	35.60(12.924)	43.69(8.987)	47.00(5.092)	42.16(10.527)	24.108*

Noot. $N = 233$, 48-59 mnd $n = 67$, 60-71 mnd $n = 110$, en 72-83 mnd $n = 56$.

* $p < .01$.

CBT en CUT

Uit de Pearson correlatie tussen de CBT en CUT blijkt dat er sprake is van een matige positieve significantie bij kleuters ($r(231) = .431$, $p < .001$). Dit wil zeggen dat

een hoge score op de CBT een hoge score op de CUT voorspelt en andersom. Bij zowel de leeftijdsgroep van 48-59 maanden ($r(65) = .320, p < .01$) als bij de leeftijdsgroep van 60-71 maanden ($r(108) = .406, p < .001$) blijkt een matige positieve samenhang te bestaan tussen de CBT en CUT. Deze resultaten laten zien dat bij de leeftijdsgroep van 48-59 maanden en bij de leeftijdsgroep van 60-71 maanden de score op de CBT de score op de CUT voorspelt, en andersom. Uit de Pearson correlatie voor de leeftijdsgroep van 72-83 maanden blijkt geen significante samenhang te bestaan tussen de CBT en CUT ($r(54) = .201, p = .137$). Er is bij deze leeftijdsgroep dan ook geen sprake van een voorspellende waarde van de score op de CBT en de CUT of andersom. Uit de Fisher r-to-z transformatie is gebleken dat er geen significant verschil bestaat tussen de samenhang voor de leeftijdsgroepen van 48-59 en 60-71 maanden ($p = 0.529$). De hypothese wat betreft de leeftijdsafhankelijkheid van de samenhang wordt verworpen, aangezien de resultaten weergeven dat er geen effect van leeftijd op de samenhang tussen de CBT en de CUT is gevonden. De eerder opgestelde hypothese wat betreft de samenhang tussen de CBT en CUT bij kleuters wordt verworpen.

CBT, CUT en HTKS

CBT en HTKS. Uit de Pearson correlatie blijkt dat er sprake is van een matige positieve significantie tussen de CBT en de HTKS bij kleuters ($r(231) = .467, p < .001$). Dit wil zeggen dat een hoge score op de CBT een hoge score op de HTKS voorspelt en andersom. Daarnaast blijkt uit de Pearson correlatie een matige positieve significantie te bestaan tussen de CBT en de HTKS voor alle leeftijdsgroepen, 48-59 maanden ($r(65) = .361, p < .01$), 60-71 maanden ($r(108) = .340, p < .001$) en 72-83 maanden ($r(54) = .455, p < .001$). Deze resultaten laten zien dat bij alle leeftijdsgroepen de score op de CBT de score op de HTKS voorspelt, en andersom. Uit de Fisher r-to-z transformatie is gebleken dat er geen significant verschil bestaat tussen samenhang voor de leeftijdsgroepen van 48-59 en 60-71 maanden ($p = 0.881$), tussen samenhang voor de leeftijdsgroep van 60-71 en 72-83 maanden ($p = .412$) en tussen samenhang voor de leeftijdsgroep van 48-59 en 72-83 maanden ($p = 0.542$). De resultaten weergeven dat er geen effect van leeftijd op de samenhang tussen de CBT en de HTKS is gevonden, waardoor deze hypothese wordt verworpen. De eerder opgestelde hypothese wat betreft de matige positieve samenhang tussen de CBT en HTKS bij kleuters wordt aangenomen.

CUT en HTKS. Uit de Pearson correlatie tussen de CUT en de HTKS blijkt er sprake te zijn van een matige positieve significantie bij kleuters ($r(231) = .419, p < .001$). Hieruit blijkt dat een hoge score op de CUT een hoge score op de HTKS voorspelt en andersom. Wat betreft de leeftijdsgroepen blijkt uit de Pearson correlatie een matige positieve significantie te bestaan tussen de CUT en de HTKS voor zowel de leeftijdsgroep van 48-59 maanden ($r(65) = .418, p < .001$) als voor de leeftijdsgroep van 60-71

maanden ($r(108) = .322, p = .001$). Deze resultaten laten zien dat bij de leeftijdsgroep van 48-59 maanden en bij de leeftijdsgroep van 60-71 maanden de score op de CBT de score op de CUT voorspelt, en andersom. Uit de Pearson correlatie bij de leeftijdsgroep van 72-83 maanden blijkt geen significante samenhang tussen de CUT en de HTKS ($r(54) = .260, p = .053$). Er is dan ook geen sprake van een voorspellende waarde van de score op de CUT en de HTKS of andersom. Uit de Fisher r-to-z transformatie is gebleken dat er geen significant verschil bestaat tussen samenhang voor de leeftijdsgroepen van 48-59 en 60-71 maanden ($p = 0.484$). De resultaten weergeven dat er geen effect van leeftijd op de samenhang tussen de CUT en de HTKS is gevonden, waardoor deze hypothese wordt verworpen. De eerder opgestelde hypothese wat betreft de matige positieve samenhang tussen de CUT en HTKS bij kleuters wordt aangenomen.

CBT, CUT en DCCS

CBT en DCCS. Uit de Pearson correlatie blijkt dat er sprake is van een positieve matige significantie tussen de CBT en de DCCS bij kleuters ($r(231) = .367, p < .01$). Dit betekent dat een hoge score op de CBT een hoge score op de DCCS voorspelt en andersom. Bij de leeftijdsgroep van 48-59 maanden blijkt uit de Pearson correlatie een zwakke positieve significantie te bestaan tussen de CBT en de DCCS ($r(65) = .290, p < .05$). Uit de Pearson correlatie voor de leeftijdsgroep van 60-71 maanden blijkt dat er sprake is van een positieve matige significantie tussen de CBT en de DCCS ($r(108) = .346, p < .01$). Deze resultaten laten zien dat bij de leeftijdsgroep van 48-59 maanden en bij de leeftijdsgroep van 60-71 maanden de score op de CBT de score op de DCCS voorspelt, en andersom. Uit de Pearson correlatie voor de leeftijdsgroep van 72-83 maanden blijkt dat er geen sprake is van significantie tussen de CBT en de DCCS ($r(54) = .159, p = .223$). Er is bij deze leeftijdsgroep dan ook geen sprake van een voorspellende waarde van de score op de CBT en de DCCS of andersom. Uit de Fisher r-to-z transformatie is gebleken dat er geen significant verschil bestaat tussen samenhang voor de leeftijdsgroepen van 48-59 en 60-71 maanden ($p = 0.697$). De resultaten weergeven dat er geen effect van leeftijd op de samenhang tussen de CBT en de DCCS is gevonden, waardoor deze hypothese wordt verworpen. De eerder opgestelde hypothese over de matige positieve samenhang tussen de CBT en DCCS bij kleuters kan gezien de resultaten worden aangenomen.

CUT en DCCS. Uit de Pearson correlatie blijkt dat er sprake is van een matige positieve significantie tussen de CUT en de DCCS bij kleuters ($r(231) = .331, p < .01$). Dit betekent dat een hoge score op de CUT een hoge score op de DCCS voorspelt en andersom. Voor de leeftijdsgroep van 48-59 maanden blijkt uit de Pearson correlatie geen significante samenhang te bestaan tussen de CUT en de DCCS ($r(65) = .165, p = .181$). Er is bij deze leeftijdsgroep geen sprake van een voorspellende waarde van de score op de CUT en de DCCS of andersom. Uit de Pearson correlatie voor de

leeftijdsgroep van 60-71 maanden blijkt dat er sprake is van een zwakke positieve significantie tussen de CUT en de DCCS ($r(108) = .278, p < .01$). Uit de Pearson correlatie blijkt dat er een matige positieve significantie te bestaan tussen de CUT en de DCCS voor de leeftijdsgroep van 72-83 maanden ($r(54) = .416, p < .01$). Deze resultaten laten zien dat bij de leeftijdsgroep van 60-71 maanden en de leeftijdsgroep van 72-83 maanden de score op de CUT de score op de DCCS voorspelt, en andersom. Uit de Fisher r-to-z transformatie is gebleken dat er geen significant verschil bestaat tussen samenhang voor de leeftijdsgroepen van 60-71 en 72-83 maanden ($p = 0.347$). De resultaten weergeven dat er geen effect van leeftijd op de samenhang tussen de CUT en DCCS is gevonden. De eerder opgestelde hypothese wat betreft de positieve matige samenhang tussen de CUT en de DCCS kan, gezien de resultaten, worden aangenomen.

DCCS en HTKS

Uit de Pearson correlatie blijkt dat er sprake is van een matige positieve significantie tussen de DCCS en de HTKS bij kleuters ($r(231) = .304, p < .01$). Dit betekent dat een hoge score op de DCCS een hoge score op de HTKS voorspelt en andersom. Voor de leeftijdsgroep van 48-59 maanden blijkt dat er sprake is van een zwakke positieve samenhang tussen de DCCS en de HTKS ($r(65) = .251, p < .05$). Voor de leeftijdsgroep van 60-71 maanden is er eveneens sprake van een zwakke positieve samenhang tussen de DCCS en de HTKS ($r(108) = .205, p < .05$). Deze resultaten laten zien dat bij de leeftijdsgroep van 48-59 maanden en de leeftijdsgroep van 60-71 maanden de score op de DCCS de score op de HTKS voorspelt, en andersom. Uit de Pearson correlatie voor de leeftijdsgroep van 72-83 maanden blijkt dat er geen sprake is van significantie tussen de DCCS en de HTKS ($r(54) = .124, p = .360$). Er is dan ook geen sprake van een voorspellende waarde van de score op de DCCS en de HTKS of andersom. Uit de Fisher r-to-z transformatie is gebleken dat er geen significant verschil bestaat tussen samenhang voor de leeftijdsgroepen van 48-59 en 60-71 maanden ($p = 0.757$). De resultaten weergeven dat er geen effect van leeftijd op de samenhang tussen de DCCS en de HTKS, waardoor deze hypothese wordt verworpen. De eerder opgestelde hypothese wat betreft de matige positieve samenhang tussen de DCCS en de HTKS bij kleuters kan, gezien de resultaten, worden verworpen.

Tabel 2

Pearson Correlaties tussen de CBT, CUT, DCCS en de HTKS per Leeftijdsgroep.

	CBT	CUT	HTKS	DCCS
CBT	48-59 mnd	.320**	.361**	.290*
	60-71 mnd	.406***	.340***	.346**

	72-83 mnd		.201	.455***	.159
	Totaal		.431***	.467***	.367**
CUT	48-59 mnd	.320**		.418***	.165
	60-71 mnd	.406***		.322***	.278**
	72-83 mnd	.201		.260	.416**
	Totaal	.431***		.419***	.331**
DCCS	48-59 mnd	.290*	.165	.251*	
	60-71 mnd	.346**	.278**	.205*	
	72-83 mnd	.159	.416**	.124	
	Totaal	.367**	.331**	.304**	
HTKS	48-59 mnd	.361**	.418***		.251*
	60-71 mnd	.340***	.322***		.205*
	72-83 mnd	.455***	.260		.124
	Totaal	.467***	.419***		.304**

Noot. $N = 233$, 48-59 mnd $n = 67$, 60-71 mnd $n = 110$, en 72-83 mnd $n = 56$.

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p \leq .001$.

Conclusie en discussie

Om meer kennis te vergaren over de ontwikkeling van EF bij kleuters richt het huidige onderzoek zich op de samenhang tussen het WG, CF en IN. De EF zijn gemeten aan de hand van de CBT, CUT, DCCS en HTKS. De samenhang tussen deze taken is gemeten bij de gehele onderzoeksgroep en drie leeftijdsgroepen waardoor er een uitspraak kan worden gedaan over eventuele leeftijdsverschillen. Het huidige onderzoek draagt eveneens bij aan de kennis over interventies die ingezet kunnen worden wanneer problemen in de EF zich voordoen. Wanneer er sprake is van samenhang tussen de EF kan een interventie gericht op één enkele EF effectief zijn voor alle EF.

Uit het huidige onderzoek blijkt dat de EF onderling met elkaar samenhangen. Gebleken is dat het WG samenhangt met IN en met CF. Daarnaast hangen IN en CF eveneens samen. Er is sprake van een positieve matige samenhang, wat weergeeft dat de EF zowel een eenheid al een verscheidenheid vormen. Dit betekent dat de ene EF-factor een rol speelt bij het voorspellen van een andere EF-factor. Het resultaat komt

overeen met de gevonden literatuur waarin wordt aangegeven dat het enkelvoudige factormodel met het meervoudige factormodel geïntegreerd dient te worden (Garon et al., 2008; Huizinga, et al., 2006; Letho et al., 2003; Miller, et al., 2012; Miyake et al., 2000; Van der Sluis et al., 2007).

Daarnaast blijkt uit de resultaten dat twee taken die het WG meten, de CBT en CUT, met elkaar samenhangen. Er is eveneens sprake van een positieve matige significantie. Aangezien beide taken het WG beogen te meten (Corsi, 1972; Wijnroks, 2017) is de verwachting dat de samenhang sterker zou zijn dan het gevonden resultaat. Wellicht is dit te verklaren doordat de CBT het non-verbale en visueel ruimtelijke kortetermijngeheugen meet (Tak et al., 2014; Vandierendonck et al., 2004) en de CUT ook op andere onderdelen van het WG een beroep doet, zoals het verbale en numerieke werkgeheugen. Het aantal stippen op de kaartjes moet geteld, onthouden en verbaal benoemd worden. De verschillende meetpretenties van de CBT en de CUT kunnen verklaring bieden voor de matige samenhang tussen deze twee taken.

De samenhang tussen de EF blijkt niet afhankelijk van leeftijd. Er blijkt tussen de leeftijdsgroepen wel enig verschil te zitten, echter is deze niet significant. Dit is tegenstrijdig met de gevonden literatuur, aangezien er gesproken wordt van een toenemende groei van elke EF-factor op een andere leeftijd (Carlson, 2005; Garon et al., 2008; Luciana & Nelson, 2002; Murray & Kochanska, 2002). Kleuters laten een toenemende groei zien van CF op vijfjarige leeftijd, van IN op driejarige leeftijd en van het werkgeheugen tussen de vier en vijf jaar oud (Garon et al., 2008). Doordat de EF-factoren nog in ontwikkeling zijn, is het mogelijk dat er geen samenhang wordt gevonden tussen deze factoren op bijvoorbeeld vierjarige leeftijd. Het huidige onderzoek spreekt dit tegen en laat zien dat er wel sprake is van samenhang tussen de EF. Tevens blijkt uit onderzoek van Lee en collega's (2013) dat de samenhang tussen de EF zwakker wordt naarmate kinderen ouder worden. Ook hier is in het huidige onderzoek geen sprake van, aangezien er bij elke leeftijdsgroep eenzelfde positieve matige samenhang wordt gevonden tussen de EF. Geconcludeerd kan worden dat de samenhang tussen EF niet afhankelijk is van leeftijd, wat wil zeggen dat de EF gelijk ontwikkelen bij kleuters van vier tot zes jaar.

Kanttekeningen en aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Er zijn een aantal kanttekeningen te plaatsen bij het huidige onderzoek. Allereerst wordt de afname van de CUT besproken. Tijdens het pilotonderzoek, waarbij uit drie updatingtaken de CUT gekozen is, is door de participanten opgemerkt dat de kaartjes doorzichtig zijn. Mogelijk heeft dit de scores negatief beïnvloed waardoor het pilotonderzoek niet volledig betrouwbaar is. Daarnaast bestaan er onduidelijkheden in de handleiding van de CUT wat betreft de afnameprocedure en de correcte antwoorden van de items. Dit kan tijdens de testafnames hebben geleid tot verwarring en eigen

interpretatie bij de testleiders. Hierdoor kan er bijvoorbeeld een langere tijd hebben gezeten tussen het aanbieden van de kaartjes, waardoor enkele participanten de inhoud van de kaartjes langer in het werkgeheugen hebben moeten opslaan. Ook kan de verwarring en eigen interpretatie van de handleiding hebben geleid tot verschillen in de afnames en scoring. Tot slot is opgevallen dat 7,7% van de participanten niet heeft kunnen deelnemen aan de CUT, omdat zij niet door de oefenfase zijn gekomen. De oefenfase heeft een afbreekregel van één fout en de testfase van drie fouten. Hierdoor is het mogelijk dat een participant niet door de oefenfase heen komt maar wellicht wel enkele punten zou behalen in de testfase. Mogelijk is deze afbreekregel te streng voor deze doelgroep en dient deze herzien te worden. Het is voor vervolgonderzoek van belang om onderzoek te doen met betrouwbaar materiaal, een heldere en correcte handleiding en een taak die aansluit bij de vaardigheden van de onderzoeksgroep.

Verder dient aandacht besteed te worden aan de meetpretentie van de HTKS. In het huidige onderzoek wordt de HTKS gebruikt om een uitspraak te kunnen doen over inhibitie. Echter meet deze taak eveneens het WG en CF. Hierdoor kan het zijn dat de samenhang tussen de HTKS en de andere EF-taken anders is dan samenhang gemeten tussen een taak die zuiver IN meet en de andere EF-taken. Om deze reden wordt aanbevolen in toekomstig onderzoek gebruik te maken van meetinstrumenten met een zuivere meetpretentie of om gebruik te maken van meerdere taken die één EF-factor meet. Op die manier wordt er een vollediger beeld gecreëerd waardoor duidelijk wordt welke taken een goede weergave zijn van de constructen. Door onderzoek te doen naar de samenhang tussen meerdere instrumenten met dezelfde meetpretentie kan er een uitspraak worden gedaan over de validiteit. Op deze manier wordt helder hoe en aan de hand waarvan een EF-factor het best gemeten kan worden. Aangezien er een accuraat overzicht van instrumenten die EF meten bij kleuters ontbreekt (Carlson, 2005; Garon et al., 2008), draagt vervolgonderzoek hiernaar bij aan het ophelderen van de meetpretentie en validiteit van de meetinstrumenten.

Wat betreft de kenmerken van de onderzoeksgroep en de afnames zijn er een aantal beperkingen te benoemen. Ten eerste blijkt dat de leeftijdsgroepen niet even groot zijn. Zo blijkt de leeftijdsgroep van 60-71 maanden bijna twee keer zo groot te zijn als de leeftijdsgroep van 72-83 maanden. Mogelijk representeert een grotere groep de leeftijdsgroep beter dan een kleinere groep. Daarnaast richt het huidige onderzoek zich in eerste instantie op kleuters van vier tot zeven jaar. Echter zijn tijdens het onderzoek slechts twee zevenjarigen onderzocht, waardoor deze niet meegenomen kunnen worden als een complete en representatieve leeftijdsgroep. Wat betreft de externe validiteit dient benoemd te worden dat de participanten afkomstig zijn uit slechts vijf van de twaalf provincies in Nederland. Dit is geen valide representatie van de gehele populatie kleuters in Nederland, waardoor de externe validiteit twijfelachtig is. Tot slot is het mogelijk dat

het tijdstip en de plaats van afname de betrouwbaarheid van het onderzoek op een negatieve manier hebben beïnvloed. De taken zijn verspreid over de dag, van 's ochtends tot 's middags, afgenomen. Daarnaast hebben de testleiders geen eisen kunnen stellen aan de testruimtes, zoals een prikkelarme omgeving. Scholen hebben onbezette ruimtes beschikbaar gesteld, ongeacht of deze voldeden aan de eis van een prikkelarme omgeving. Voor vervolgonderzoek is het belangrijk om aandacht te besteden aan de groottes van de leeftijdsgroepen en de herkomst van de participanten, zodat de onderzoeksgroep representatief is. Tevens verhoogt het de betrouwbaarheid van het onderzoek wanneer de testafnames gedaan worden in een prikkelarme ruimte, zodat de concentratie van de participant niet negatief beïnvloed kan worden.

Ondanks de genoemde beperkingen van het huidige onderzoek zijn er ook een aantal sterke punten te benoemen. Zo heeft het onderzoek een omvangrijke onderzoekspopulatie en wordt er gebruik gemaakt van betrouwbare en valide instrumenten. Naast de onduidelijkheden in de handleiding van de CUT zijn de handleidingen van de overige drie instrumenten duidelijk en geprotocolleerd, waardoor de afname over het algemeen als betrouwbaar kan worden beschouwd. Positief is eveneens het gebruik van twee taken die eenzelfde EF meten. De CUT is een nieuw instrument waar weinig over bekend is. Door de CBT eveneens te gebruiken om WG te meten, kunnen beide taken elkaar controleren.

Het huidige onderzoek heeft bijgedragen aan de kennis over de ontwikkeling van EF bij kleuters. Zo blijkt dat het geïntegreerde model, waarbij EF zowel een eenheid als een verscheidenheid vormen, het meest passend is bij kleuters van vier tot zeven jaar. Tot slot geeft het huidige onderzoek theoretische aanwijzingen dat het inzetten van een interventie gericht op een bepaalde EF-factor relevant kan zijn voor het verbeteren van andere EF-factoren. Om deze reden wordt er geadviseerd om dit in de praktijk uit te testen en hier vervolgonderzoek naar te doen, zodat kleuters tijdig geholpen kunnen worden wanneer beperkingen in EF zich voordoen.

Referentielijst

- Alloway, T. P. (2006). How does working memory work in the classroom? *Research and Reviews, 1*, 134–139. Retrieved from <http://isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic951140.files/howDoesWMworkInClassroom-alloway2006.pdf>
- Alloway, T., Gathercole, S., Willis, C., & Adams, A. (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children. *Journal of Experimental Child Psychology, 87*, 85–106. doi:10.1016/j.jecp.2003.10.002
- Aron, A. R., Robbins, T. W., & Poldrack, R. A. (2004). Inhibition and the right inferior frontal cortex: one decade on. *Trends in Cognitive Sciences, 8*, 170–177. doi:10.1016/j.tics.2013.12.003
- Baarda, B., De Goede, M., & Dijkum, C. van. (2011). *Basisboek Statistiek met SPSS: Handleiding voor het verwerken en analyseren van en rapporteren over (onderzoeks) gegevens*. Groningen, The Netherlands: Noordhoff Uitgevers bv.
- Baddeley, A. (2002). Fractionating the central executive. In D. Stuss & R. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (pp. 246–260). New York: Oxford University Press.
- Berch, D. B., Krikorian, R., & Huha, E. M. (1998). The Corsi block-tapping task: methodological and theoretical considerations. *Brain and Cognition, 38*, 317–318. doi:10.1006/brcg.1998.1039
- Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child development, 81*, 1641–1660. doi:10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x
- Blair, C. B., & Raver, C. C. (2016). Poverty, Stress, and Brain Development: New Directions for Prevention and Intervention. *Academic Pediatrics, 16*, 30–36. doi:10.1016/j.acap.2016.01.010
- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology, 33*, 205–228. doi:10.1080/87565640801982312
- Buschkuhl, M., Jaeggi, S. M., & Jonides, J. (2012). Neuronal effects following working memory training. *Developmental Cognitive Neuroscience, 25*, 5167–5179. doi:10.1016/j.dcn.2011.10.001
- Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology, 28*, 595–616. doi:10.1207/s15326942dn2802_3
- Corsi, P. M. (1972). Human memory and the medial temporal region of the brain. *Dissertation Abstracts International, 34*, 819B. Retrieved from http://digitool.library.mcgill.ca/R/?func=dbin-jump-full&object_id=93903&local_base=GEN01-MCG02

- Crone, E. A., Wendelken, C., Donohue, S. E., & Bunge, S. A. (2005). Neural evidence for dissociable components of task-switching. *Cerebral Cortex*, *16*, 475–86. doi:10.1093/cercor/bhi127
- Deák, G. O., & Wiseheart, M. (2015). Cognitive flexibility in young children: General or task-specific capacity? *Journal of Experimental Child Psychology*, *138*, 31–53. doi:10.1016/j.jecp.2015.04.003
- Dempster, F. (1992). The rise and fall of the inhibitory mechanism: Toward a unified theory of cognitive development and aging. *Developmental Review*, *12*, 45–75.
- Diamond A., & Lee K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*, *333*, 959–964. doi:10.1126/science.1204529
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics using IBM SPSS Statistics*. Londen: SAGE.
- Fuhs, M. W., & Day, J. D. (2011). Verbal ability and executive functioning development in preschoolers at Head Start. *Developmental Psychology*, *47*, 404–416. doi:10.1037/a0021065
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, *134*, 31–60. doi:10.1037/0033-2909.134.1.31
- Garon, N., Smith, I. M., & Bryson, S. E. (2014). A novel executive function battery for preschoolers: Sensitivity to age differences. *Child Neuropsychology*, *20*, 713–736. doi:10.1080/09297049.2013.857650
- Godefroy, O., Cabaret, M., Petit-Chenal, V., Pruvo, J. P., & Rousseaux, M. (1999). Control functions of the frontal lobes. Modularity of the central-supervisory system? *Cortex*, *35*, 1–20.
- Howard, S. J., Okely, A. D., & Ellis, Y. G. (2015). Evaluation of a differentiation model of preschoolers' executive functions. *Frontiers in Psychology*, *6*. doi:10.3389/fpsyg.2015.00285
- 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*, 2017–2036. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2006.01.010
- Kane, M., & Engle, R. (2003). Working-memory capacity and the control of attention: The contributions of goal neglect, response competition, and task set to Stroop interference. *Journal of Experimental Psychology: General*, *132*, 47–70. doi:10.1037/0096-3445.132.1.47
- Lee, K., Bull, R., & Ho, R. M. H. (2013). Developmental changes in executive functioning. *Child Development*, *84*, 1933–1953. doi:10.1111/cdev.12096
- Letho, J. E., Juujärvi, P., Kooistra, L., & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*,

- 21, 59–80. doi:10.1348/026151003321164627
- Luciana, M., & Nelson, C. (2002). Assessment of neuropsychological function through use of the Cambridge Neuropsychological Testing Automated Battery: Performance in 4- to 12-year-old children. *Developmental Neuropsychology*, *22*, 595–624. doi:10.1207/S15326942DN2203_3
- Miller, M. R., Giesbrecht, G. F., Müller, U., McInerney, R. J., & Kerns, K. A. (2012). A latent variable approach to determining the structure of executive function in preschool children. *Journal of Cognition and Development*, *13*, 395–423. doi:10.1080/15248372.2011.585478
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex 'Frontal Lobe' tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*, 49–100. doi:10.1006/cogp.1999.0734
- Monette, S., Bigras, M., & Lafrenière, M-A. (2015). Structure of executive functions in typically developing kindergarteners. *Journal of Experimental Child Psychology*, *140*, 120–139. doi:10.1016/j.jecp.2015.07.005
- Murray, K., & Kochanska, G. (2002). Effortful control: Factor structure and relation to externalizing and internalizing behaviors. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *30*, 503–514. doi:10.1023/A:1019821031523
- Narayanan, N. S., Prabhakaran, V., Bunge, S. A., Christoff, K., Fine, E. M., & Gabrieli, J. D. E. (2005). The role of the prefrontal cortex in the maintenance of verbal working memory: An event-related fMRI analysis. *Neuropsychology*, *19*, 223–232. doi:10.1037/0894-4105.19.2.223
- Neuman, W. L. (2014). *Understanding research* (pp. 94–120). London, England: Pearson.
- Pasalich, S. D., & Livesey, J. D. (2010). Performance on Stroop-like Assessments of Inhibitory Control by 4- and 5-Year-Old Children. *Infant and Child Development*, *19*, 252–263. doi:10.1002/icd.667
- Ponitz, C. E. C., McClelland, M. M., Jewkes, A. M., McDonald, C. C., Farris, C. L., & Morrison, F. J. (2008). Touch your toes! Developing a direct measure of behavioral regulation in early childhood. *Early childhood Research Quarterly*, *23*, 141–158. doi:10.1016/j.ecresq.2007.01.004
- Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2007). Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. *Annual Review of Psychology*, *58*, 1–23. doi:10.1146/annurev.psych.58.110405.085516
- Rasmussen, C., & Bisanz, J. (2005). Representation and working memory in early arithmetic. *Journal of Experimental Child Psychology*, *91*, 137–157. doi:10.1016/j.jecp.2005.01.004
- Skogan, A. H., Egeland, J., Zeiner, P., Øvergaard, K. R., Oerbeck, B., & Reichborn-

- Kjennerud T., & Aase, H. (2016). Factor structure of the behavior rating inventory of executive functions (BRIEF-P) at age three years. *Child Neuropsychology, 22*, 472–492. doi:10.1080/09297049.2014.992401
- Sluis, S. van der, De Jong P. F., & Leij, A. van der. (2007). Executive functioning in children, and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence, 35*, 427–449. doi:10.1016/j.intell.2006.09.001
- Stiles, J., & Jernigan, T. L. (2010). The basics of brain development. *Neuropsychology Review, 20*, 327–348. doi:10.1007/s11065-010-9148-4
- Tak, J. A., Bosch, J. D., Begeer, S., & Albrecht, G. (2014). *Handboek Psychodiagnostiek voor de hulpverlening aan kinderen en adolescenten*. Utrecht, The Netherlands: De Tijdstroom Uitgeverij.
- Vandierendonck, A., Kemps, E., Fastame, M. C., & Szmalec, A. (2004). Working memory components of the Corsi Blocks task. *British Journal of Psychology, 95*, 57–79. doi: 10.1348/000712604322779460
- Ven, S. H. G. van der, Kroesbergen, E. H., Boom, J., & Leseman, P. P. M. (2013). The structure of executive functions in children: A closer examination of inhibition, shifting, and updating. *British Journal of Developmental Psychology, 31*, 70–87. doi:10.1111/j.2044-835X.2012.02079.x
- Wiebe, S. A., Espy, K. A., & Charak, D. (2008). Using confirmatory factor analysis to understand executive control in preschool children: I. Latent structure. *Developmental Psychology, 44*, 575–587. doi:10.1037/0012-1649.44.2.575
- Wiebe, S. A., Sheffield, T., Nelson, J. M., Clark, C. A. C., Chevalier, N., & Espy K. A. (2011). The structure of executive function in 3-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology, 108*, 436–452. doi:10.1016/j.jecp.2010.08.008
- Willoughby, M. T., Wirth, R. J., Blair, C. B., & Family Life Project investigators. (2012). Executive function in early childhood: Longitudinal measurement invariance and developmental change. *Psychological Assessment, 24*, 418–431. doi:10.1037/a0025779
- Wijnroks, L. (2017). *De Updatingtaak*. Utrecht: Universiteit Utrecht.
- Zelazo, P. D. (2006). The Dimensional Change Card Sort (DCCS): A method of assessing executive function in children. *Nature Protocols, 1*, 297–301. doi:10.1038/nprot.2006.46
- Zelazo, P. D., Anderson, J. E., Richler, J., Wallner-Allen, K., Beaumont, J. L., Conway, K. P., . . . Weintraub, S. (2014). NIH Toolbox Cognition Battery (CB): Validation of executive function measures in adults. *Journal of the International Neuropsychological Society, 20*, 620–629. doi:10.1017/S1355617714000472.