



Executieve functies en ADHD bij studenten,

een experimentele studie

**Executive functions and ADHD in students,**

**an experimental study**

**Masterthese Klinische Neuropsychologie**

*Eefke de Jongh*

*S3367444*

*Juni 2021*

Afdeling Psychologie

Rijksuniversiteit Groningen

Supervisor / Examiner: dr. N. A. Börger

Tweede beoordelaar: prof. dr. Y. Groen

Een scriptie is een proeve van bekwaamheid voor studenten. De goedkeuring van de scriptie is een bewijs dat de student voldoende onderzoeks- en rapporteringsvaardigheden heeft om af te studeren, maar garandeert niet de kwaliteit van het onderzoek en de resultaten van het onderzoek als zodanig, en de scriptie is daarom niet per se geschikt om te worden gebruikt als een wetenschappelijke bron om naar te verwijzen. Als je meer wilt weten over het onderzoek dat in deze these wordt besproken en eventuele publicaties die daarop gebaseerd zijn en waarnaar je zou kunnen verwijzen, neem dan contact op met de genoemde supervisor.

**A thesis is an aptitude test for students. The approval of the thesis is proof that the student has sufficient research and reporting skills to graduate but does not guarantee the quality of the research and the results of the research as such, and the thesis is therefore not necessarily suitable to be used as an academic source to refer to. If you would like to know more about the research discussed in this thesis and any publications based on it, to which you could refer, please contact the supervisor mentioned.**

### Samenvatting

Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) is een neurologische ontwikkelingsstoornis waarvan de symptomen het dagelijks leven kunnen bemoeilijken. Huidige literatuur toont aan dat er een link is tussen ADHD en executieve functies (EFs). EFs zijn hogere denkprocessen, nodig voor concentratie en aandacht. Dit onderzoek heeft onderzocht of er een associatie is tussen ADHD-symptomen en Efs, gemeten middels zelfrapportage (subjectieve EFs) en via experimentele reactietijd-taken (objectieve EFs). De vragenlijsten en tests zijn afgenomen onder een groep eerstejaars psychologiestudenten (N=30). ADHD-symptomen werden verwacht negatief te correleren met zowel de zelf gerapporteerde EFs als wel de EFs gemeten door de reactietijd-taken. De uitkomsten van dit onderzoek zijn niet volledig in overeenstemming met deze verwachtingen. De correlaties tussen subjectieve EFs en ADHD-symptomen zijn bevestigd terwijl de correlaties tussen ADHD-symptomen en objectieve metingen van EFs niet bevestigd zijn. Wel zijn er trends gevonden die het belang van verder toekomstig onderzoek op dit gebied benadrukken.

*Trefwoorden:* ADHD, studenten, executieve functies, cognitieve processen.

### **Abstract**

**Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) is a neurodevelopmental disorder whose symptoms can make daily life difficult. Current literature shows that there is a link between ADHD and executive functions (EFs). EFs are processes of higher thought, necessary for concentration and attention. This study investigated whether there is an association between ADHD-symptoms and EFs measured by self-report (subjective EFs) and experimental reaction time tasks (objective EFs). The questionnaires and tests were administered to a group of first-year psychology students (N=30). ADHD-symptoms were expected to negatively correlate with both the self-reported EFs and the EFs measured by the reaction time tasks. The outcomes of this study are not completely in line with these expectations. The correlations between subjective EFs and ADHD-symptoms have been confirmed while the correlations between ADHD-symptoms and objective measures of EFs are unconfirmed. However, trends have been found that emphasize the importance of further future research in this area.**

***Keywords:* ADHD, students, executive functions, cognitive processes.**

## Executieve functies en ADHD bij studenten, een experimentele studie

Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD) is een neurologische ontwikkelingsstoornis die wordt gekenmerkt door onoplettende, hyperactieve en/of impulsieve symptomen die kunnen leiden tot moeilijkheden in het dagelijks leven (Magnin & Maurs, 2017). ADHD wordt vaak beschouwd als een kinderziekte, terwijl het ook bij volwassenen een invaliderende aandoening kan zijn. ADHD bij volwassenen kan worden gezien als een levenslange aandoening. De symptomen van ADHD kunnen bij volwassenen verschillen van de symptomen bij kinderen, waardoor de categorische wijze van diagnosticeren niet optimaal is voor ADHD bij volwassenen (Magnin & Maurs, 2017). In de DSM-IV-criteria (APA, 2013) wordt enkel genoemd dat de symptomen van ADHD bij volwassenen anders kunnen zijn. Door deze beperking zijn er onderschattingen van de prevalentie van ADHD bij de volwassen populatie (Magnin & Maurs, 2017). Bij de ontwikkeling van de DSM-V (APA, 2000) zijn er drie aanpassingen ingevoerd om de diagnose bij de volwassen populatie te vergemakkelijken; (1) de symptoomdrempel is omlaag gegaan van zes criteriapunten waaraan voldaan moet worden naar vijf criteriapunten (van onoplettendheid en/of hyperactiviteit/impulsiviteit); (2) de vereiste dat hyperactieve/impulsieve symptomen aanwezig moesten zijn voor de leeftijd van zeven jaar is opgeschoven naar de leeftijd van 12 jaar; (3) laatstgenoemde symptomen hoeven enkel nog aanwezig te zijn en niet per se een oorzakelijke aard te hebben (Mahone & Denckla, 2017). De geschatte prevalentie van ADHD bij de volwassen populatie is 2,5% (Katzman et al., 2017). Geslachtsverhoudingen zijn ook verschillend tussen de kinder- en volwassen populaties. Bij kinderen worden meer mannen dan vrouwen gediagnosticeerd met ADHD met een verhouding van 3–4:1. In tegenstelling tot de populatie van ADHD-kinderen, worden bij de volwassenen populatie, vrouwen vaker gediagnosticeerd dan mannen, waardoor de verhouding tussen mannen en vrouwen weer naar evenwicht neigt (Magnin & Maurs, 2017).

ADHD bij de volwassen populatie wordt vaak geassocieerd met comorbide psychiatrische aandoeningen (bijvoorbeeld stemmings- en angststoornissen en persoonlijkheidsstoornissen). Deze comorbide aandoeningen bemoeilijken de herkenning, diagnose en behandeling van ADHD bij de volwassen populatie (Katzman et al., 2017). Vanwege de overlap tussen aandoeningen, is het conceptualiseren van ADHD als een spectrum met een dimensionale benadering in plaats van een categorische benadering wellicht een aanpak die mogelijk tot een betere diagnose en behandeling kan leiden (Katzman et al., 2017).

Volgens Dvorsky & Langberg (2019) kunnen de symptomen van volwassen ADHD-clënten verband houden met onderliggende tekorten van Executieve Functies (EFs). EFs verwijzen naar een reeks van hogere denkprocessen die je nodig hebt voor concentratie en aandacht (Diamond, 2013). Deze neurocognitieve processen zijn verantwoordelijk voor doelgericht probleemoplossend gedrag. Huidig onderzoek laat zien dat leeftijd een rol speelt in de ontwikkeling van verschillende aspecten van EFs (Dvorsky & Langberg, 2019). Dvorsky en Langberg (2019) vonden bijvoorbeeld dat de gedragsaspecten van EFs (zoals emotionele controle en remming) het meest belangrijk zijn in de ontwikkeling van het functioneren van voorschoolse en lagere schooljeugd, terwijl de meer complexe, metacognitieve aspecten van EFs (bijvoorbeeld: planning en organisatie) het meest relevant zijn voor de ontwikkeling en het functioneren van adolescenten. Skogli en collega's (2014) benaderden het voorgaande met het onderscheid tussen 'koude' en 'warme' EFs. Volgens deze auteurs weerspiegelen de meeste neuropsychologische tests die EFs meten cognitieve processen met weinig emotionele betekenis, ook wel de 'koude' EFs. De 'warme' EFs komen meer voor in situaties met een sterkere affectieve betekenis, meer gefocust op gedrag en emotie in plaats van cognitie (Skogli et al., 2014). Spinella en collega's (2005) onderscheiden de verschillende EFs ook en hebben deze onderverdeeld in vijf subschalen, genaamd

Motivatie (MD), Organisatie (ORG), Impulscontrole (IC), Empathie (EM) en Strategisch plannen (SP).

Recent onderzoek toont aan dat EFs een rol spelen in de problemen die volwassenen met ADHD ervaren (Dorr & Armstrong, 2019). Het is gebleken dat volwassenen met ADHD-symptomen een niet optimaal niveau van executief functioneren (EF) vertonen (Langberg et al., 2013). De relatie tussen EFs en ADHD-symptomen is echter nog onduidelijk, zo benoemen Langberg en collega's (2013) dat er mogelijk een mediërende relatie is tussen EF, symptomen van ADHD en academisch functioneren waarbij EF de mediërende factor is. Huidig onderzoek naar EFs is met name gebaseerd op zelf-rapportage vragenlijsten (zie bijvoorbeeld Dorr & Armstrong, 2019; Dvorsky & Langberg, 2019; Spinella, 2005). Bij deze vragenlijsten kan men geen directe conclusies trekken over de onderliggende cognitieve processen van het concept van EFs. Onderzoeken die de onderliggende cognitieve processen van EFs behandelen zijn schaars. Diamond en collega's (2013) gebruiken en beschrijven reactietijd taken, die helpen om meer inzicht te krijgen in EFs en de onderliggende cognitieve processen (Diamond, 2013). Deze Diamond-reactietijd-taken meten de cognitieve functies van een of meer van de volgende drie kernfuncties van EFs: inhibitie, werkgeheugen en cognitieve flexibiliteit (Huizinga et al., 2006).

Voor studenten aan de universiteit is het effectieve gebruik van complexe EF-vaardigheden vaak een vereiste, aangezien studenten veel moeten plannen, organiseren en hun gedrag zelf moeten reguleren. Studenten moeten bijvoorbeeld onder meer zelfstandig vooruitplannen, hun tentamens voorbereiden en ineffectief gedrag remmen. Dvorsky en Langberg (2019) hebben een prospectief longitudinaal onderzoek gedaan naar EFs en ADHD-kenmerken onder studenten met behulp van zelfrapportage vragenlijsten. De steekproef bestond uit studenten die allemaal gediagnosticeerd waren met ADHD. De auteurs concludeerden dat de studenten in deze steekproef aanzienlijke academische problemen

ondervonden. De ouder- en leerling beoordelingen van tekorten in EFs aan het begin van het schooljaar waren positief geassocieerd met meer algemene beperkingen aan het einde van het schooljaar (Dvorsky & Langberg, 2019). Hiervoor genoemde bevindingen zijn gevonden door middel van zelf gerapporteerde metingen. Huidig onderzoek zal daarnaast ook ingaan op objectieve, experimentele metingen.

Het algemene doel van dit onderzoek is om vast te stellen of er een associatie is tussen ADHD-symptomen en minder optimale EFs bij een studentenpopulatie. Ook zal dit onderzoek ingaan op het verband van zelf gerapporteerde metingen van EFs met ADHD-kenmerken en met prestaties op de reactietijd-taken die door Diamond (2013) ontwikkeld zijn. De ADHD-kenmerken zullen gemeten worden door gebruik te maken van de *Conners' Adult ADHD Rating Scales (CAARS)* (Conners, Erhardt & Sparrow, 1999). De mate van executief functioneren zal gemeten worden door zelfrapportage middels de *Executive Function Index (EFI)* (Spinella, 2005) en de onderliggende cognitieve functies hiervan zullen gemeten worden door middel van reactietijd-taken gebaseerd op die van Diamond en collega's (2013). Verwacht wordt dat meer ADHD-kenmerken samengaan met minder goede EFs op de zelfrapportage van de EFI. Verder wordt verwacht dat studenten met meer kenmerken van ADHD minder goed presteren op de reactietijd-taken van Diamond (2013). Tot slot wordt verwacht dat EFs gemeten middels de EFI geassocieerd is met de prestatie op de reactietijd-taken van Diamond.

## **Methode**

### **Deelnemers**

Door middel van een eerstejaars SONA-participanten practicum werden er psychologiestudenten geworven vanuit een eerder onlineonderzoek van Y.G. over de CAARS en de EFI-vragenlijsten. Uit 238 studenten werden 188 deelnemers geselecteerd, op basis van lage en hoge mate van ADHD-symptomen volgens de CAARS. In totaal namen 31



psychologie studenten deel aan het experiment (29% man, 71% vrouw), variërend in leeftijd van 17 tot 39 jaar ( $M = 20,290$ ,  $SD = 4,125$ ). Als tegemoetkoming kregen de studenten studiecredits. Alle deelnemers stemden ermee in dat hun gegevens zouden worden gebruikt voor onderzoekdoeleinden. Het onderzoek is goedgekeurd door de ethische commissie van de afdeling psychologie van de Rijksuniversiteit Groningen.

## **Meetinstrumenten**

### ***CAARS***

De CAARS is ontwikkeld om ADHD te detecteren bij volwassenen (vanaf 18 jaar en ouder) (Macey, 2003). Er zijn verschillende versies van de CAARS, maar in dit onderzoek zal enkel gebruik worden gemaakt van gegevens van de lange versie. De CAARS is een zelfgerapporteerde vragenlijst die bestaat uit 66 items. Hierbij zijn nog 15 infrequentie items toegevoegd, om te controleren voor niet geloofwaardige responses (Suhr, 2011). De items werden beoordeeld op een vierpunts Likert schaal (0 = “helemaal niet”, 1 = “een beetje, af en toe”, 2 = “best vaak, vaak” en 3 = “heel vaak, altijd”). In het algemeen is de betrouwbaarheid van de CAARS hoog (Cronbach’s alpha: 0,971). Tevens kan de validiteit van de CAARS als redelijk worden beschouwd, en daarnaast zorgt het ontwerp van de CAARS ervoor dat niet-meewerkende of ongemotiveerde deelnemers eruit worden geselecteerd. Er wordt gebruik gemaakt van de Totale ADHD-Symptomen sub schaal, die bestaat uit twee indexen; ADHD-index en Inconsistentie Index (Macey, 2003). De ADHD-index meet een bepaalde mate van ADHD-symptomen bij volwassenen. De Inconsistentie Index wordt gebruikt om niet-meewerkende of ongemotiveerde deelnemers eruit te selecteren. Ook controleert deze index het begrip van de test items. Verder wordt er gebruik gemaakt van de DSM schalen (DSM-IV Inattentie Symptomen, DSM-IV Hyperactieve-Impulsieve Symptomen, DSM-IV ADHD-symptomen Totaal) die symptomen volgens de DSM-IV meten (APA, 2013).

De ruwe scores van de indexen worden omgezet naar T-scores. Deze T-scores geven de mate van ADHD-symptomen onder volwassenen weer. Er wordt bij het vergelijken van deze T-scores gecontroleerd voor gender en leeftijd. Bij T-scores hoger dan 65 is er een grotere kans op een klinisch relevante score. T-scores hoger dan 70 duiden op een grotere kans op klinische symptomen bij de volwassen doelgroep zonder geïdentificeerde problematiek (Armstrong, 2016).

### ***EFI***

De EFI is een korte, zelfrapporterende vragenlijst die EFs in het dagelijks leven meet bij normale individuen (Spinella, 2005). De EFI bestaat uit 27 items verdeeld over vijf subschalen, namelijk motivatie (MD), organisatie (ORG), impulscontrole (IC), empathie (EM) en strategisch plannen (SP). De subschaal motivatie omvat het niveau van activiteit, interesse in nieuwigheid en gedragsdrift. Items van de subschaal organisatie omvatten vaardigheden zoals volgordebepaling, multitasking en het in gedachten houden van dingen, die nodig zijn voor georganiseerd en doelgericht gedrag. Items van de subschaal impulsbeheersing hebben betrekking op het vermogen tot zelfinhibitie, neiging tot risicogedrag en sociaal gedrag. De subschaal empathie meet de bezorgdheid van het individu over het welzijn van anderen, de neiging om zich prosociaal op te stellen en de mate van een coöperatieve houding. Ten slotte meet de subschaal strategisch plannen de neiging om te plannen en vooruit te denken, tevens meet deze subschaal de neiging om strategieën te gebruiken. Deze items worden beoordeeld op een 5-punts Likert-schaal (1 = “helemaal niet”, 2 = “een beetje”, 3 = “enigszins”, 4 = “veel” en 5 = “heel veel”). De totale score van de EFI heeft een hoge betrouwbaarheid (Cronbach’s alpha: 0,73). Een hogere totale score duidt op een hogere mate van EF in het dagelijks leven. Deze totale score wordt berekend door alle items per subschaal bij elkaar op te tellen. Hiervoor dienen de omgekeerde items weer teruggekeerd te worden, zodat alle items dezelfde schaal aanhouden (van minder

functionerend naar beter functionerend). Dit zorgt voor een negatieve formulering waarbij een hogere score een minder goede mate van EF inhoudt.

### ***Diamond-taken***

De Diamond-taken zijn ontwikkeld door Diamond en collega's (Davidson, Amso, Anderson, & Diamond, 2006; Diamond, 2013) en het gaat specifiek om de volgende taken: de Hart en Bloem taak (Dots task); de Pijlen taak (Arrow task); de Afbeeldingen taak (Pictures task); en de Abstracte Vormen taak (Abstract Shape task). Deze taken meten elk verschillende kern-EFs (d.w.z. inhibitie, werkgeheugen en cognitieve flexibiliteit). De Hart en Bloem taak doet een beroep op alle drie de kernfuncties. De Pijlen taak meet voornamelijk inhibitie en cognitieve flexibiliteit. De Afbeeldingen taak meet inhibitie en werkgeheugen, terwijl de Abstracte Vormen taak voornamelijk verschillende belastingen van werkgeheugen meet (Davidson et al., 2006).

Het experiment met de vier bovenstaande reactietijd taken meet de drie kernfuncties van EF. Twee taken zijn gebruikt voor huidig onderzoek: de Hart en Bloem taak en de Abstracte Vormen taak. De congruente en incongruente condities van de Hart en Bloem taak werden gebruikt om inhibitie te meten, terwijl cognitieve flexibiliteit gemeten werd met de gemengde conditie van de Hart en Bloem taak. Tot slot werd het werkgeheugen gemeten met de Abstracte Vormen taak. In allebei deze taken begon een trial met het aanbieden van een fixatiepunt in het midden van het scherm voor 750 ms, gevolgd door een stimulus die op het scherm bleef tot de proefpersoon een respons gaf of tot maximaal 2000 ms. Een trial werd afgesloten met een leeg scherm gedurende een paar frames (50 ms). Voor beide taken wordt de gemiddelde reactietijd en nauwkeurigheid van de correcte responses en anticiperende responses berekend. Enkel scores tussen 200 en 2000 ms worden als valide scores beschouwd. Scores die onder de 200 ms vallen zijn te snel om bewust te hebben waargenomen en worden hierdoor niet gezien als daadwerkelijke reactie op de stimulus. Deze anticiperende reacties

kunnen ontstaan door het niet loslaten van de toets bij de vorige stimulus of het niet lang genoeg wachten op de volgende stimulus (Davidson et al., 2006). Als men de toets niet loslaat bij een stimulus, kan bij de volgende stimulus namelijk de toets vroegtijdig worden losgelaten, zonder bewust te kijken naar deze stimulus. Bovendien kan een score als anticiperend worden beschouwd als men te snel de toets indrukt zonder bewust naar de stimulus te kijken. Scores die boven de 2000 ms vallen zijn te langzaam, omdat na 2000 ms de volgende stimulus gepresenteerd wordt. Daarnaast is nauwkeurigheid berekend door het totaal aantal correcte valide responses te delen door het totaal aantal valide responses. Hierbij in acht nemend dat het totaal aantal correcte anticiperende responses hier niet onder valt.

**Hart en Bloem taak.** In dit onderzoek zal de focus liggen op onder andere de Hart en Bloem taak, bestaande uit drie condities: congruent, incongruent en gemixt. In elke conditie verscheen een stimulus in willekeurige volgorde aan de linker- of rechterkant van het fixatiepunt. In de congruente conditie was de regel om de responsknop in te drukken aan dezelfde kant als waar de stimulus verscheen, in dit geval een hart. Hierna kwam de incongruente conditie, waar een bloem als stimulus werd gepresenteerd met als regel om de responsknop in te drukken aan de andere kant van de stimulus. Tot slot volgde de gemixte conditie waarbij in willekeurige volgorde zowel de congruente als de incongruente regel wordt afgewisseld. Elke conditie omvatte 20 trials, waarvan de eerste twee condities zes oefentrials hadden.

De incongruente conditie vergt meer inhibitie dan de congruente conditie. Hierom werden er in de incongruente conditie langzamere reactietijden en meer fouten verwacht (Davidson et al., 2006). Inhibitie werd gemeten door de gemiddelde reactietijd in de congruente conditie af te trekken van de gemiddelde reactietijd in de incongruente conditie, en door de accuraatheid in de incongruente conditie af te trekken van de congruente conditie. Een grotere verschilscore betekent dat men meer moeite heeft met inhibitie.

Bij de gemixte conditie wordt vooral cognitieve flexibiliteit gemeten, aangezien de deelnemer hierbij dient te wisselen tussen de verschillende regels van de twee stimuli (hart en bloem). Om cognitieve flexibiliteit te meten zijn er twee extra variabelen toegevoegd. De eerste variabele, genaamd de non-schakel variabele, meet enkel de reactietijd en nauwkeurigheid van de response in de trial die hetzelfde type stimulus heeft als de vorige trial (congruent of incongruent). De tweede variabele, genaamd de schakel variabele, meet daarentegen enkel de reactietijd en nauwkeurigheid van de response in de trial die een ander type stimulus heeft dan de vorige trial. Aangenomen wordt dat wanneer gewisseld moet worden van antwoordregel (zoals in de schakel-trials) de snelheid van reageren langzamer is en het aantal fouten groter is dan wanneer de antwoordregel hetzelfde blijft (zoals in de niet-schakel-trials). Cognitieve flexibiliteit werd gemeten door de gemiddelde reactietijd van niet-schakel trials af te trekken van de gemiddelde reactietijd van schakel-trials, en door de accuraatheid van de schakel-trials af te trekken van de accuraatheid van de niet-schakel trials. Een groter verschil in reactietijd en accuraatheid tussen schakel en niet-schakel trials duidt op meer moeite met schakelen tussen de twee regels, wat op meer moeite met cognitieve flexibiliteit duidt.

**Abstracte Vormen taak.** De derde kernfunctie van EF (werkgeheugen) wordt middels de Abstracte Vormen taak gemeten, omdat deze taak verschillende belastingen van werkgeheugen meet. Deze taak bestaat uit twee condities, namelijk uit een conditie met twee abstracte vormen (S1) die een middelmatige belasting van het werkgeheugen meet. En hierop volgend een conditie met zes abstracte vormen (S2) die een hoge belasting van het werkgeheugen meet. In conditie S1 werden bij de instructie twee abstracte figuren getoond. De regel voor een van de stimuli was dat de responsknop aan de rechterkant gebruikt moest worden, en de regel voor de andere stimulus was dat de responsknop aan de linker kant gebruikt moest worden. In conditie S2 werden vier nieuwe abstracte figuren toegevoegd, de

regel voor twee van deze stimuli was om de rechterknop te gebruiken, en de regel voor de andere twee stimuli de linker knop. Aangenomen wordt dat in de tweede conditie trager en minder nauwkeurig gereageerd zal worden omdat de geheugenbelasting hoger is. Als maat voor werkgeheugen wordt de reactietijd van de conditie met lage belasting afgetrokken van de reactietijd van de tweede conditie met middelmatige belasting. Hierna wordt de nauwkeurigheid van de tweede conditie afgetrokken van de eerste conditie. Een groter verschil tussen deze twee condities duidt op een minder functionerend werkgeheugen.

### **Procedure**

De deelnemers namen deel aan een eerder onlineonderzoek, van Y. G. en collega's, waarin de CAARS- en de EFI-vragenlijst werden afgenomen. Daarnaast is de verkregen data van de CAARS en EFI gebruikt voor huidig onderzoek. Voor de duur van de zelfrapportage van de CAARS en de EFI werd beide 20 minuten gerekend. De studenten namen hierna deel aan het experiment met de vier reactietijd computertaken om cognitieve functies te meten die aan EFs gerelateerd zijn. In huidig onderzoek wordt er data gebruikt van enkel twee reactietijd taken.

Voor de Hart en Bloem en Abstracte Vormen taak is het programma 'Open Sesame' gebruikt. Voor het uitvoeren van deze twee taken werd ongeveer 10 tot 15 minuten gerekend per taak. De taken begonnen met een algemene instructie met een uitleg van de regels, die in elke conditie toegepast dienen te worden. De regels houden in dat bij het zien van de stimulus zo snel en goed mogelijk de corresponderende toets ingedrukt dient te worden (*"Welcome! This ... task consists of ... parts. You have to press the correct button as well and quickly as possible"*). Het indrukken van de 'F'-toets met de linkerhand wordt gebruikt om respectievelijk links aan te duiden (*"use your left hand for the 'left' button (f)"*). Het indrukken van de 'J'-toets met de rechterhand wordt gebruikt om respectievelijk rechts aan te duiden (*"use your right hand for the 'right' button (j), press 'p' to continue"*). De 'F'- en 'J'-

toets worden enkel als reactietijd toetsen gebruikt. Het voordeel van deze twee toetsen is een opstaand balkje die blindelings op de toets te voelen is. Iedere conditie werd afzonderlijk ingeleid door een oefentrial. Om na de oefentrial door te mogen naar de daadwerkelijke testtrial, dienden de deelnemers minimaal 75% goed te scoren. Indien dit niet werd behaald vond er een herhaling van de oefentrial plaats.

Bij de congruente conditie (H) van de Hart en Bloem taak werd er van de deelnemers gevraagd om de toets (F-links/J-rechts) in te drukken die gelijk was aan de kant van het afgebeelde hart, die verscheen links of rechts van het fixatiepunt (in het midden van het scherm). Daarentegen werd van deelnemers gevraagd om bij de incongruente conditie (B) juist het tegenovergestelde uit te voeren bij het zien van de bloem. De stimulus kon opnieuw links of rechts van het fixatiepunt verschijnen. Dus in deze incongruente conditie is de correcte respons de 'F'-toets bij het verschijnen van de bloem aan de rechterkant van het fixatiepunt en de 'J'-toets bij het verschijnen van de bloem aan de linkerkant van het fixatiepunt. In de congruente conditie was de regel gelinkt aan het hart, terwijl de incongruente regel gelinkt was aan de bloem. In de gemixte conditie (HB) werd de hart-regel willekeurig afgewisseld met de bloem-regel. De schakelvariabele (switch) is dus in twee situaties van toepassing, van congruente regel naar incongruente regel en van incongruente regel naar congruente regel. De non-schakelvariabele (nonswitch) is van toepassing wanneer de stimulus hetzelfde blijft, van congruente regel naar congruente regel en van incongruente regel naar incongruente regel.

In tegenstelling tot de Hart en Bloem taak, wordt de stimulus in beide condities van de Abstracte Vormen taak op de plaats van het fixatiepunt midden in het scherm gepresenteerd, in plaats van links of rechts. In de eerste conditie worden twee figuren getoond en wordt de deelnemer geïnstrueerd om op de linkerknop (F-toets) te drukken als het ene figuur wordt getoond en op de rechterknop (J-toets) als het andere figuur wordt getoond. Vervolgens

worden er nog vier figuren toegevoegd in de tweede conditie. De deelnemers krijgen bij deze conditie van nu zes figuren bij drie figuren de opdracht om op de linkerknop te drukken als een van deze drie figuren wordt getoond. Bij de drie andere figuren kregen ze de opdracht om op de rechterknop te drukken als een van deze andere drie figuren in beeld komt.

### **Analyse**

Voor de analyse werden de T-scores van de ADHD-index en de DSM schalen (DSM-IV Inattentie Symptomen, DSM-IV Hyperactieve-Impulsieve Symptomen, DSM-IV ADHD-symptomen Totaal) van de CAARS gebruikt, en van de EFI is de EFI-totaalscore en de subschalen EM, SP, ORG, IC en MD gebruikt. Daarnaast werden de verschillen van de Hart en Bloem taak (rt B - rt H, acc H - acc B; rt switch mixed HB - rt nonswitch mixed HB, acc nonswitch mixed HB - switch HB) en de Abstracte Vormen taak (rt S2 - rt S1, acc S1 - acc S2) gebruikt. Voor de gehele groep zijn de gemiddelde reactietijden en accuraatheid berekend van de bovengenoemde verschillen van de Hart en Bloem condities, en van de schakel (switch) en niet-schakel (nonswitch) trials van de gemixte conditie van de Hart en Bloem taak. Dit is tevens berekend voor de Abstracte Vormen taak.

Voor alle hiervoor genoemde variabelen werd middels de Shapiro-Wilk test de assumptie van normaliteit getoetst (zie voor een compleet overzicht tabel 4 in appendix III). Gevonden is dat voor de CAARS de ADHD-index normaal verdeeld was ( $p = .084$ ), maar dat de DSM-Inattentie schaal, de DSM-Hyperactiviteit schaal en de DSM-totaalscore niet normaal verdeeld waren ( $p < .007$ ). Voor de EFI gold dat de EFI-totaalscore, en de subschalen SP, ORG, IC en MD, normaal verdeeld waren ( $p > .099$ ). Enkel de EM-schaal van de EFI bleek niet normaal verdeeld volgens de Shapiro-Wilk test ( $p = .041$ ). Tot slot bleek voor de Diamond-taken dat de kernfuncties cognitieve flexibiliteit en werkgeheugen normaal verdeeld waren ( $p > .051$ ), terwijl de derde kernfunctie inhibitie niet normaal verdeeld bleek ( $p < .010$ ).



Om te controleren of de taakmanipulaties van de Hart en Bloem taak en van de Abstracte Vormen taak succesvol waren, zijn er T-toetsen voor de parametrische kernfuncties werkgeheugen en cognitieve flexibiliteit en non-parametrische Wilcoxon toetsen voor de kernfunctie inhibitie uitgevoerd. Parametrische en non-parametrische correlaties zijn daarnaast uitgevoerd om de associatie tussen de variabelen van de Diamond-taken en de variabelen van de CAARS en EFI te berekenen. Voor de parametrische correlaties is er een Pearson correlatie uitgevoerd en voor de non-parametrische correlaties is er een Spearman correlatie uitgevoerd. Ten eerste zijn er correlaties berekend voor de ADHD-index en de DSM schalen van de CAARS met de vijf sub schalen van de EFI en de totaalscore hiervan. Ten tweede zijn er correlaties berekend voor de ADHD-index en de DSM schalen van de CAARS met de verschilcores van de Hart en Bloem taak en Abstracte Vormen taak. Ten slotte is er een correlatie uitgevoerd voor de subschalen van de EFI en de EFI-totaalscore met de Hart en Bloem taak en Abstracte Vormen taak. De parametrische Pearson correlatie is enkel gebruikt wanneer beide variabelen normaal verdeeld zijn. Wanneer een van beide, of beide variabelen niet normaal verdeeld zijn, is de non-parametrische Spearman correlatie gebruikt.

## Resultaten

### Taakeffecten

**Inhibitie.** Voor het effect van inhibitie is er naar de incongruente en congruente condities van de Hart en Bloem taak gekeken. Over het algemeen reageerden de deelnemers langzamer (gemiddelde reactietijd = 352,2;  $t = -7.861$ ;  $p = .000$ ) en minder nauwkeurig (gemiddelde nauwkeurigheid = 95,9;  $z = -2.189$ ;  $p = .029$ ) in het incongruente Bloem-gedeelte in vergelijking met het congruente Hart-gedeelte van de taak. Dit geeft aan dat deelnemers meer problemen met inhibitie ervoeren in de moeilijkere incongruente conditie.

**Cognitieve flexibiliteit.** In de gemixte conditie van de Hart en Bloem taak reageerden de deelnemers langzamer (gemiddelde reactietijd = 607,5;  $t = 5.160$ ;  $p = .000$ ) maar niet significant verschillend wat betreft nauwkeurigheid (gemiddelde nauwkeurigheid = 90,1;  $z = -1.356$ ;  $p = .175$ ) in de schakel-trials dan in de niet-schakel-trials. Dit toont aan dat de deelnemers langer de tijd namen om nauwkeurige responses te blijven geven in de schakel-trials.

**Werkgeheugen.** Het effect van werkgeheugen is getoetst aan de hand van de Abstracte Vormen taak. In deze taak reageerden de deelnemers langzamer (gemiddelde reactietijd = 632,4;  $t = -12.959$ ;  $p = .000$ ) maar nauwkeuriger (gemiddelde nauwkeurigheid = 97,2;  $z = -4.537$ ;  $p = .000$ ) in de conditie met een hogere geheugenbelasting in vergelijking met de toestand met een lagere geheugenbelasting. Dit geeft aan dat de deelnemers meer tijd namen om een hogere nauwkeurigheid te behouden in de conditie met een hogere geheugenbelasting.

### **Associaties**

Van de DSM schalen en de ADHD-index van de CAARS, van de vijf sub schalen van de EFI en zijn totaalscore en tenslotte van de verschilcores (reactietijd en nauwkeurigheid) voor inhibitie, cognitieve flexibiliteit en werkgeheugen van de rt-taken, zijn de beschrijvende gegevens (gemiddelde, standaarddeviatie en aantal) weergegeven in Tabel 1, 2 en 3 (Appendix I).

### ***Associaties van CAARS met EFI***

De correlaties gaven aan dat de DSM schalen van de CAARS (DSM-IV Inattentie Symptomen, DSM-IV Hyperactieve-Impulsieve Symptomen, DSM-IV ADHD-symptomen Totaal) en de ADHD-index negatief geassocieerd waren met drie sub schalen, Strategisch Plannen (SP), Organisatie (ORG) en Impulscontrole (IC), van de EFI ( $r < -.401$ ;  $p < .025$ ). Hieruit blijkt dat een verhoogde mate van ADHD-symptomen gepaard gaat met een

verslechtering van enkele executieve functies, namelijk strategisch plannen, organisatie en impulscontrole. De associaties tussen de ADHD-index, de DSM schalen Inattentie en Hyperactiviteit en de Totale score van de CAARS met de schalen Motivatie (MD) en Empathie (EM) van de EFI waren niet significant ( $r < .259$ ;  $p > .098$ ) (zie voor een overzicht van alle correlaties Tabel 1A en 1B, Appendix II).

#### ***Associaties van CAARS met Diamond-taken***

De correlaties van de verschillcores van de taken met de schalen van de CAARS gaven aan dat er geen associatie was tussen de drie kernfuncties (inhibitie, werkgeheugen en cognitieve flexibiliteit) met de DSM schalen en de ADHD-index van de CAARS (voor alle correlaties gold:  $r < .286$ ;  $p > .119$ ) (Zie voor een overzicht van alle correlaties tabel 2A en 2B Appendix II). Deze non-significante correlaties duiden erop dat er geen associaties zijn gevonden tussen ADHD-symptomen en de verschillcores van de drie kernfuncties.

#### ***Associaties van Diamond-taken met EFI***

In Tabel 3A en 3B (Appendix II) zijn er voor de verschillcores van de taken die inhibitie, werkgeheugen en cognitieve flexibiliteit meten, een aantal significante positieve en negatieve trends voor drie van de vijf sub schalen van de EFI te zien. Voor de verschillcores van de reactietijd van correcte responses van de kernfunctie werkgeheugen is er een significante positieve tendens voor een associatie met de SP schaal van de EFI ( $r = .308$ ;  $p = .097$ ). Hieruit blijkt dat een verhoogde mate van strategisch plannen leidt tot een langere reactietijd op werkgeheugen. Dit houdt in dat hoe beter men in strategisch plannen is, hoe minder goed het werkgeheugen functioneert. Voor de verschillscore van de reactietijd van correcte responses van de kernfunctie cognitieve flexibiliteit is er een significante negatieve tendens voor een associatie met de EM schaal van de EFI ( $r = -.352$ ;  $p = .052$ ). Blijkbaar is er een tendens dat een verlaagde mate van empathie gepaard gaat met meer kosten in reactietijd bij trials die meer cognitieve flexibiliteit vereisen. Dit houdt in dat hoe empathischer men is,

hoe beter de cognitieve flexibiliteit is. Voor de derde kernfunctie inhibitie is er een significante positieve correlatie te zien met de IC schaal van de EFI uitgedrukt in een verschilscore van nauwkeurigheid ( $r = .454$ ;  $p = .010$ ). Betere impulscontrole (beheersing) leidt dus tot minder nauwkeurigheid in de conditie die meer inhibitie vereist.

De overige correlaties tussen de EFI totaalscore en overige subschalen met de verschilscore van de reactietijd en nauwkeurigheid van correcte responses van de drie kernfuncties van EF zijn niet significant ( $r < -.284$  ;  $p > .097$ ) (zie voor een totaal overzicht van de correlaties Tabel 3A en 3B, Appendix II).

## Discussie

### Interpretatie van de bevindingen

In dit onderzoek is de relatie tussen ADHD-symptomen en EFs onderzocht. Er werd verwacht dat deelnemers met meer ADHD-symptomen (gemeten met de CAARS) minder goed zouden zijn in subjectieve zelf-gerapporteerde EFs (gemeten middels de EFI) en in objectieve kern-EFs (gemeten middels experimentele reactietijd-taken). De resultaten waren gedeeltelijk consistent met deze hypothesen; deelnemers met meer ADHD-symptomen waren slechter in de subjectieve EFs strategisch plannen, organisatie en impulscontrole. Deze negatieve associaties waren eerder al naar voren gekomen in onderzoek van Langberg en collega's (2013), die eveneens stelden dat een verhoogde mate van ADHD-symptomen gepaard gaat met een vermindering van EFs.

Er werden in dit huidige onderzoek echter geen associaties gevonden tussen de ADHD-symptomen en de experimenteel gemeten EF-kernfuncties inhibitie, cognitieve flexibiliteit en werkgeheugen, gemeten met de reactietijd. Verder zijn er geen correlaties gevonden tussen de subjectieve EFs (gemeten met EFI) en de kernfuncties van EFs (gemeten met de reactietijd-taken). Wel zijn er enkele relationele trends gevonden die mogelijk wat zeggen over een verband van enkele EFI subschalen en de EFI-totaalscore met de Hart en

Bloem taak condities en de Abstracte Vormen taak condities. De trend van de associatie tussen strategisch plannen en werkgeheugen gaf aan dat hoe beter de deelnemer was in strategisch plannen, hoe meer moeite deze had met werkgeheugen (gemeten met de verschilscore van reactietijd van de Abstracte Vormen taak). Een verklaring hiervoor zou kunnen liggen in het gebruik van een strategie met de focus op nauwkeurigheid. Dit wordt ondersteund door een tendens van een correlatie van de nauwkeurigheid in de tweede conditie van de Abstracte Vormen taak met strategisch plannen, dat wil zeggen dat meer nauwkeurigheid samengaat met beter strategisch plannen. Verder is er een trend gevonden van een negatieve associatie van empathie met de kernfunctie cognitieve flexibiliteit waarbij gekeken wordt naar de verschilscore van de reactietijd. Met andere woorden, slechtere empathie gaat samen met meer moeite hebben met cognitieve flexibiliteit. Ook is er een positieve trend gevonden van impulscontrole met de kernfunctie inhibitie, wat inhoudt dat betere impulscontrole samengaat met meer problemen in inhibitie. In dit onderzoek zijn de zogenoemde koude EFs gemeten, maar deze trends van empathie en de kwestie van de strategie op nauwkeurigheid zijn interessant voor verder onderzoek. Dit kan namelijk een aanwijzing zijn voor het feit dat warme EFs ook van invloed kunnen zijn op de kernfuncties van EF. Hiermee kan uiteindelijk een duidelijker en completer beeld geschetst worden van een individu zijn EF en de achterliggende processen hiervan.

De bovengenoemde resultaten zijn deels consistent met die van bijvoorbeeld Dvorsky en Langberg (2019), die ook al eerder stelden dat organisatie een belangrijk aspect is van EF binnen de associatie met ADHD-symptomen. Ook liet eerdere literatuur van Weyandt en collega's (2017) al zien dat studenten met gediagnosticeerde ADHD meer problemen ervoeren met impulscontrole, planning en organisatie, wat in overeenstemming is met de resultaten van het huidige onderzoek (Weyandt et al., 2017). Dat de EFI en de Diamond-reactietijd-taken nauwelijks correleren kan mogelijk (deels) verklaard worden doordat de

experimenteel gemeten EFs niet helemaal in lijn zijn met die van Davidson en collega's (2006). De taakeffecten van Davidson en collega's komen overeen met de gevonden taakeffecten uit huidig onderzoek, als er wordt gekeken naar inhibitie en werkgeheugen. Echter, als er wordt gekeken naar cognitieve flexibiliteit komen de taakeffecten slechts deels overeen met die van eerdergenoemde auteurs. Net als bij de bevindingen van dit onderzoek was volgens Davidson en collega's (2006) de reactietijd sneller in de niet-schakel-trials. Daarentegen was ook de nauwkeurigheidsscore hoger in de niet-schakel-trials, wat niet in overeenkomst is met de bevindingen van huidig onderzoek.

### **Implicaties**

Dit onderzoek heeft getracht meer inzicht te krijgen in het effect dat ADHD-kenmerken onder volwassenen kunnen hebben op het executief functioneren, door een benadering met meerdere methoden te gebruiken voor het beoordelen van EFs. Door zowel neuropsychologische taken van EF (objectief) als zelfbeoordelingen van EF (subjectief) in één onderzoek op te nemen is gevonden dat de associatie tussen zelf-gerapporteerde EFs en ADHD-kenmerken verschilt van die van experimenteel gemeten EFs met ADHD-kenmerken. Er is meer onderzoek nodig om de huidige kennis over executief functioneren en de relatie met ADHD-symptomen onder volwassenen te vergroten. Meer begrip over volwassenen-ADHD en de soort relatie met EFs kan van belang zijn voor de onderzochte studentenpopulatie die te maken heeft met ADHD-symptomatologie zodat de kennis over mogelijkheden met betrekking tot studie gerelateerde aanpassingen en interventies voor deze studenten subgroep zich verder kan ontwikkelen in de toekomst (Dorr & Armstrong, 2019). Bovendien kan er worden gespeculeerd dat de uitkomsten van dit onderzoek aangeven dat er een bepaalde drempel van ADHD-symptomatologie voor nodig is waarboven de EFs worden beïnvloed (Katzman et al., 2017). Een dimensionele benadering van ADHD-kenmerken kan van belang zijn zodat ook kennis over niet-klinische symptomen toeneemt, waarvoor

behandeling gewenst zou zijn. Dit laatste zou van invloed kunnen zijn op prestaties binnen studie en werk gerelateerde situaties (Dorr & Armstrong, 2019).

### **Beperkingen**

Het huidige onderzoek kent ook zijn beperkingen en het is belangrijk hier rekening mee te houden. Aangezien de steekproefomvang bescheiden was kan de steekproef minder goed gegeneraliseerd worden naar de gehele populatie van volwassenen en ook niet naar een klinische populatie met ADHD-kenmerken. Omdat het onderzoek met deelname op vrijwillige basis was, was de steekproef niet compleet gerandomiseerd. De dataverzameling was niet optimaal doordat het door covid-19 volledig online moest plaatsvinden waardoor de omstandigheden van het uitvoeren van het experiment niet voor alle deelnemers gelijk waren. Vanuit huis deelnemen in plaats van op een externe, experimentele setting kan invloed hebben gehad op de verschillen in focus van de deelnemers. Tot slot kan het zijn dat verwachte associaties niet gevonden zijn doordat er binnen de steekproef een enigszins scheve verdeling was waarin de mate van ADHD-symptomen voorkwamen, die neigde namelijk meer naar weinig symptomen, wat het lastiger maakt om duidelijke effecten te meten. Toekomstig onderzoek zou voor verschillen in leeftijd kunnen controleren. Eerder onderzoek heeft namelijk aangetoond dat er verschil is in de ontwikkeling en prestatie van EF onder kinderen (Davidson e.a., 2006), dus er zouden ook verschillen gevonden kunnen worden in de verschillende leeftijdscategorieën bij de volwassenenpopulatie. Daarbij werd in dit huidige onderzoek nog niet gekeken naar andere mogelijke factoren die een rol kunnen spelen bij de relatie tussen ADHD-kenmerken en EF. Terwijl volgens voorgaand onderzoek cognitief tempo gesuggereerd wordt een rol te spelen. Een hoog of laag cognitief tempo zou een modererende rol kunnen spelen in het verband tussen EF en ADHD-symptomatologie (Leikauf & Solanto, 2017).

## **Conclusie**

De interactie tussen ADHD-symptomatologie en cognitieve processen van EFs is nog onduidelijk, terwijl het een belangrijk onderwerp is binnen de klinische neuropsychologie. ADHD-symptomen en een verslechtering van EFs kunnen beiden leiden tot leerproblemen en moeilijkheden in nieuwe en complexe situaties van het dagelijks leven. Dit kan leiden tot sociale belemmeringen en emotionele en fysieke gezondheidsproblemen die de cognitieve vaardigheden aantasten. Een grotere bewustwording van ADHD-kenmerken bij volwassenen en meer inzicht in de achterliggende cognitieve processen van EFs en het verband hiertussen zouden van belang kunnen zijn voor eerdere detectie en interventie voor mogelijke tekorten bij de volwassen populatie die hiermee te maken heeft. Dit onderzoek heeft bijgedragen aan de huidige literatuur door de relatie van zelfgerapporteerde EFs met de mate van ADHD-kenmerken bij een volwassen steekproef nader te onderzoeken aan de hand van experimentele neuropsychologische taken. Concluderend kan gesteld worden dat een toename in ADHD-symptomen geassocieerd wordt met een afname van enkele zelf gerapporteerde EFs, maar niet met experimenteel gemeten EFs. Verder is er een mogelijk verband tussen subjectieve en objectieve EFs, wat een belangrijke richting kan zijn voor toekomstig onderzoek. Meer kennis op dit gebied zou kunnen leiden tot een betere diagnosestelling en, wellicht, behandeling van ook non-klinische vormen van ADHD-symptomen bij volwassenen.



## Referenties

- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-IV-TR*. Washington, DC: American Psychiatric Association.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Conners' Adult ADHD Rating Scales (CAARS). By C.K. Conners, D. Erhardt, M.A. Sparrow. New York: Multihealth Systems, Inc., 1999
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168. <https://doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Armstrong, A. G. H., Sylvia Nay, Irene T. (2016). Diagnostic Accuracy of the Conners' Adult ADHD Rating Scale in a Postsecondary Population—Allyson G. Harrison, Sylvia Nay, Irene T. Armstrong, 2019. *Journal of Attention Disorders*. <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1087054715625299>
- Dorr, M. M., & Armstrong, K. J. (2019). Executive Functioning and Impairment in Emerging Adult College Students With ADHD Symptoms. *Journal of Attention Disorders*, 23(14), 1759–1765. <https://doi.org/10.1177/1087054718787883>
- Dvorsky, M. R., & Langberg, J. M. (2019). Predicting Impairment in College Students With ADHD: The Role of Executive Functions. *Journal of Attention Disorders*, 23(13), 1624–1636. <https://doi.org/10.1177/1087054714548037>
- Huizinga, M., Dolan, C. V., & van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44(11), 2017–2036. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.01.010>
- Katzman, M. A., Bilkey, T. S., Chokka, P. R., Fallu, A., & Klassen, L. J. (2017). Adult ADHD and comorbid disorders: Clinical implications of a dimensional approach. *BMC Psychiatry*, 17(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12888-017-1463-3>

- Langberg, J. M., Dvorsky, M. R., & Evans, S. W. (2013). What Specific Facets of Executive Function are Associated with Academic Functioning in Youth with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder? *Journal of Abnormal Child Psychology*, *41*(7), 1145–1159. <https://doi.org/10.1007/s10802-013-9750-z>
- Leikauf, J. E., & Solanto, M. V. (2017). Sluggish Cognitive Tempo, Internalizing Symptoms, and Executive Function in Adults With ADHD. *Journal of Attention Disorders*, *21*(8), 701–711. <https://doi.org/10.1177/1087054716682337>
- Lomax, R. G., & Hahs-Vaughn, D. L. (2012). Multiple Regression. *An introduction to statistical concepts, 3rd ed.* (pp. 657-708). New York, NY: Routledge/Taylor & Francis Group.
- Magnin, E., & Maurs, C. (2017). Attention-deficit/hyperactivity disorder during adulthood. *Revue Neurologique*, *173*(7–8), 506–515. <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2017.07.008>
- Skogli, E. W., Egeland, J., Andersen, P. N., Hovik, K. T., & Øie, M. (2014). Few differences in hot and cold executive functions in children and adolescents with combined and inattentive subtypes of ADHD. *Child Neuropsychology*, *20*(2), 162–181. <https://doi.org/10.1080/09297049.2012.753998>
- Spinella, M. (2005). Self-rated executive function: development of the executive function index. *International Journal of Neuroscience*, *115*(5), 649–667. <https://doi.org/10.1080/00207450590524304>
- Weyandt, L. L., Oster, D. R., Gudmundsdottir, B. G., DuPaul, G. J., & Anastopoulos, A. D. (2017). Neuropsychological Functioning In College Students with and without ADHD. *Neuropsychology*, *31*(2), 160–172. <https://doi.org/10.1037/neu0000326>

## Appendix I

**Tabel 1**

*Beschrijvende gegevens: CAARS en EFI*

*Gemiddelden (M) en standaard deviatie (SD) voor schalen van de CAARS en subschalen van de EFI.*

|                        | M      | SD     | N  |
|------------------------|--------|--------|----|
| EM_total               | 26,161 | 3,163  | 31 |
| SP_total               | 24,000 | 4,171  | 31 |
| ORG_total              | 14,613 | 3,947  | 31 |
| IC_total               | 16,677 | 3,525  | 31 |
| MD_total               | 14,258 | 2,556  | 31 |
| EFI_total_score        | 95,710 | 10,565 | 31 |
| CAARS_TScoreADHD_Index | 51,516 | 12,561 | 31 |
| CAARS_TScoreDSM_Inat   | 51,294 | 12,580 | 31 |
| CAARS_TScoreDSM_Hyper  | 48,809 | 11,275 | 31 |
| CAARS_TScoreDSM_Total  | 50,113 | 12,372 | 31 |

**Tabel 2**

*Beschrijvende gegevens: CAARS en Diamond-taken*

*Gemiddelden (M) en standaard deviatie (SD) voor schalen van de CAARS en maten van de Hart en Bloem taak en de Abstracte Vormen taak. H, B, en HB zijn de drie condities van de Hart en Bloem taak, S1 en S2 zijn de twee condities van de Abstracte Vormen taak; rt is reactietijd, acc is nauwkeurigheid en switch en nonswitch zijn de twee typen trials in de HB-conditie.*

|   | M       | SD      | N  |
|---|---------|---------|----|
| CAARS_TScoreADHD_Index                    | 51,516  | 12,561  | 31 |
| CAARS_TScoreDSM_Inat                      | 51,294  | 12,580  | 31 |
| CAARS_TScoreDSM_Hyper                     | 48,809  | 11,275  | 31 |
| CAARS_TScoreDSM_Total                     | 50,113  | 12,372  | 31 |
| rt B - rt H (correct rt)                  | 46,181  | 31,194  | 34 |
| acc H – acc B                             | -2,909  | 5,105   | 34 |
| rt S2 - rt S1 (correct rt)                | 151,703 | 62,273  | 30 |
| acc S1 – acc S2                           | -6,793  | 4,132   | 30 |
| HB: rt switch - rt nonswitch (correct rt) | 96,996  | 102,357 | 34 |
| HB: acc nonswitch – acc switch            | -4,241  | 14,488  | 34 |

**Tabel 3**

*Beschrijvende gegevens: EFI en Diamond-taken*

*Gemiddelden (M) en standaard deviatie (SD) voor subschalen van de EFI en maten van de Hart en Bloem taak en de Abstracte Vormen taak. H, B, en HB zijn de drie condities van de Hart en Bloem taak, S1 en S2 zijn de twee condities van de Abstracte Vormen taak; rt is reactietijd, acc is nauwkeurigheid en switch en nonswitch zijn de twee typen trials in de HB-conditie.*

|   | M       | SD      | N  |
|---|---------|---------|----|
| EM_total                                  | 26,161  | 3,163   | 31 |
| SP_total                                  | 24,000  | 4,171   | 31 |
| ORG_total                                 | 14,613  | 3,947   | 31 |
| IC_total                                  | 16,677  | 3,525   | 31 |
| MD_total                                  | 14,258  | 2,556   | 31 |
| EFI_total_score                           | 95,710  | 10,565  | 31 |
| rt B - rt H (correct rt)                  | 46,181  | 31,194  | 34 |
| acc H – acc B                             | -2,909  | 5,105   | 34 |
| rt S2 - rt S1 (correct rt)                | 151,703 | 62,273  | 30 |
| acc S1 – acc S2                           | -6,793  | 4,132   | 30 |
| HB: rt switch - rt nonswitch (correct rt) | 96,996  | 102,357 | 34 |
| HB: acc nonswitch – acc switch            | -4,241  | 14,488  | 34 |

## Appendix II

Tabel 1A

*Parametrische Correlaties CAARS en EFI*

|                        |                 | EM total | SP total | ORG total | IC total | MD total | EFI total score |
|------------------------|-----------------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------------|
| CAARS_TScoreADHD_Index | Pearson         | -,403*   | -,625**  | -,810**   | -,410*   | ,050     | -,795**         |
|                        | Correlation     |          |          |           |          |          |                 |
|                        | Sig. (2-tailed) | ,025     | ,000     | ,000      | ,022     | ,789     | ,000            |
|                        | N               | 31       | 31       | 31        | 31       | 31       | 31              |
| CAARS_TScoreDSM_Inat   | Pearson         | -,394*   | -,629**  | -,802**   | -,401*   | ,034     | -,792**         |
|                        | Correlation     |          |          |           |          |          |                 |
|                        | Sig. (2-tailed) | ,028     | ,000     | ,000      | ,025     | ,856     | ,000            |
|                        | N               | 31       | 31       | 31        | 31       | 31       | 31              |
| CAARS_TScoreDSM_Hyper  | Pearson         | -,488**  | -,486**  | -,595**   | -,575**  | ,276     | -,686**         |
|                        | Correlation     |          |          |           |          |          |                 |
|                        | Sig. (2-tailed) | ,005     | ,006     | ,000      | ,001     | ,133     | ,000            |
|                        | N               | 31       | 31       | 31        | 31       | 31       | 31              |
| CAARS_TScoreDSM_Total  | Pearson         | -,461**  | -,615**  | -,769**   | -,506**  | ,142     | -,803**         |
|                        | Correlation     |          |          |           |          |          |                 |
|                        | Sig. (2-tailed) | ,009     | ,000     | ,000      | ,004     | ,447     | ,000            |
|                        | N               | 31       | 31       | 31        | 31       | 31       | 31              |

\* p &lt; .05. \*\* p &lt; .001.

Tabel 1B

*Non-Parametrische Correlaties CAARS en EFI*

|                        |                 | EM total | SP total | ORG total | IC total | MD total | EFI total score |
|------------------------|-----------------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------------|
| CAARS_TScoreADHD_Index | Spearman        | -,172    | -,585**  | -,800**   | -,354    | ,040     | -,692**         |
|                        | Correlation     |          |          |           |          |          |                 |
|                        | Sig. (2-tailed) | ,354     | ,001     | ,000      | ,051     | ,832     | ,000            |
|                        | N               | 31       | 31       | 31        | 31       | 31       | 31              |
| CAARS_TScoreDSM_Inat   | Spearman        | -,224    | -,651**  | -,783**   | -,401*   | ,069     | -,777**         |
|                        | Correlation     |          |          |           |          |          |                 |
|                        | Sig. (2-tailed) | ,226     | ,000     | ,000      | ,025     | ,713     | ,000            |
|                        | N               | 31       | 31       | 31        | 31       | 31       | 31              |
| CAARS_TScoreDSM_Hyper  | Spearman        | -,303    | -,450*   | -,501**   | -,555**  | ,259     | -,552**         |
|                        | Correlation     |          |          |           |          |          |                 |
|                        | Sig. (2-tailed) | ,098     | ,011     | ,004      | ,001     | ,160     | ,001            |
|                        | N               | 31       | 31       | 31        | 31       | 31       | 31              |
| CAARS_TScoreDSM_Total  | Spearman        | -,226    | -,645**  | -,726**   | -,483**  | ,166     | -,723**         |
|                        | Correlation     |          |          |           |          |          |                 |
|                        | Sig. (2-tailed) | ,221     | ,000     | ,000      | ,006     | ,372     | ,000            |
|                        | N               | 31       | 31       | 31        | 31       | 31       | 31              |

\* p &lt; .05. \*\* p &lt; .001.

**Tabel 2A***Parametrische Correlaties CAARS en Diamond-taken*

*H, B, en HB zijn de drie condities van de Hart en Bloem taak, S1 en S2 zijn de twee condities van de Abstracte Vormen taak; rt is reactietijd, acc is nauwkeurigheid en switch en nonswitch zijn de twee typen trials in de HB-conditie.*

|                  |                     | rt B - rt H<br>(correct rt) | acc H - acc<br>B | rt S2 - rt S1<br>(correct rt) | acc S1 - acc<br>S2 | HB: rt<br>switch - rt<br>nonswitch<br>(correct rt) | HB: acc<br>nonswitch -<br>acc switch |
|------------------|---------------------|-----------------------------|------------------|-------------------------------|--------------------|--|--------------------------------------|
| CAARS_TScoreADH  | Pearson Correlation | ,077                        | -,053            | -,218                         | ,084               | ,242   | ,001                                 |
| D_Index          | Sig. (2-tailed)     | ,682                        | ,776             | ,247                          | ,659               | ,190   | ,994                                 |
|                  | N                   | 31                          | 31               | 30                            | 30                 | 31   | 31                                   |
| CAARS_TScoreDSM_ | Pearson Correlation | ,097                        | -,119            | -,282                         | -,059              | ,189   | ,022                                 |
| Inat             | Sig. (2-tailed)     | ,603                        | ,525             | ,131                          | ,758               | ,308   | ,905                                 |
|                  | N                   | 31                          | 31               | 30                            | 30                 | 31   | 31                                   |
| CAARS_TScoreDSM_ | Pearson Correlation | -,038                       | -,026            | -,066                         | ,312*              | ,118   | ,097                                 |
| Hyper            | Sig. (2-tailed)     | ,840                        | ,891             | ,729                          | ,093               | ,528   | ,605                                 |
|                  | N                   | 31                          | 31               | 30                            | 30                 | 31   | 31                                   |
| CAARS_TScoreDSM_ | Pearson Correlation | ,039                        | -,083            | -,207                         | ,112               | ,160   | ,055                                 |
| Total            | Sig. (2-tailed)     | ,833                        | ,656             | ,271                          | ,555               | ,391   | ,768                                 |
|                  | N                   | 31                          | 31               | 30                            | 30                 | 31   | 31                                   |

\*  $p < .10$ .

**Tabel 2B***Non-parametrische Correlaties CAARS en Diamond-taken*

*H, B, en HB zijn de drie condities van de Hart en Bloem taak, S1 en S2 zijn de twee condities van de Abstracte Vormen taak; rt is reactietijd, acc is nauwkeurigheid en switch en nonswitch zijn de twee typen trials in de HB-conditie.*

|                   |                      | rt B - rt H<br>(correct rt) | acc H -<br>acc B | rt S2 - rt<br>S1 (correct<br>rt) | acc S1 -<br>acc S2 | HB: rt<br>switch - rt<br>nonswitch<br>(correct rt) | HB: acc<br>nonswitch<br>- acc<br>switch |
|-------------------|----------------------|-----------------------------|------------------|----------------------------------|--------------------|--|---|
| CAARS_TScoreADHD_ | Spearman Correlation | ,019                        | -,014            | -,121                            | ,052               | ,319*  | ,013                                    |
| Index             | Sig. (2-tailed)      | ,921                        | ,941             | ,524                             | ,784               | ,080   | ,944                                    |
|                   | N                    | 31                          | 31               | 30                               | 30                 | 31   | 31                                      |
| CAARS_TScoreDSM_I | Spearman Correlation | ,013                        | -,075            | -,239                            | -,078              | ,286   | ,016                                    |
| nat               | Sig. (2-tailed)      | ,943                        | ,688             | ,204                             | ,682               | ,119   | ,931                                    |
|                   | N                    | 31                          | 31               | 30                               | 30                 | 31   | 31                                      |
| CAARS_TScoreDSM_H | Spearman Correlation | -,118                       | ,008             | ,002                             | ,220               | ,077   | ,157                                    |
| yper              | Sig. (2-tailed)      | ,527                        | ,967             | ,992                             | ,242               | ,679   | ,398                                    |
|                   | N                    | 31                          | 31               | 30                               | 30                 | 31   | 31                                      |
|                   | Spearman Correlation | -,007                       | -,040            | -,158                            | ,037               | ,220   | ,116                                    |

|                                   |   |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|
| CAARS_TScoreDSM_T Sig. (2-tailed) |   | ,968 | ,832 | ,404 | ,847 | ,235 | ,533 |
| total                             | N | 31   | 31   | 30   | 30   | 31   | 31   |

\* p &lt; .10.

**Tabel 3A***Parametrische Correlaties EFI en Diamond-taken*

*H, B, en HB zijn de drie condities van de Hart en Bloem taak, S1 en S2 zijn de twee condities van de Abstracte Vormen taak; rt is reactietijd, acc is nauwkeurigheid en switch en nonswitch zijn de twee typen trials in de HB-conditie.*

|                 |                 | rt B - rt H<br>(correct<br>rt) | acc H -<br>acc B | rt S2 - rt<br>S1<br>(correct<br>rt) | acc S1 -<br>acc S2 | HB: rt<br>switch - rt<br>nonswitch<br>(correct rt) | HB: acc<br>nonswitch -<br>acc switch |
|-----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------------|--------------------|--|--------------------------------------|
| EFI_total_score | Pearson         | ,106                           | ,045             | ,151                                | ,048               | -,284  | -,129                                |
|                 | Correlation     |                                |                  |                                     |                    |  |                                      |
|                 | Sig. (2-tailed) | ,571                           | ,808             | ,426                                | ,802               | ,122   | ,489                                 |
|                 | N               | 31                             | 31               | 30                                  | 30                 | 31   | 31                                   |
| EM_total        | Pearson         | ,117                           | ,055             | -,029                               | -,106              | -,338*   | ,001                                 |
|                 | Correlation     |                                |                  |                                     |                    |  |                                      |
|                 | Sig. (2-tailed) | ,532                           | ,767             | ,878                                | ,577               | ,063   | ,997                                 |
|                 | N               | 31                             | 31               | 30                                  | 30                 | 31   | 31                                   |
| SP_total        | Pearson         | ,049                           | -,016            | ,308*                               | ,267               | -,241  | -,196                                |
|                 | Correlation     |                                |                  |                                     |                    |  |                                      |
|                 | Sig. (2-tailed) | ,792                           | ,933             | ,097                                | ,154               | ,192   | ,289                                 |
|                 | N               | 31                             | 31               | 30                                  | 30                 | 31   | 31                                   |
| ORG_total       | Pearson         | -,092                          | -,175            | ,023                                | -,039              | -,169  | -,015                                |
|                 | Correlation     |                                |                  |                                     |                    |  |                                      |
|                 | Sig. (2-tailed) | ,622                           | ,347             | ,903                                | ,837               | ,363   | ,935                                 |
|                 | N               | 31                             | 31               | 30                                  | 30                 | 31   | 31                                   |
| IC_total        | Pearson         | ,054                           | ,386**           | ,212                                | ,010               | -,192  | -,056                                |
|                 | Correlation     |                                |                  |                                     |                    |  |                                      |
|                 | Sig. (2-tailed) | ,773                           | ,032             | ,260                                | ,957               | ,301   | ,764                                 |
|                 | N               | 31                             | 31               | 30                                  | 30                 | 31   | 31                                   |
| MD_total        | Pearson         | ,280                           | -,117            | -,181                               | -,066              | ,165   | -,113                                |
|                 | Correlation     |                                |                  |                                     |                    |  |                                      |
|                 | Sig. (2-tailed) | ,127                           | ,529             | ,339                                | ,728               | ,374   | ,547                                 |
|                 | N               | 31                             | 31               | 30                                  | 30                 | 31   | 31                                   |

\*\* p &lt; .05. \* p &lt; .10.

**Tabel 3B***Non-parametrische Correlaties EFI en Diamond-taken*

*H, B, en HB zijn de drie condities van de Hart en Bloem taak, S1 en S2 zijn de twee condities van de Abstracte Vormen taak; rt is reactietijd, acc is nauwkeurigheid en switch en nonswitch zijn de twee typen trials in de HB-conditie.*

|                 |                 | rt B - rt H<br>(correct<br>rt) | acc H -<br>acc B | rt S2 - rt<br>S1<br>(correct<br>rt) | acc S1 -<br>acc S2 | HB: rt<br>switch - rt<br>nonswitch<br>(correct rt) | HB: acc<br>nonswitch -<br>acc switch |
|-----------------|-----------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------------|--------------------|--|--------------------------------------|
| EFI_total_score | Spearman        | ,232                           | ,110             | ,186                                | ,219               | -,270  | -,110                                |
|                 | Correlation     |                                |                  |                                     |                    |  |                                      |
|                 | Sig. (2-tailed) | ,209                           | ,555             | ,325                                | ,246               | ,141   | ,554                                 |
|                 | N               | 31                             | 31               | 30                                  | 30                 | 31   | 31                                   |
| EM_total        | Spearman        | ,163                           | ,048             | -,060                               | ,015               | -,352*   | ,000                                 |
|                 | Correlation     |                                |                  |                                     |                    |  |                                      |
|                 | Sig. (2-tailed) | ,382                           | ,799             | ,751                                | ,939               | ,052   | 1,000                                |
|                 | N               | 31                             | 31               | 30                                  | 30                 | 31   | 31                                   |
| SP_total        | Spearman        | ,252                           | ,019             | ,270                                | ,291               | -,295  | -,136                                |
|                 | Correlation     |                                |                  |                                     |                    |  |                                      |
|                 | Sig. (2-tailed) | ,172                           | ,917             | ,149                                | ,119               | ,108   | ,467                                 |
|                 | N               | 31                             | 31               | 30                                  | 30                 | 31   | 31                                   |
| ORG_total       | Spearman        | ,040                           | -,153            | -,044                               | ,009               | -,230  | -,067                                |
|                 | Correlation     |                                |                  |                                     |                    |  |                                      |
|                 | Sig. (2-tailed) | ,833                           | ,411             | ,817                                | ,962               | ,213   | ,718                                 |
|                 | N               | 31                             | 31               | 30                                  | 30                 | 31   | 31                                   |
| IC_total        | Spearman        | ,023                           | ,454**           | ,180                                | ,052               | -,178  | -,085                                |
|                 | Correlation     |                                |                  |                                     |                    |  |                                      |
|                 | Sig. (2-tailed) | ,901                           | ,010             | ,341                                | ,783               | ,338   | ,650                                 |
|                 | N               | 31                             | 31               | 30                                  | 30                 | 31   | 31                                   |
| MD_total        | Spearman        | ,228                           | -,134            | -,170                               | -,115              | ,126   | -,167                                |
|                 | Correlation     |                                |                  |                                     |                    |  |                                      |
|                 | Sig. (2-tailed) | ,218                           | ,472             | ,369                                | ,547               | ,500   | ,370                                 |
|                 | N               | 31                             | 31               | 30                                  | 30                 | 31   | 31                                   |

\*\*p &lt; .05. \*p &lt; .10.



## Appendix III

**Tabel 4**

*Shapiro-Wilk test voor alle variabelen CAARS, EFI, en Diamond-taken.*

*H, B, en HB zijn de drie condities van de Hart en Bloem taak, S1 en S2 zijn de twee condities van de Abstracte Vormen taak; rt is reactietijd, acc is nauwkeurigheid en switch en nonswitch zijn de twee typen trials in de HB-conditie.*

|   | Statistic | Shapiro-Wilk<br>df | Sig. |
|---|-----------|--------------------|------|
| EM_total                                  | ,927      | 30                 | ,041 |
| SP_total                                  | ,958      | 30                 | ,275 |
| ORG_total                                 | ,941      | 30                 | ,099 |
| IC_total                                  | ,974      | 30                 | ,651 |
| MD_total                                  | ,972      | 30                 | ,584 |
| EFI_total_score                           | ,956      | 30                 | ,247 |
| CAARS_TScoreDSM_Inat                      | ,886      | 30                 | ,004 |
| CAARS_TScoreDSM_Hyper                     | ,866      | 30                 | ,001 |
| CAARS_TScoreDSM_Total                     | ,897      | 30                 | ,007 |
| CAARS_TScoreADHD_Index                    | ,939      | 30                 | ,084 |
| rt B - rt H (correct rt)                  | ,902      | 30                 | ,010 |
| acc H - acc B                             | ,896      | 30                 | ,007 |
| rt S2 - rt S1 (correct rt)                | ,931      | 30                 | ,051 |
| acc S1 - acc S2                           | ,956      | 30                 | ,238 |
| HB: rt switch - rt nonswitch (correct rt) | ,966      | 30                 | ,432 |
| HB: acc nonswitch - acc switch            | ,991      | 30                 | ,996 |