

**Behavioral Inhibition en Behavioral Activation Systemen in Relatie tot Transcranial
Alternating Current Stimulation en Werkgeheugen**

Laura Huizinga

Studentnummer: s5319587

Afdeling Psychologie, Rijksuniversiteit Groningen

PSB3A-BT15: Bachelor These

Supervisor: dr. Miles Wischnewski

Tweede beoordelaar: dr. Mark Nieuwenstein

In samenwerking met: Femke van Dam, Marijn Priest, Julie Dimmendaal, Bas Dijkslag en
Sander Maalderink.

06 februari 2026

Een scriptie is een proeve van bekwaamheid voor studenten. De goedkeuring van de scriptie is het bewijs dat de student over voldoende onderzoeks- en rapportagevaardigheden beschikt om af te studeren, maar biedt geen garantie voor de kwaliteit van het onderzoek en de resultaten van het onderzoek als zodanig, en de scriptie is daarom niet per se geschikt als academische bron om naar te verwijzen. Als u meer wilt weten over het in deze scriptie besproken onderzoek en de daarop gebaseerde publicaties waarnaar u zou kunnen verwijzen, neem dan contact op met de genoemde begeleider.

Verklaring AI-gebruik

2. AI gebruikt voor achtergrond/zelfstudie

“Ik verklaar dat ik < [ChatGPT](#)> heb gebruikt om materiaal te genereren voor achtergrondonderzoek en zelfstudie bij het opstellen van deze opdracht.”

**Behavioral Inhibition and Behavioural Activation Systems in Relation to Transcranial
Alternating Current Stimulation and Working Memory**

Abstract

Working memory enables us to retain and process information that is no longer available to our senses. Important factors that may account for individual differences in working memory include the Behavioral Inhibition System (BIS) and the Behavioral Activation System (BAS).

Theta-oscillations in the prefrontal cortex play a role in working memory, and Transcranial Alternating Current Stimulation (tACS) can be used to modulate this. However, findings are inconsistent. Therefore, the present study addresses the question of whether differences in BIS/BAS-scores influence the relationship between tACS and working memory. This was investigated using a within-subject experimental design, where participants underwent both the sham and tACS conditions. No clear relationship between BIS or BAS scores and working memory performance was observed in the sham condition. During tACS, there was a trend suggesting that individuals with higher BIS scores may show lower working memory performance, while BAS scores showed no clear effect. These findings are exploratory and suggest that the effects of tACS may vary across individuals.

Keywords: BIS/BAS, Working memory, tACS

Samenvatting

Werkgeheugen stelt ons in staat om informatie die niet meer beschikbaar is voor onze zintuigen te behouden en te verwerken. Werkgeheugencapaciteit verschilt aanzienlijk tussen individuen. Motivationale systemen die de individuele verschillen in werkgeheugen kunnen weergeven zijn het Behavioral Inhibition System (BIS) en Behavioural Activation System (BAS). Ook theta-oscillaties in de prefrontale cortex spelen een rol bij het werkgeheugen. Hierbij kan transcranial Alternating Current Stimulation (TACS) gebruikt worden om dit te moduleren. Bevindingen hiervan zijn echter inconsistent. Daarom gaat het huidige onderzoek over de vraag of verschillen in BIS/BAS-scores de relatie tussen tACS en werkgeheugen beïnvloedt. Dit werd onderzocht met een within-subject experimenteel design, waarbij participanten zowel de sham- als tACS conditie doorliepen. In de sham-conditie werd geen duidelijk verband gevonden tussen BIS- of BAS-scores en werkgeheugenprestaties. Tijdens tACS werd een trend waargenomen waarbij individuen met hogere BIS-scores mogelijk lagere werkgeheugenprestaties hebben, terwijl BAS-scores geen duidelijk effect vertoonden. Deze bevindingen zijn exploratief en suggereren dat de effecten van tACS kunnen variëren tussen individuen

Trefwoorden: BIS/BAS, Werkgeheugen, tACS

Behavioral Inhibition en Activation Systemen in Relatie tot Transcranial Alternating Current Stimulation en Werkgeheugen

Werkgeheugen is een cognitief systeem dat gedurende ons hele leven een centrale rol speelt in ons functioneren (Logie et al., 2020). Werkgeheugen stelt ons in staat om informatie die niet meer beschikbaar is voor onze zintuigen te behouden en verwerken (Gulbinaite, 2014).

Voorbeelden hiervan zijn het uitvoeren van verbale richtingaanwijzingen of het onthouden van een telefoonnummer terwijl men het intoetst. Inzicht in factoren die werkgeheugen beïnvloeden is van groot belang, aangezien werkgeheugencapaciteit varieert tussen individuen (Gulbinaite, 2014; Sasin, 2017). Daarnaast wordt een verminderde werking van het werkgeheugen in verband gebracht met diverse psychiatrische en neurologische aandoeningen (Stegmayer et al., 2014; Dunning et al., 2016; Grot et al., 2017; Le et al., 2017).

Naast structurele verschillen in werkgeheugencapaciteit, spelen ook motivationele systemen een belangrijke rol in werkgeheugen. Een veelgebruikt model om dergelijke motivationele verschillen in kaart te brengen is het Behavioural Inhibition System/Behavioural Activation System-model (BIS/BAS)(Carver & White, 1994). Het BAS reflecteert benaderingsgedrag, gevoeligheid voor beloning en is gerelateerd aan positief affect. Het BIS reflecteert daarentegen vermijdingsgedrag, een gevoeligheid voor straf en wordt geassocieerd met negatief affect, zoals angst en stress. (Gray & Braver, 2002). BIS wordt daarnaast geassocieerd met verhoogde conflict monitoring, waarbij interne conflicten top-down controle activeren, wat mentale inspanning en werkgeheugencapaciteit vereist (Amodio et al., 2007). Dit effect wordt weerspiegeld in werkgeheugenprestaties: Hogere BAS-scores lijken samen te hangen met betere werkgeheugenprestaties, terwijl hogere BIS-scores juist geassocieerd worden met minder sterke werkgeheugenprestaties (Gray & Braver, 2002).

Gedrag dat verband houdt met vermijding en angstgerelateerde inhibitie wordt gekoppeld aan activiteit in de Dorsolaterale Prefrontale Cortex (DLPFC). Over het algemeen lijkt de DLPFC verantwoordelijk voor het onderdrukken van irrelevante prikkels en het reguleren van geheugenprocessen via top-down controle, mechanismen die essentieel zijn voor gedragsinhibitie (Miller & Cohen, 2001). Individuen met een hoge BIS-score vertonen dan ook vaak een verhoogde baseline activiteit in de DLPFC. Naast zijn rol in gedragsinhibitie speelt de DLPFC ook een rol in werkgeheugen. Zo toonde Manoach et al. (1997) met behulp van fMRI aan dat een hogere cognitieve belasting gepaard gaat met verhoogde activiteit in de DLPFC. In lijn hiermee rapporteerden Barbey et al. (2012) dat schade aan de DLPFC samenhangt met een verminderde prestatie op werkgeheugentaken.

Werkgeheugen wordt mede ondersteund door ritmische patronen van hersenactiviteit, ook wel oscillaties genoemd. Oscillaties zijn cyclische fluctuaties van elektrische hersenactiviteit die optreden binnen een specifieke frequentieband (Pavlov & Kotchoubey, 2022). Een frequentieband die consistent in verband wordt gebracht met werkgeheugen is de theta-band (4–8 Hz; Tóth et al., 2016). Met name frontale theta-activiteit neemt toe naarmate de werkgeheugenbelasting stijgt. (Jensen & Tesche, 2002). Theta-oscillaties vervullen daarbij een belangrijke rol het onderhouden van informatie in het werkgeheugen (Jensen & Tesche, 2002). Het vasthouden van informatie in het werkgeheugen gaat echter niet gepaard met constante neurale activiteit (Shafi et al., 2007; Sreenivasan et al., 2014). Volgens het activity-silent model van werkgeheugen wordt de informatie tijdelijk opgeslagen via kortdurende veranderingen in synaptische connectiviteit, waardoor representaties behouden blijven zonder aanhoudend vuren (Zucker et al., 2002). Wanneer taakvereisten hierom vragen kan de informatie snel worden

geactiveerd (Stokes, 2015). Hierbij ondersteunen theta-oscillaties vermoedelijk de timing en coördinatie van de neuronale netwerken (Miller et al., 2022).

Deze eigenschappen maken theta-oscillaties interessant voor Transcranial Alternating Current Stimulation (tACS). TACS is een non-invasieve hersenstimulatie methode die oscillaties kan moduleren en zo mogelijk werkgeheugen kan verbeteren (Nissim et al., 2023). Hierbij wordt een zwakke wisselstroom via de hoofdhuid toegediend. In de hersenen ontstaat hierdoor een zwak elektrisch veld dat het neuronale membraanpotentiaal ritmisch kan moduleren (Fröhlich & McCormick, 2010; Wischnewski et al., 2023). De timing van neuronale activiteit wordt beïnvloed zonder directe actiepotentialen op te wekken, waardoor de fase en amplitude van oscillaties worden aangepast. Dit proces staat bekend als entrainment (Anastassiou et al., 2011; Antal & Herrmann, 2016). Onderzoek naar de effecten van tACS op werkgeheugen laat wisselende resultaten zien. In het onderzoek van Yang et al. (2024) voerden deelnemers een taak uit waarbij werkgeheugen werd gemeten voor en na theta-tACS. Na tACS werd een duidelijke verbetering in werkgeheugenprestatie gevonden, terwijl er geen verbetering optrad na de sham-conditie. Andere onderzoeken vinden echter geen of slechts beperkte effecten (Chuderski & Chinta, 2024). Hierdoor blijft het onduidelijk in hoeverre tACS daadwerkelijk een betrouwbare methode is om werkgeheugen te verbeteren.

Hoewel in andere onderzoeken afzonderlijk is gekeken naar de relatie tussen tACS en werkgeheugen en naar werkgeheugen en individuele verschillen, is er weinig bekend over hoe individuele verschillen invloed uitoefenen op de effectiviteit van tACS op werkgeheugen. Daarom richt het huidige onderzoek zich op de vraag of BIS/BAS-scores de impact van tACS op werkgeheugen beïnvloeden. Om deze vraag te beantwoorden worden de volgende subvragen onderzocht. De eerste subvraag richt zich op welke van de BIS- en BAS-scores de sterkste relatie

heeft met werkgeheugenprestatie in de sham-conditie. De sham-conditie wordt meegenomen, omdat deze wordt beschouwd als een baseline conditie waarin geen actieve stimulatie plaatsvindt. Om deze reden werd verwacht dat eerder genoemde onderzoeken (Gray & Braver, 2002; Amodio et al., 2007) gerepliceerd worden. Hierbij worden hogere BIS-scores verondersteld samen te hangen met lagere werkgeheugenprestaties, terwijl hogere BAS-scores samenhangen met hogere prestaties. De tweede subvraag richt zich op welke van de BIS- en BAS- scores de sterkste relatie heeft met werkgeheugenprestatie in de tACS-conditie. De hypothese was dat individuen met hoge BIS-scores vaak lagere werkgeheugenprestaties laten zien (Gray & Braver, 2002), waardoor er mogelijk meer ruimte is voor verbetering. Daarom werd verwacht dat BIS-scores de sterkste relatie zouden laten zien ten opzichte van BAS. De derde subvraag onderzoekt of het effect van tACS op werkgeheugen verschilt afhankelijk van BIS/BAS-scores. Verwacht werd dat individuen met een hoge BIS-score meer voordelen ervaren van de effecten van tACS dan individuen met een hoge BAS-score.

Methode

Participanten

Er is data verzameld van 21 deelnemers, maar door technische problemen zijn de data van vijf deelnemers niet geanalyseerd. De steekproef werd samengesteld via convenience sampling binnen het sociale netwerk van de onderzoekers. Deelname aan het onderzoek was vrijwillig en anoniem. Voorafgaand aan deelname en na afloop van het onderzoek gaven de deelnemers geïnformeerde toestemming via een toestemmingsformulier. Er zijn geen demografische gegevens verzameld, zoals leeftijd of geslacht. Deelnemers werden uitgesloten indien zij metalen implantaten in het hoofd of een stimulator in het lichaam hadden, een voorgeschiedenis van epilepsie, huidziekten of huidirritatie rond de te stimuleren gebieden, psychiatrische stoornissen,

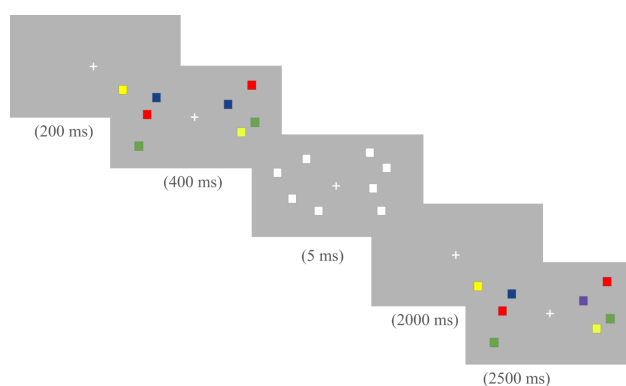
zwangerschap, of kleurenblindheid. Deze exclusiecriteria werden zowel mondeling toegelicht als schriftelijk vastgelegd in de informatie die deelnemers voorafgaand aan het onderzoek konden lezen. De studie werd goedgekeurd door de lokale ethische commissie van de faculteit voor gedrags- en maatschappijwetenschappen, binnen de Universiteit Groningen.

BIS/BAS-schaal

De BIS/BAS-schaal van Carver en White (1994) werd afgenomen om individuele verschillen in gevoeligheid voor straf en beloning in kaart te brengen. Deze vragenlijst bestaat uit 24 stellingen. Zeven items meten BIS-gevoeligheid en zijn gericht op emotionele reacties op mogelijke straf. Een voorbeeld van een BIS-item is: "I worry about making mistakes." Dertien items meten BAS-gevoeligheid en hebben betrekking op emotionele reacties op potentieel belonende ervaringen. Een voorbeeld van een BAS-item is: "I go out of my way to get things I want." BAS is onderverdeeld in drie subschalen: Drive, Fun Seeking, Reward Responsiveness. De overige vier items zijn opvulitems en vormen geen onderdeel van de uiteindelijke analyse. Deelnemers gaven per item aan in hoeverre de stelling op hen van toepassing was met behulp van een vierpuntsschaal. Deze Likert-schaal varieerde van 1 (strongly disagree) tot 4 (strongly agree). De vragenlijst is gepresenteerd via Qualtrics. Alle deelnemers beschikten over voldoende beheersing van de Engelse taal om de vragenlijsten te begrijpen en in te vullen. Eerdere studies tonen over het algemeen aan dat de BIS/BAS-schaal goede psychometrische eigenschappen heeft. Zowel de BIS- (Cronbach's $\alpha = .74$) als de BAS-schaal ($\alpha = .79$) tonen een acceptabele betrouwbaarheid (Dierickx et al., 2021). De constructvaliditeit is in eerdere studies bevestigd door significante correlaties met verwante constructen, zoals angst/neuroticisme voor BIS en positieve affectiviteit en extraversie voor BAS (Dierickx et al., 2021).

Werkgeheugentaak

Het werkgeheugen van de deelnemers werd gemeten met behulp van twee taken: de change detection task en de N-back. Tijdens de change detection task werd na een korte retentieperiode (200 ms) gedurende korte tijd een aantal gekleurde blokjes op het scherm gepresenteerd (400 ms). Vervolgens verscheen een zeer korte visuele afleidingsstimulus (5 ms) met andere kleuren. Daarna verscheen een retentie-interval (2000 ms) waarin een grijs scherm werd getoond. Tot slot werd de teststimulus gepresenteerd (2500 ms), waarbij deelnemers werd gevraagd te beoordelen of de kleuren van de blokjes gelijk waren gebleven of waren veranderd. Bij verandering in kleur werd de rode toets ingedrukt, terwijl bij onveranderde blokjes de lichtroze toets werd ingedrukt. De taak bestond uit drie moeilijkheidsniveaus: moderate met vier blokjes, high met zes blokjes en very high met acht blokjes. De taak is geprogrammeerd en gepresenteerd met behulp van Opensesame (versie 4.0). Zie afbeelding 1 voor een voorbeeld van de taak. Vervolgens werd een N-back afgenomen. De analyse van deze taak valt buiten de scope van het huidige onderzoek



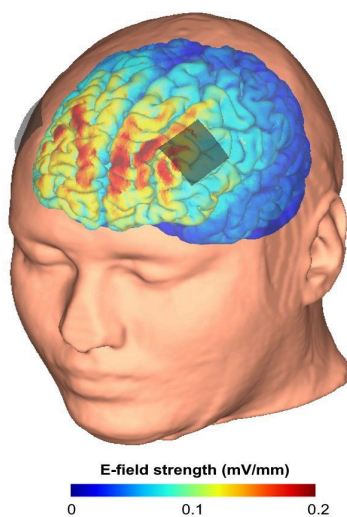
Afbeelding 1

Voorbeeld trial Change detection task

tACS

Voorafgaand aan het aanbrengen van de elektroden werd de hoofdhuid gereinigd met NuPrep gel, vervolgens met een vochtig watje en daarna drooggemaakt met een watje. Op de elektroden

werd Ten20 conductive paste aangebracht. De precieze plaatsing van de elektroden werd afgemeten met behulp van een meetlint. De elektroden (3x3 cm) werden geplaatst over F3 en F4, volgens het 10-20 EEG systeem. Zie afbeelding 2 voor de plaatsing van de elektroden. Deze locaties werden gekozen om de DLPFC te stimuleren. De tACS zelf werd toegediend, met een frequentie van 4 Hz en 1.5 mA, via de NeuroConn DC Plus-apparaat. De gekozen stimulatie frequentie van 4 Hz valt binnen het theta-bereik (Tóth et al., 2016). Daarnaast is de intensiteit van 1.5 mA gebruikt, omdat deze binnen de gangbare parameters van tACS onderzoek valt (Zhang et al., 2023). De stimulatie duurde 30 minuten en werd toegepast met een ramp-up en ramp-down van 30 seconden. In de placebo conditie werd dezelfde ramp-up en ramp-down van 30 seconden gebruikt, waarna geen verdere stimulatie werd toegediend.



Afbeelding 2
Positionering van de elektroden

Procedure

Deelnemers namen deel aan twee experimentele sessies, bestaande uit een sham-conditie en een tACS-conditie. De volgorde van de condities was gerandomiseerd. Bij elke sessie waren twee testleiders aanwezig. Om de variatie tussen sessies te minimaliseren, werd er gebruikgemaakt van een script (zie bijlage B). Deelnemers begonnen de eerste sessie met een

aantal vragenlijsten, namelijk; Morningness/Eveningness Questionnaire, Ruminative Responses Scale, State-Trait Anxiety Inventory en BIS/BAS schaal. Voor dit onderzoek zijn alleen de antwoorden op de BIS/BAS schaal meegenomen. De overige vragenlijsten zijn geanalyseerd in andere studies. Vervolgens werden de elektroden aangebracht volgens een gestandaardiseerde procedure. Daarna kregen de deelnemers de mogelijkheid om te oefenen met de taken.

De oefenfase begon met de change detection task, gevolgd door de N-back taak. Na afloop van de oefenfase werd een gewenningsstimulatie toegepast om deelnemers te laten wennen aan de fysieke sensatie van de stimulatie. Hierna begon de experimentele fase. De taken werden aangeboden in dezelfde volgorde als tijdens de oefenfase. De experimentele fase eindigde met een vragenlijst over de ervaren moeilijkheid, maar ook deze is niet meegenomen in het huidige onderzoek. Per deelnemer duurde de eerste sessie ongeveer 1,5 uur. De tweede sessie had een vergelijkbare opzet als de eerste sessie. Aan het begin van deze sessie vulden deelnemers uitsluitend de State-Trait Anxiety Inventory vragenlijst in. De opbouw van de oefenfase en experimentele fase was verder volledig gelijk. De duur van de tweede sessie bedroeg een uur.

Analyse

Om te onderzoeken welke van de BIS- en BAS-scores de sterkste relatie heeft met werkgeheugenprestatie, zijn afzonderlijke correlatie analyses uitgevoerd voor de sham-conditie en de tACS-conditie. Voorafgaand aan de analyses zijn de assumpties gecheckt. Hierbij werd één uitbijter gevonden op de BIS/BAS schaal. Gezien de kleine steekproefomvang en de potentiële invloed van één waarneming, is besloten om de correlatie analyse zowel met als zonder outlier uit te voeren. Daarnaast bleek de assumptie van normaliteit voor de BIS- en BAS-scores geschonden. Daarom is in beide condities de Spearman correlatie toegepast. De drie BAS-subschalen (Drive, Fun Seeking, Reward Responsiveness) zijn samengevoegd tot één

BAS-score (Kelley et al., 2019). Ook werd de werkgeheugenprestatie als gemiddelde over de drie moeilijkheidsniveaus (moderate met vier blokjes, high met zes blokjes en very high met acht blokjes) berekend.

Om na te gaan of het effect van tACS op werkgeheugen verschilt afhankelijk van BIS- of BAS-scores, zijn twee onafhankelijke regressie analyses uitgevoerd. Hierbij werd het verschil tussen tACS- en sham-conditie (Δ Werkgeheugen = tACS – sham) gebruikt als afhankelijke variabele en BIS- of BAS-scores als onafhankelijke variabelen. Bij deze analyse werden de assumpties van homoscedasticiteit en normaliteit geschonden.

Resultaten

Om te onderzoeken of BIS- of BAS-scores de sterkste relatie laat zien met werkgeheugen in de sham-conditie, zijn eerst de assumpties nagekeken. Zowel de BIS- als de BAS-schaal schond de normaliteitsassumptie. Hierdoor is voor alle correlatie analyses gebruikgemaakt van de Spearman correlatie. Daarnaast werd ook een uitbijter gevonden op de BIS/BAS schaal. Zie bijlage C voor visuele weergave van de assumpties. Gezien de kleine steekproef en invloed op correlatiecoëfficiënten, zijn de correlaties met en zonder deze deelnemer onderzocht. Verder zijn er aan alle assumpties voldaan. De correlatie tussen de BAS-schaal en werkgeheugenprestatie was niet significant, zowel met de uitbijter $\rho=.42, p=.108$, als zonder uitbijter $\rho=.40, p=.15$. De correlatie tussen de BIS-schaal en werkgeheugenprestatie was eveneens niet significant, zowel met uitbijter $\rho=-.25, p=.344$, als zonder uitbijter $\rho=-.20, p=.48$.

Voor dezelfde onderzoeksvraag in de tACS-conditie zijn de assumpties opnieuw gecontroleerd, waarna eveneens is besloten de correlatieanalyse inclusief en exclusief deze deelnemer uit te voeren. Zie weer bijlage C voor visuele weergave van de assumpties. De correlatie tussen de BAS-schaal en werkgeheugenprestatie was niet significant, zowel met

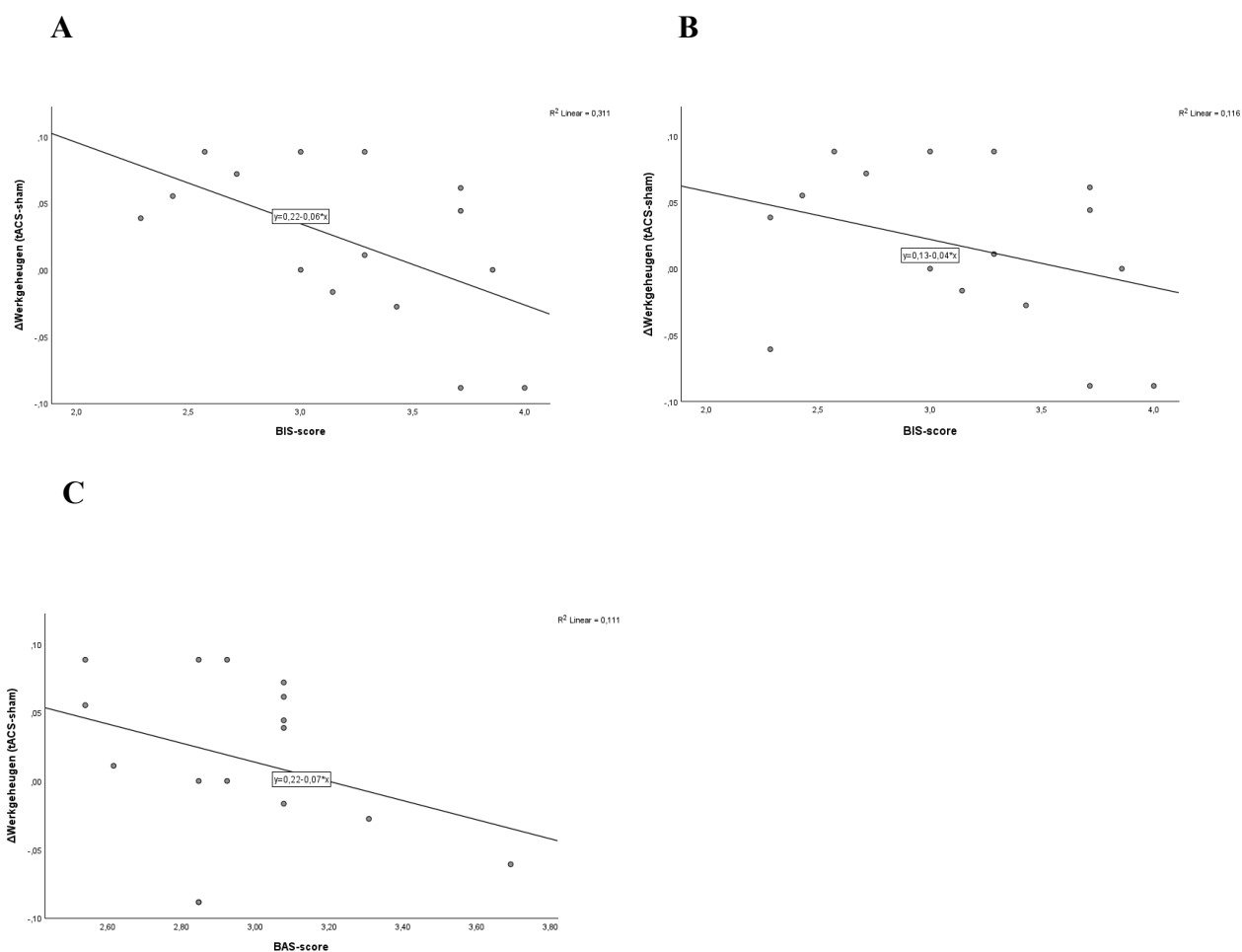
uitbijter $\rho=.07$, $p=.796$, als zonder uitbijter $\rho=-.20$, $p=.471$. De correlatie tussen de BIS-schaal en werkgeheugenprestatie was niet significant zonder uitbijter $\rho=-.36$, $p=.170$, maar werd significant na verwijdering van de uitbijter $\rho=-.53$, $p=.044$. Dit lijkt erop te wijzen dat een hogere score op de BIS-schaal samenhangt met een lagere accuratesse op de werkgeheugentaak tijdens tACS. Door de kleine steekproefomvang dienen de resultaten als exploratief te worden geïnterpreteerd.

Om te onderzoeken of BIS of BAS de verandering in werkgeheugen beïnvloedt, werden twee afzonderlijke lineaire regressies uitgevoerd met Δ Werkgeheugen (tACS – sham) als afhankelijke variabele. De onafhankelijke variabele bestond uit BIS of BAS-scores. De assumptie van homoscedasticiteit is geschonden, de overige assumpties zijn wel voldaan. Eén deelnemer vertoonde een extreme BIS- en BAS-score. Analyses lieten zien dat deze deelnemer invloed had op de regressiecoëfficiënt en verklaarde variantie van de BIS, Cook's D = .60. Voor transparantie zijn resultaten met en zonder deze deelnemer onderzocht. Het model met BIS zonder uitbijter was significant, $F(1, 13) = 5.86$, $p = .031$, en voorspelde 25,8% van de variantie in Δ Werkgeheugen, *adjusted R*²=.258. Dit suggereert dat hogere BIS-scores significant samenhangen met lagere werkgeheugen scores tijdens tACS-toediening in vergelijking met de sham-conditie. Dit komt niet overeen met de verwachte hypothese dat individuen met een hoge BIS-score meer voordelen ervaren van tACS. Zie figuur 3A voor een visuele weergave van het model. Het model met uitbijter was niet significant, $F(1, 14) = 1.84$, $p = .196$, en voorspelde 5.3% van de variantie in Δ Werkgeheugen, *adjusted R*²=.053. Zie afbeelding 3B. Voor BAS-schaal had deze deelnemer weinig effect op de regressie, LEV = 0.43, Cook's D = 0.19. Alle analyses voor BAS zijn daarom uitgevoerd inclusief deze deelnemer. Voor BAS was het model niet significant, $F(1, 14) = 1.75$, $p = .207$, en voorspeld 4.8% van de variantie in

Δ Werkgeheugen, *adjusted R*² = .048. Figuur 3C toont het effect van BAS op Δ Werkgeheugen. Daarnaast zijn de regressiecoëfficiënten voor alle modellen opgenomen in Bijlage D.

Figuur 3

Relatie tussen BIS/BAS en Δ Werkgeheugen (tACS – sham)



Opmerking. Paneel A toont de BIS-regressie zonder uitbijter. Paneel B toont de BIS-regressie met uitbijter. Paneel C toont de BAS regressie.

Discussie

Het huidige onderzoek richtte zich op de vraag of verschillen in BIS/BAS-scores de relatie tussen tACS en werkgeheugen beïnvloeden. Het doel was om te onderzoeken of BIS/BAS een

factor is die de wisselende effecten van tACS bij het moduleren van werkgeheugen kan verklaren.

Hoewel werd verwacht dat een hoge BIS-score samen zou hangen met een lagere werkgeheugenprestatie, terwijl hoge BAS-score samen zou hangen met een hogere werkgeheugenprestatie, werd er geen duidelijk verband gevonden in de sham-conditie. Desondanks lieten de correlaties wel een trend in de verwachte richting zien. Dit patroon sluit aan bij de bestaande theoretische kaders waarin verschillen in vermijdings- en benaderingsmotivatie de efficiëntie van cognitieve controle beïnvloeden (Prabhakaran et al., 2011). Motivatie beïnvloedt de prioritering van informatie via monitoringsprocessen, die bepalen waar cognitieve controle het meest functioneel is (Pessoa, 2009). In de literatuur wordt verondersteld dat deze interactie tot stand komt via top-down bijsturing van lagere-orde hersengebieden door de DLPFC (Gazzaley et al., 2007; Krawczyk et al., 2007). In lijn hiermee lieten Gray en Braver (2002) zien dat hogere BAS-scores samenhangen met betere werkgeheugenprestaties, terwijl hogere BIS-scores juist geassocieerd worden met minder sterke werkgeheugenprestaties.

In de tACS-conditie werd verwacht dat hoge BIS- en BAS-scores samenhangen met betere werkgeheugenprestaties. BIS-scores zouden hierbij een grotere mogelijkheid hebben tot verbetering. De resultaten waren echter inconsistent. Voor BIS-scores werd een negatief verband zichtbaar na verwijdering van de uitbijter, terwijl voor BAS-scores geen duidelijke effecten werden gevonden. De resultaten wijken af van de hypothese. Hoewel zowel BIS- als BAS-individen een dalende trend vertoonden in het verschil tussen tACS- en sham-condities, lijkt het effect sterker bij BIS-individen. Een mogelijke verklaring ligt in de modulatie van prefrontale theta-oscillaties. Individen met een hoge BIS-score vertonen van zichzelf al een

relatieve verhoogde activatie in de rechter DLPFC, betrokken bij gedragsinhibitie (Miller & Cohen, 2001; Shackman et al., 2009). Hoewel niet eenduidig aangegeven in de literatuur, kan de BAS geassocieerd zijn met relatieve activatie in de linker DLPFC (Grimshaw & Carmel, 2014). Theta-tACS kan een relatief grotere rechter-hemisferische stimulatie veroorzaken (Wischnewski & Compen, 2022). Dit zou mogelijk kunnen interacteren met bestaande hemisferische verschillen geassocieerd met BIS en BAS. Dit idee wordt verder ondersteund door bevindingen dat de effecten van tACS afhangen van individuele fysiologische kenmerken (Fathi et al., 2026). Bovendien kan tACS het subjectieve geheugen vertrouwen beïnvloeden (Wynn et al., 2024). Bij hoge BIS-individen kan dit leiden tot een grotere interne onrust of twijfel, waardoor zij mogelijk minder efficiënt gebruik kunnen maken van werkgeheugen. Vooral omdat individuen met een hoge BIS-score verhoogde interne monitoring vertonen (Amodio et al., 2007; Jaško et al., 2015).

Om te onderzoeken hoe tACS effecten op werkgeheugen variëren afhankelijk van BIS/BAS-scores, werd gekeken naar het verschil in werkgeheugenprestatie tussen de tACS- en sham-condities. De verwachting was dat tACS meer voordeel zou opleveren voor individuen met een hoge BIS-score dan individuen met een hoge BAS-score. De resultaten suggereerden echter het tegenovergestelde. Na verwijdering van de uitbijter werd gevonden dat hogere BIS-scores juist samenhangen met lagere werkgeheugenprestatie in de tACS-conditie in vergelijking met de sham-conditie. Voor BAS-score werd geen verband gevonden, maar wel een vergelijkbaar patroon.

In het huidige onderzoek werd een aanwijzing gevonden dat individuen met hoge BIS-scores in de tACS-conditie een afname in werkgeheugenprestatie vertonen. Dit suggereert dat deze groep mogelijk gevoeliger is voor de effecten van tACS. Theta-oscillaties binnen de

DLPFC worden namelijk gekoppeld aan conflict monitoring en top-down controle, wat mentale inspanning en werkgeheugencapaciteit vereist (Amodio et al., 2007; Xu et al., 2023). In lijn hiermee liet het EEG-onderzoek van Xu et al. (2023) zien dat deze theta-oscillaties zich met name in de rechter DLPFC bevinden. Binnen ditzelfde onderzoek leidde verstoring van de rechter DLPFC via cTBS, een stimulatieprotocol dat de excitabiliteit van een hersengebied tijdelijk verlaagt, tot minder frontale theta-oscillaties. Deze resultaten wijzen erop dat de DLPFC een top-down rol vervult in het moduleren van theta-oscillaties, een rol die waarschijnlijk afhankelijk is van motivatie-gedreven cognitieve controleprocessen.

Beperkingen

Dit onderzoek draagt, door de combinatie van tACS, werkgeheugen en BIS/BAS-systemen, bij aan een onderbelicht onderzoeksgebied. Tegelijkertijd kent het onderzoek enkele beperkingen. Allereerst was de steekproefomvang klein, wat de statistische power beperkt en de gevoeligheid voor invloed van individuele waarnemingen vergroot. Dit bleek uit het feit dat significante verbanden afhankelijk waren van het al dan niet includeren van een uitbijter. Bovendien ontbreken demografische gegevens, wat het niet mogelijk maakt om te controleren voor confounders. Tot slot is er gebruikgemaakt van vaste tACS-parameters, terwijl individuele neurofysiologische verschillen de respons op tACS kunnen beïnvloeden (Fathi et al., 2026). Hierdoor is het mogelijk dat de effecten van tACS in dit onderzoek niet voor alle deelnemers even sterk of in dezelfde richting tot uiting kwamen.

Aanbevelingen

Het onderzoek roept nieuwe vragen op over de invloed van BIS/BAS op de relatie tussen tACS en werkgeheugen. Op basis van beschikbare gegevens kunnen hier echter nog geen conclusies aan worden verbonden. In het licht van de in de discussie besproken mogelijke

rechter-DLPFC-bias van tACS (Wischnewski & Compen, 2022), zou toekomstig onderzoek de linker DLPFC kunnen stimuleren om te onderzoeken of dit andere effecten op werkgeheugen oplevert. Daarbij kan worden onderzocht of de effecten variëren afhankelijk van individuele verschillen in BIS/BAS-scores. Binnen het DLPFC spelen alpha-oscillaties ook een rol in zowel werkgeheugen als individuele verschillen in BIS/BAS. Bovendien zijn deze oscillaties mogelijk gelateraliseerd: Relatief meer linker frontale alpha-activiteit gaat samen met benaderingsgedrag, terwijl relatief meer rechter frontale alpha-activiteit samenhangt met vermijdingsgedrag (Allen et al., 2017). Ook kan het interessant zijn om de orbitofrontal cortex mee te nemen in toekomstig onderzoek. Theta-oscillaties in dit hersengebied worden geassocieerd met motivatie en beloningsgericht gedrag, wat relevant is voor BIS/BAS (Van Wingerden et al., 2010; Dymond et al., 2014). Daarnaast kan het stimuleren van dit gebied indirect werkgeheugenprestatie verbeteren (Wischnewski et al., 2024). Verder kan onderzoek breder worden ingericht door te kijken naar verschillende soorten werkgeheugentaken, zoals verbaal versus spatieel, die mogelijk verschillende netwerken aanspreken (Smith & Jonides, 1999).

Conclusie

Theta-oscillaties in de DLPFC lijken een belangrijke rol te spelen bij de regulatie van werkgeheugen, en deze rol kan verschillen afhankelijk van motivatie, zoals uitgedrukt in BIS/BAS. Motivatieverschillen kunnen beïnvloeden hoe efficiënt deze regulatie verloopt, wat suggereert dat individuele verschillen in motivatie het werkgeheugen beïnvloeden. Het verdient aanbeveling om de invloed van deze factoren verder te onderzoeken.

Referenties

Allen, J. J. B., Keune, P. M., Schönenberg, M., & Nusslock, R. (2017). Frontal EEG alpha asymmetry and emotion: From neural underpinnings and methodological considerations to psychopathology and social cognition. *Psychophysiology*, *55*(1).

<https://doi.org/10.1111/psyp.13028>

Alekseichuk, I., Turi, Z., Antal, A., & Paulus, W. (2016). ID 164 – TACS over the left dorsolateral prefrontal cortex improves hit rate, but not false alarm rate, in a spatial working memory task. *Clinical Neurophysiology*, *127*(3), e98–e99.

<https://doi.org/10.1016/j.clinph.2015.11.331>

Amodio, D. M., Master, S. L., Yee, C. M., & Taylor, S. E. (2007). Neurocognitive components of the behavioral inhibition and activation systems: Implications for theories of self-regulation. *Psychophysiology*, *45*(1), 11–19.

<https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2007.00609>

Anastassiou, C. A., Perin, R., Markram, H., & Koch, C. (2011). Ephaptic coupling of cortical neurons. *Nature Neuroscience*, *14*(2), 217–223. <https://doi.org/10.1038/nn.2727>

Antal, A., & Herrmann, C. S. (2016). Transcranial alternating current and random noise stimulation: Possible mechanisms. *Neural Plasticity*, *2016*, 3616807.

<https://doi.org/10.1155/2016/3616807>

Barbey, A. K., Koenigs, M., & Grafman, J. (2012). Dorsolateral prefrontal contributions to human working memory. *Cortex*, *48*(4), 403–417.

<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2011.07.004>

- Carver, C. S., & White, T. L. (1994). Behavioral inhibition, behavioral activation, and affective responses to impending reward and punishment: The BIS/BAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 67(2), 319–333. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.67.2.319>
- Chuderski, A., & Chinta, S. R. (2024). Transcranial alternating current stimulation barely enhances working memory in healthy adults: A meta-analysis. *Brain Research*, 1839, 149022. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2024.149022>
- Dierickx, S., Dierckx, E., Claes, L., & Rossi, G. (2021). Measuring behavioral inhibition and behavioral activation in older adults: Construct validity of the Dutch BIS/BAS scales. *Assessment*, 29(5), 1061–1074. <https://doi.org/10.1177/10731911211000123>
- Dunning, D. L., Westgate, B., & Adlam, A. L. R. (2016). A meta-analysis of working memory impairments in survivors of moderate-to-severe traumatic brain injury. *Neuropsychology*, 30(6), 811–819. <https://doi.org/10.1037/neu0000285>
- Dymond, S., Lawrence, N. S., Dunkley, B. T., Yuen, K. S., Hinton, E. C., Dixon, M. R., Cox, W. M., Hoon, A. E., Munnely, A., Muthukumaraswamy, S. D., & Singh, K. D. (2014). Almost winning: Induced MEG theta power in insula and orbitofrontal cortex increases during gambling near-misses and is associated with BOLD signal and gambling severity. *NeuroImage*, 91, 210–219. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.01.019>
- Fathi, Y., Dehghani, A., Gantz, D. M., Liberati, G., & Wager, T. D. (2026). Transcranial Alternating Current Stimulation for Pain: Mixed Evidence and the Path to Precision Neuromodulation. *Brain Sciences*, 16(2), 152. <https://doi.org/10.3390/brainsci16020152>
- Fröhlich, F., & McCormick, D. A. (2010). Endogenous electric fields may guide neocortical network activity. *Neuron*, 67(1), 129–143. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2010.06.005>

- Gazzaley, A., Rissman, J., Cooney, J., Rutman, A., Seibert, T., Clapp, W., & D'Esposito, M. (2007). Functional Interactions between Prefrontal and Visual Association Cortex Contribute to Top-Down Modulation of Visual Processing. *Cerebral Cortex*, *17*(suppl 1), i125–i135. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhm113>
- Gray, J. R., & Braver, T. S. (2002). Personality predicts working-memory—related activation in the caudal anterior cingulate cortex. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *2*(1), 64–75. <https://doi.org/10.3758/CABN.2.1.64>
- Grimshaw, G. M., & Carmel, D. (2014). An asymmetric inhibition model of hemispheric differences in emotional processing. *Frontiers in Psychology*, *5*, 489. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00489>
- Grot, S., Légaré, V. P., Lipp, O., Soulières, I., Dolcos, F., & Luck, D. (2017). Abnormal prefrontal and parietal activity linked to deficient active binding in working memory in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, *188*, 68–74. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2017.01.021>
- Gulbinaite, R. (2014). Variations in working memory capacity: From cognition to brain networks (Doctoral dissertation, University of Groningen). University of Groningen. <https://research.rug.nl/en/publications/2da01d80-9fa8-411c-8dcc-19e9cf6ec199>
- Hou, T. Y., Mao, X. F., & Zhang, R. K. (2025). Effect of theta-transcranial alternating current stimulation on working memory performance among healthy adults: A systematic review and meta-analysis. *World Journal of Psychiatry*, *15*(9), 107754. <https://doi.org/10.5498/wjp.v15.i9.107754>
- Jaśko, K., Czernatowicz-Kukuczka, A., Kossowska, M., & Czarna, A. Z. (2015). Individual differences in response to uncertainty and decision making: The role of behavioral

inhibition system and need for closure. *Motivation And Emotion*, 39(4), 541–552.

<https://doi.org/10.1007/s11031-015-9478-x>

Jensen, O., & Tesche, C. D. (2002). Frontal theta activity in humans increases with memory load in a working memory task. *European Journal of Neuroscience*, 15(8), 1395–1399.

<https://doi.org/10.1046/j.1460-9568.2002.01975.x>

Kelley, N. J., Kramer, A. M., Young, K. S., Echiverri-Cohen, A. M., Chat, I. K., Bookheimer, S. Y., Nusslock, R., Craske, M. G., & Zinbarg, R. E. (2019). Evidence for a general factor of behavioral activation system sensitivity. *Journal of Research in Personality*, 79, 30–39.

<https://doi.org/10.1016/j.jrp.2019.01.002>

Khatoun, A., Asamoah, B., & Laughlin, M. M. (2017). Simultaneously excitatory and inhibitory effects of transcranial alternating current stimulation revealed using selective pulse-train stimulation in the rat motor cortex. *Journal of Neuroscience*, 37(39), 9389–9402.

<https://doi.org/10.1523/jneurosci.1390-17.2017>

Krawczyk, D. C., Gazzaley, A., & D’Esposito, M. (2007). Reward modulation of prefrontal and visual association cortex during an incentive working memory task. *Brain Research*, 1141, 168–177.

Lieberman, M. D., & Rosenthal, R. (2001). Why introverts can’t always tell who likes them: Multitasking and nonverbal decoding. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(2), 294–310. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.80.2.294>

Logie, R. H., Camos, V., & Cowan, N. (2020). *Working memory: The state of science*. Oxford University Press. <https://dx.doi.org/10.1093/oso/9780198842286.001.0001>

Manoach, D. S., Schlaug, G., Siewert, B., Darby, D. G., Bly, B. M., Benfield, A., Edelman, R. R., & Warach, S. (1997). Prefrontal cortex fMRI signal changes are correlated with

- working memory load. *Neuroreport*, 8(2), 545–549.
<https://doi.org/10.1097/00001756-199701200-00033>
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 167–202. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>
- Miller, E. K., Lundqvist, M., & Bastos, A. M. (2022). Working memory 2.0. *Neuron*, 100 (2), 463–475. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2018.09.023>
- Nissim, N. R., McAfee, D. C., Edwards, S., Prato, A., Lin, J. X., Lu, Z., Coslett, H. B., & Hamilton, R. H. (2023). Efficacy of transcranial alternating current stimulation in the enhancement of working memory performance in healthy adults: A systematic meta-analysis. *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface*, 26(4), 728–737.
<https://doi.org/10.1016/j.neurom.2022.12.014>
- Pessoa, L. (2009). How do emotion and motivation direct executive control? *Trends in Cognitive Sciences*, 13(4), 160-166. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2009.01.006>
- Pavlov, Y. G., & Kotchoubey, B. (2022). Oscillatory brain activity and maintenance of verbal and visual working memory: A systematic review. *Psychophysiology*, 59(5), e13735.
<https://doi.org/10.1111/psyp.13735>
- Prabhakaran, R., Kraemer, D. J., & Thompson-Schill, S. L. (2011). Approach, avoidance, and inhibition: Personality traits predict cognitive control abilities. *Personality And Individual Differences*, 51(4), 439–444. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2011.04.009>
- Raghavachari, S., Lisman, J. E., Tully, M., Madsen, J. R., Bromfield, E. B., & Kahana, M. J. (2001). Theta oscillations in human cortex during a working-memory task: Evidence for local generators. *Journal of Neurophysiology*, 86(3), 1750–1762.
<https://doi.org/10.1152/jn.2001.86.3.1750>

- Robert S. Zucker, Wade G. Regehr. 2002. Short-Term Synaptic Plasticity. *Annual Review Physiology*. 64:355-405. <https://doi.org/10.1146/annurev.physiol.64.092501.114547>
- Sasin, M. (2017). Multiple states of working memory: Reciprocity between internal maintenance and visual attention (Doctoral dissertation, University of Groningen). University of Groningen.
<https://research.rug.nl/en/publications/51f8985a-7429-4335-9fec-28364b599fe5>
- Shackman, A. J., McMenamin, B. W., Maxwell, J. S., Greischar, L. L., & Davidson, R. J. (2009). Right dorsolateral prefrontal cortical activity and behavioral inhibition. *Psychological Science*, 20(12), 1500–1506. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2009.02476.x>
- Shafi, M., Zhou, Y., Quintana, J., Chow, C., Fuster, J., & Bodner, M. (2007). Variability in neuronal activity in primate cortex during working memory tasks. *Neuroscience*, 146(3), 1082–1108. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2006.12.072>
- Smith, E. E., & Jonides, J. (1999). Storage and executive processes in the frontal lobes. *Science*, 283(5408), 1657–1661. <https://doi.org/10.1126/science.283.5408.1657>
- Sreenivasan, K. K., Curtis, C. E., & D’Esposito, M. (2014). Revisiting the role of persistent neural activity during working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 18(2), 82–89. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.12.001>
- Stokes, M. G. (2015). ‘Activity-silent’ working memory in prefrontal cortex: A dynamic coding framework. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(7), 394–405. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.05.004>
- Stegmayer, K., Usher, J., Trost, S., Henseler, I., Tost, H., Rietschel, M., Falkai, P., & Gruber, O. (2014). Disturbed cortico–amygdalar functional connectivity as pathophysiological correlate of working memory deficits in bipolar affective disorder. *European Archives of*

Psychiatry and Clinical Neuroscience, 265(4), 303–311.

<https://doi.org/10.1007/s00406-014-0517-5>

Tóth, B., Kocsis, Z., Urbán, G., & Winkler, I. (2016). Theta oscillations accompanying concurrent auditory stream segregation. *International Journal Of Psychophysiology*, 106, 141–15. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2016.05.002>

Van Wingerden, M., Vinck, M., Lankelma, J., & Pennartz, C. M. A. (2010). Theta-Band Phase Locking of Orbitofrontal Neurons during Reward Expectancy. *Journal Of Neuroscience*, 30(20), 7078–7087. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.3860-09.2010>

Watson, E. (2014). *Electroencephalographic (EEG) and Personality Correlates of Anger, Hostility, and Aggression*. (Doctoral dissertation, East Carolina University). ProQuest Dissertations and Theses.

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.724.2762>

Wischnewski, M., Alekseichuk, I., & Opitz, A. (2023). Neurocognitive, physiological, and biophysical effects of transcranial alternating current stimulation. *Trends in Cognitive Sciences*, 27(2), 189–205. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2022.11.013>

Wischnewski, M., Berger, T. A., Opitz, A., & Alekseichuk, I. (2024). Causal functional maps of brain rhythms in working memory. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, 121(14), e2318528121. <https://doi.org/10.1073/pnas.2318528121>

Wischnewski, M., & Compen, B. (2022). Effects of theta transcranial alternating current stimulation (tACS) on exploration and exploitation during uncertain decision-making. *Behavioural Brain Research*, 426, 113840. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2022.113840>

- Wynn, S. C., Marshall, T. R., & Nyhus, E. (2024). Utilizing tACS to enhance memory confidence and EEG to predict individual differences in brain stimulation efficacy. *Imaging Neuroscience*, 3, 1257–1266. https://doi.org/10.1162/imag_a_00429
- Yang, D., Kang, M., Huang, G., Eggebrecht, A. T., & Hong, K. (2024). Repetitive transcranial alternating current stimulation to improve working memory: An EEG-fNIRS study. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 32, 1257–1266. <https://doi.org/10.1109/tnsre.2024.3377138>
- Zhang, R., Ren, J., & Zhang, C. (2023). Efficacy of transcranial alternating current stimulation for schizophrenia treatment: A systematic review. *Journal of Psychiatric Research*, 168, 52–63. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2023.10.021>

Bijlage A: Samenvatting AI-gebruik

Gebruikte AI-systeem: [ChatGPT](#)

Gebruikte definitieve prompt:

- “Wat zijn alternatieve zoektermen voor BIS/BAS-scale, working memory en transcranial alternating current stimulation?”

Toepassing: Onderzoeken die met deze zoektermen gevonden zijn, zijn gebruikt om in te lezen in het onderwerp. Daarbij zijn een paar verwerkt in de scriptie. Chatgpt is hierbij **alleen** gebruikt om zoektermen te genereren.

Aanpassing: Deze onderzoeken zijn vervolgens weer gebruikt om verdere bronnen te zoeken. Niet alle gebruikte bronnen zijn via AI zoektermen gevonden.

Gebruikte definitieve prompt:

- “Kan je in hele simpele termen uitleggen hoe theta-oscillaties en spiking binnen het activity-silent model van werkgeheugen werkt?”

Toepassing: Gebruikt om onderzoeken over theta-oscillaties binnen het activity-silent model beter te begrijpen

Aanpassing: AI-gegenereerde tekst is niet gebruikt in eigen onderzoek.

Bijlage B: Script

> informed consent + information (alleen in sessie 1)

Welkom, bedankt voor het meedoen aan ons onderzoek. Ten eerste heb ik hier wat informatie over het onderzoek, lees dit gerust even door. Daarnaast heb ik hier een informed consent form, lees deze ook rustig door, en zou je deze willen invullen wanneer je het er mee eens bent. Gedurende het onderzoek heb je altijd de mogelijkheid om jouw consent terug te nemen, en het onderzoek te stoppen.

> omdoen heart rate monitor

Dan heb ik hier een heart rate monitor. Zou je die voor mij bij jezelf om willen doen? Let er hierbij op dat 'polar' op de kop staat. Daarnaast is het handig om even een natte vinger over de sensor te laten gaan, zodat het signaal het beste bij ons overkomt. Zorg ervoor dat de band redelijk strak/steady zit, en plaats de band om je borst (beeld het uit).

> vragenlijsten (klaarzetten terwijl participant de hartmonitor omdoet, vul vast participant nummer en sessienummer in).

Dan gaan we door naar de vragenlijsten. Vul deze in naar alle eerlijkheid. Geef me maar een seintje als je klaar bent.

> aanbrengen elektroden

→ laat het even weten wanneer er iets verkeerd zit, of irriteert.

→ heb je last van de klipjes?

> oefenrondes voor beide tasks (zorg dat je OpenSesame helemaal afsluit tussen de taken in)

Dan gaan we nu beginnen met het oefenen van de taken. Daarna beginnen we pas met de daadwerkelijke stimulatie.

Allereerst gebruiken wij een change detection task. Er komt straks kort een aantal blokjes op het scherm, met verschillende kleuren. Dit wordt vervolgd door een grijs scherm en een hele korte verandering van compleet andere kleuren ter afleiding, waarna de blokjes terug komen. Het doel is om te registreren of deze dezelfde kleur zijn of niet. Zo niet, dan druk je op het rode hartje. Als alle blokjes gelijk blijven, druk je op het witte hartje. (let erop dat de file onder de goede naam wordt opgeslagen (pracCDT-00P_s1/2) en in het juiste mapje).

Helemaal goed, dan gaan we nu door naar de n-back task. In deze taak krijg je iedere 2 seconden een letter in beeld te zien. Het doel van deze taak is om aan te geven of de letter die je ziet gelijk is aan de letter die twee keer daarvoor is getoond. In de 3-back task om de derde letter ervoor. Wanneer de letter hetzelfde is, druk je op de spatiebalk, zo niet doe je niks. Je krijgt dan ook gelijk te zien of het goed of fout is aan de rode (fout) of groene (goed) letters. (let erop dat de file onder de goede naam wordt opgeslagen (pracNback-00P_s1/2) en in het juiste mapje).

> proef stimulatie (gewenning, setting D, impedantie moet <20 zijn)

We gaan je nu eerst laten wennen aan de stimulering. Dit zal op dezelfde intensiteit zijn als de daadwerkelijke stimulatie. Voor nu hoeft je nog geen taak te doen. Als gevolg van de stimulatie kan je wat huidirritatie ervaren rondom de elektroden. Dit is niet schadelijk. Ik ga wat druk uitoefenen op de elektroden om enige oncomfortabele sensaties te verminderen. Daarnaast kun je wat lichtflitsen ervaren, dit komt omdat de elektroden wat dichterbij de ogen zitten, dit is niks

om bang voor te zijn. Ook kun je het idee krijgen dat de regio rondom de elektroden warm wordt of kan gaan prikkelen, dit is een interpretatie van je brein van de sensatie, maar dit is niet echt. Geef het bij ons aan wanneer je wat voelt van de stimulatie, en wat je voelt, dan kunnen wij helpen.

> programmas openen

Ik ga nu de programma's openen die voor ons de data verzamelen.

Ik ga nu de stimulatie aanzetten, mocht je hiervan iets ervaren, laat het mij weten.

> change detection = participants → change detection → session → CDT-xxx_sx (zorg dat je OpenSesame helemaal afsluit tussen de taken in)

> n-back = participants → n-back → session → Nback-xxx_sx (zorg dat je OpenSesame helemaal afsluit tussen de taken in)

> afhalen elektroden

> vragenlijst task difficulty = qualtrics; shortcut op desktop

Tot slot hebben we nog een korte vragenlijst omtrent hoe je de taken ervaren hebt.

> haarwassen etc

Heel erg bedankt voor je deelname vandaag. Je mag de heart rate monitor nu weer af doen.

Daarnaast is er nog de mogelijkheid om verderop in de gang je haar te wassen of te douchen, mocht je hier behoefte aan hebben, dan kun je van ons wat shampoo mee krijgen.

> tweede informed consent (alleen tweede sessie)

Tot slot zouden we je willen vragen om nogmaals een informed consent form in te vullen, zodat wij jouw data kunnen gebruiken voor ons onderzoek.

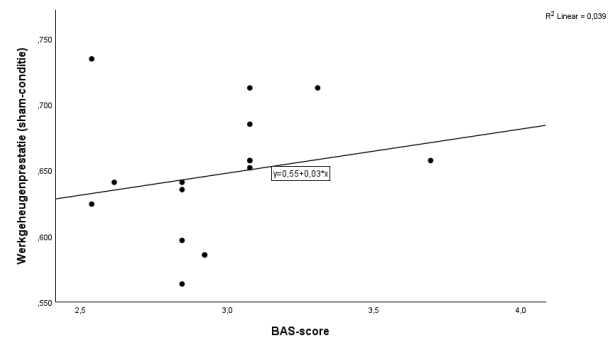
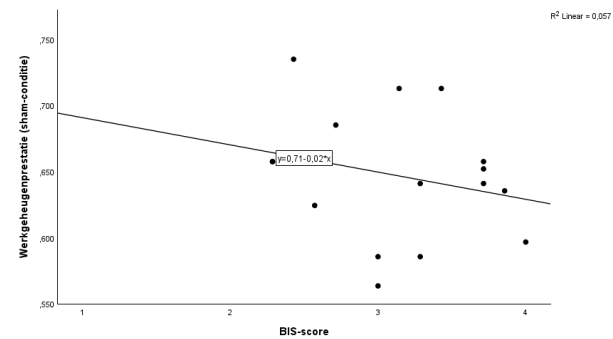
Bijlage C: Assumpties

Assumpties: Welke van de BIS- en BAS-scores heeft de sterkste relatie met werkgeheugenprestatie in de sham-conditie?

Lineariteit

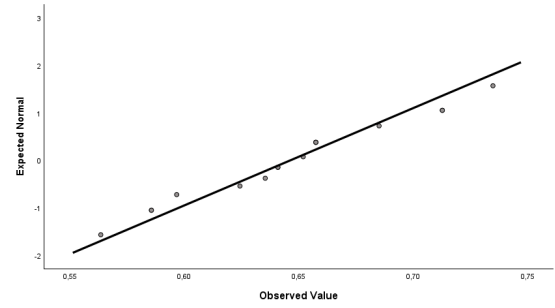
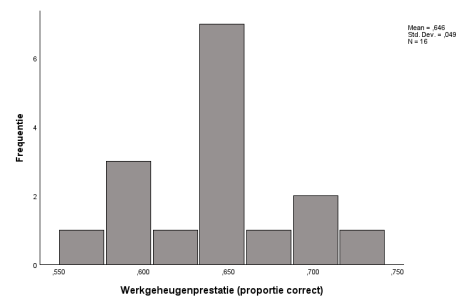
A. Scatterplot tussen BIS v.s. sham

B. Scatterplot tussen BAS v.s. sham

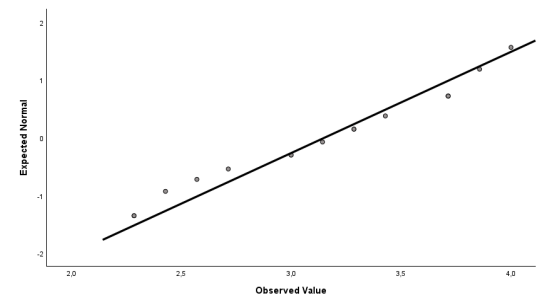
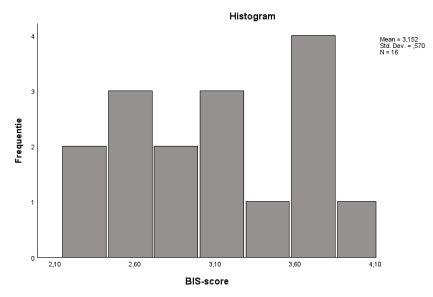


Normaliteit

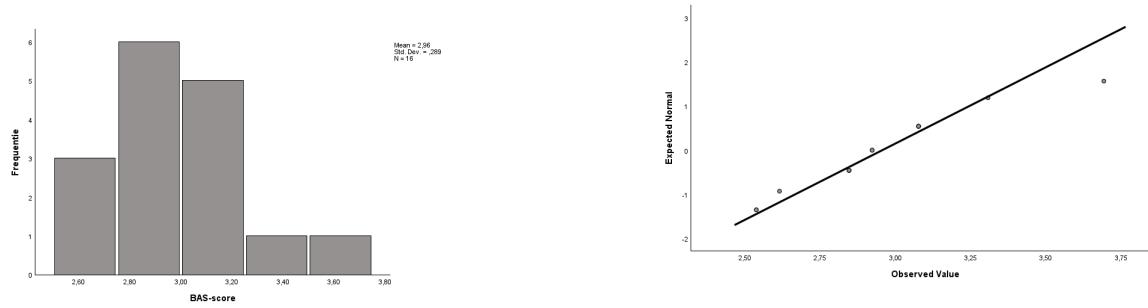
Werkgeheugenprestatie (sham-conditie)



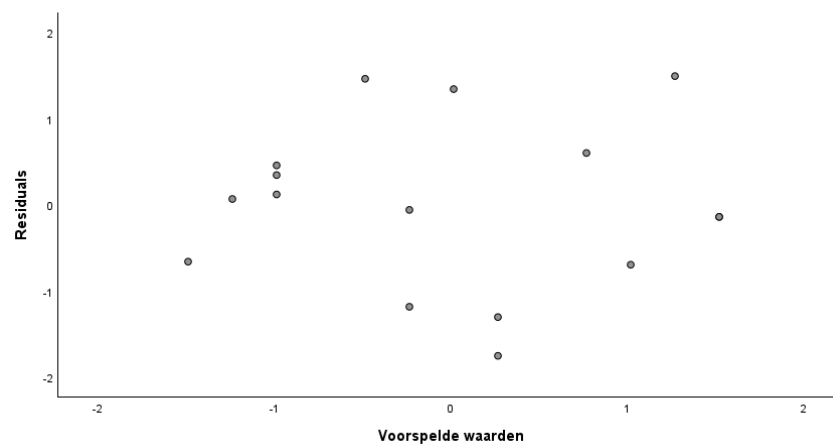
BIS-scores



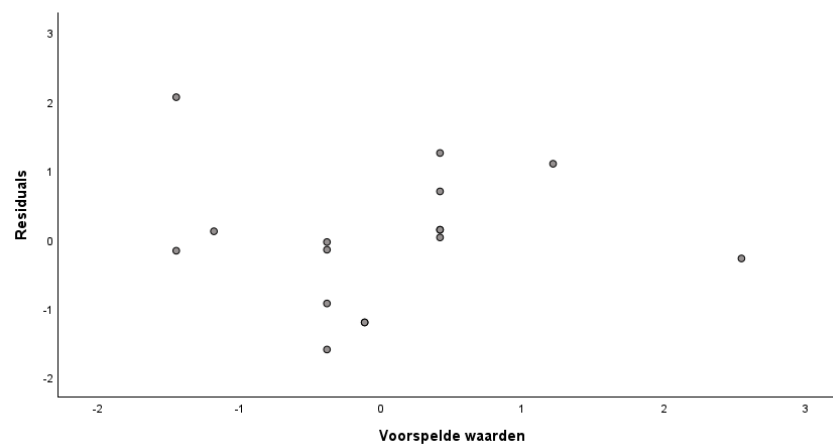
BAS-scores



Homoscedasticiteit: BIS v.s. Werkgeheugenprestatie (sham-conditie)



Homoscedasticiteit: BAS v.s. Werkgeheugenprestatie (sham-conditie)

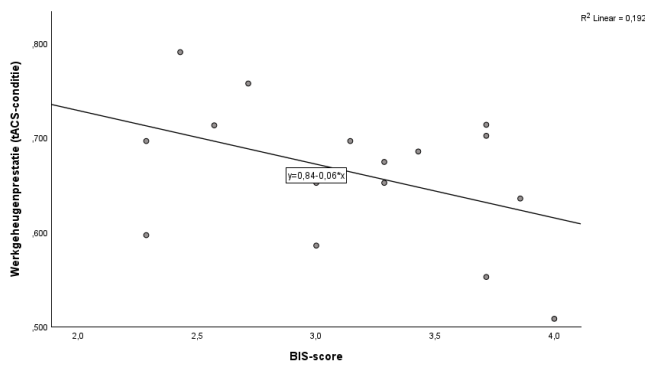


BAS v.s. Werkgeheugenprestatie (sham-conditie)

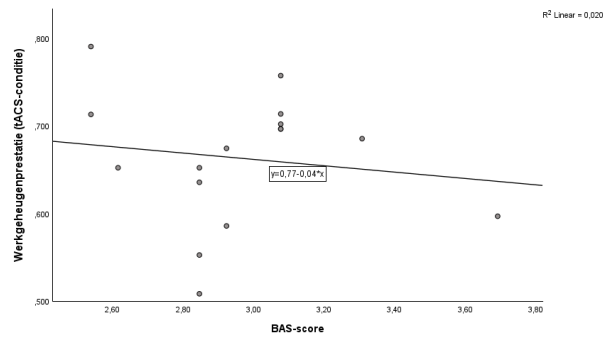
Assumpties: Welke van de BIS- en BAS-scores heeft de sterkste relatie met werkgeheugenprestatie in de tACS-conditie?

Lineariteit

A. Scatterplot BIS v.s. tACS

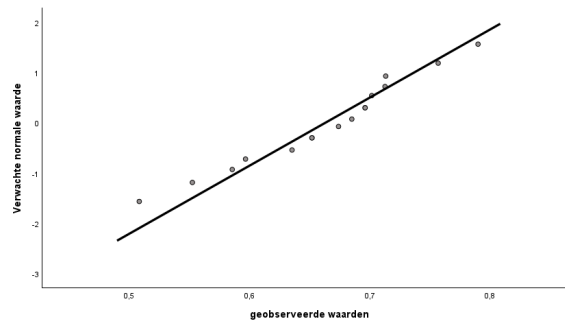
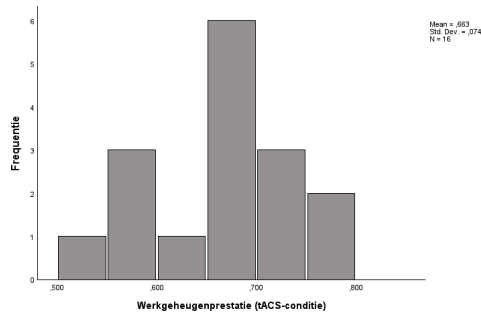


B. Scatterplot BAS v.s. tACS

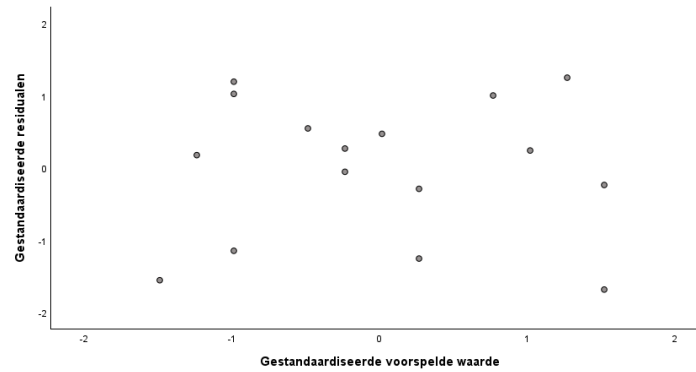


Normaliteit

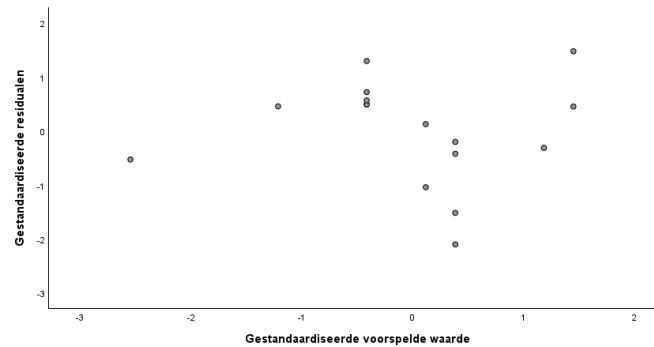
Werkgeheugenprestatie (tACS-conditie)



Homoscedasticiteit: BIS v.s Werkgeheugenprestatie (tACS-conditie)



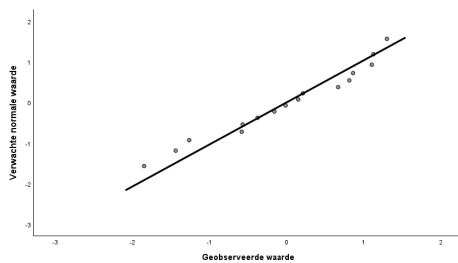
Homoscedasticiteit: BAS v.s Werkgeheugenprestatie (tACS-conditie)



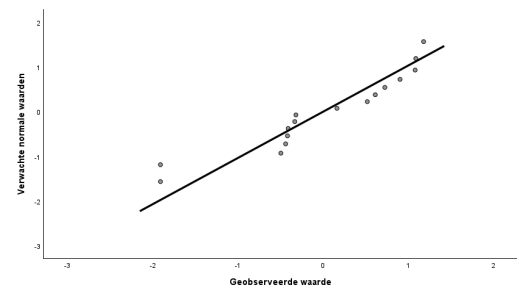
Assumpties: Verschilt het effect van tACS op werkgeheugen afhankelijk van BIS of BAS?

Normaliteit

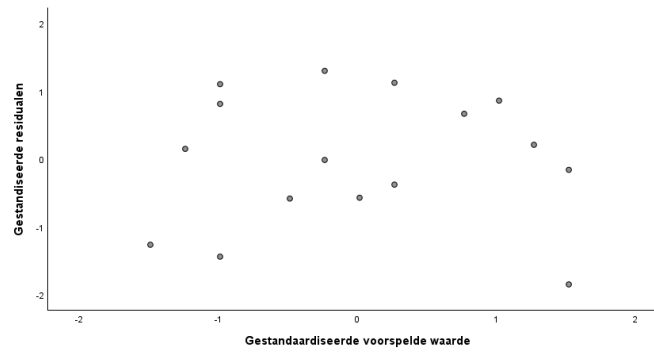
A. Q-Q plot BIS v.s. Δ Werkgeheugen



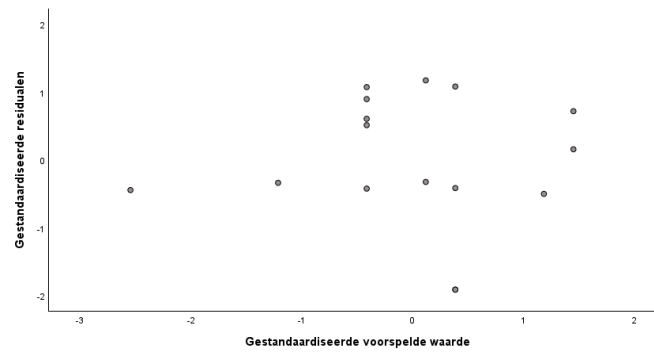
B. Q-Q plot BAS v.s. Δ Werkgeheugen



Homoscedasticiteit: BIS v.s. Δ Werkgeheugen



Homoscedasticiteit: BAS v.s. Δ Werkgeheugen



Bijlage D : Regressie coëfficiënten*Tabel 1**Regressie coëfficiënten*

	B	Beta	t	p
BIS zonder outlier	-0.061	-.557	-2.421	.031*
BIS met outlier	-.036	-.341	-1.357	.197
BAS	-.070	-.333	-1.323	.207