

## **Neurofeedback Training met behulp van leerbegeleiders**

Saar Weijerman

S4010329

Afdeling Psychologie, Rijksuniversiteit Groningen

PSB3A-BT15: Bachelor These

Supervisor: drs. Stefanie Enriquez Geppert

Tweede beoordelaar: prof. Mark Span

In samenwerking met: Thiresia Antoniadou, Simon Dijkstra, Willemijn Meiborg, Cameron

Taylor.

07 Juli 2024

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.

## **Neurofeedback Training with the assistance of Learning Companions**

Neurofeedback Training (NFT) with the assistance of learning companions aims to enhance executive functions (EFs), crucial for goal-directed behavior and cognitive control. Giving the rising numbers of mental disorders in the Netherlands, innovative treatment methods are essential. NFT, a non-invasive form of Brain-Computer Interface (BCI), provides real-time feedback to help individuals regulate their brain activity, improving mental skills and reducing clinical symptoms. This study focuses on the effectiveness of NF learning companions, avatars that guide and personalize training sessions, making them more engaging and effective. The study involved 519 participants aged 18 to 86 from different countries. The results showed significant relationships between age, openness to experience and agreeableness and preferences for the name and voice of the learning companion. The results showed that certain names and voices of learning companions were significantly related to age, openness to experiences and agreeableness. Names such as Tully and Juno, as well as the female voice and the young robot voice, showed specific significant relationships with these variables. The study concludes that tailoring the design of NF learning companions to the specific needs and preferences of different user groups can enhance the effectiveness and user experience of NF training. Future research should validate these findings in diverse populations and further develop personalized learning companions. This approach has the potential to significantly improve NFT outcomes and support individuals with various mental health conditions.

Keywords: Neurofeedback Training, Learning Companions, Brain-Computer Interface, Executive Functions, Personality Traits, Age, User Preferences

## Samenvatting

Neurofeedbacktraining (NFT) met behulp van leerbegeleiders is gericht op het verbeteren van executieve functies (EF's), cruciaal voor doelgericht gedrag en cognitieve controle. Gezien de stijgende cijfers van psychische stoornissen in Nederland zijn innovatieve behandelmethoden essentieel. NFT, een niet-invasieve vorm van Brain-Computer Interface (BCI), biedt real-time feedback om mensen te helpen hun hersenactiviteit te reguleren, waardoor mentale vaardigheden verbeteren en klinische symptomen verminderen. Dit onderzoek richt zich op de effectiviteit van NF-leerbegeleiders, avatars die trainingssessies begeleiden en personaliseren, waardoor ze boeiender en effectiever worden. Aan het onderzoek namen 519 deelnemers deel in de leeftijd van 18 tot 86 jaar uit verschillende landen. De resultaten lieten significante verbanden zien tussen leeftijd, openheid voor ervaringen en aangenaamheid en voorkeuren voor naam en stem van de begeleider. De resultaten tonen aan dat bepaalde namen en stemmen van leerbegeleiders significant gerelateerd zijn aan leeftijd, openheid voor ervaringen en aangenaamheid. Namen zoals Tully en Juno, evenals de vrouwenstem en de jonge robotstem, vertoonden specifieke significante relaties met deze variabelen. Het onderzoek concludeert dat het afstemmen van het ontwerp van NF-leerbegeleiders op de specifieke behoeften en voorkeuren van verschillende gebruikersgroepen de effectiviteit en gebruikerservaring van NFT kan verbeteren. Toekomstig onderzoek moet deze resultaten valideren in verschillende populaties en gepersonaliseerde leerbegeleiders verder ontwikkelen. Deze aanpak heeft de potentie om de resultaten van NFT aanzienlijk te verbeteren en mensen met verschillende psychische aandoeningen te ondersteunen.

Trefwoorden: Neurofeedbacktraining, Leerbegeleiding, Brain-Computer Interface, Executieve Functies, Persoonlijkheidskenmerken, Leeftijd, Voorkeuren van de gebruiker

## Neurofeedback Training met behulp van leerbegeleiders

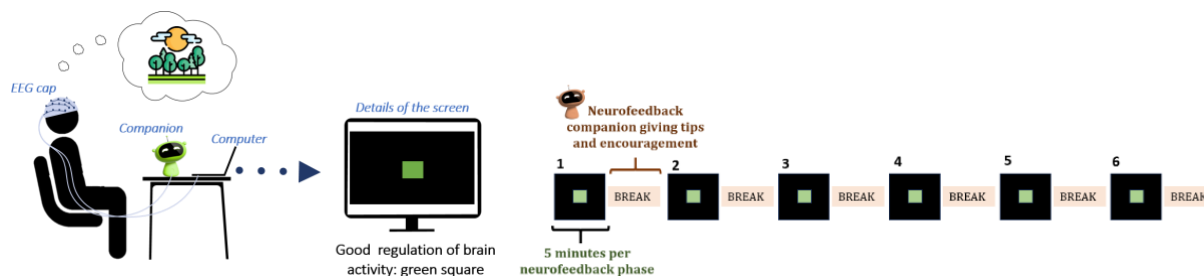
### *Neurofeedbacktraining*

In Nederland heeft 48% van de volwassenen ooit een psychische aandoening gehad volgens onderzoek van Have et al. (2023). Er is sprake van een groei waarbij meer mensen een psychische aandoening ontwikkelen, zoals stemmingsstoornissen, stoornissen met betrekking tot middelengebruik, of angststoornissen (Castagna, 2022). Deze toename vraagt om nieuwe en effectieve behandelingsmethoden om de geestelijke gezondheid te verbeteren.

In dit kader vertegenwoordigt neurofeedbacktraining (NFT) een innovatieve benadering voor behandelen van deze psychische aandoeningen (Viviani & Vallesi, 2021). Neurofeedback (NF) is een subtype van brain-computer interface (BCI), een computergestuurd systeem dat hersensignalen detecteert, interpreteert, en omzet in opdrachten voor een uitvoerapparaat zonder gebruik te maken van spieren (Shih et al., 2012). Het biedt mensen real-time feedback (Jeunet et al., 2016). NF is een niet-invasieve vorm van training die de afgelopen jaren steeds populairder is geworden, waarbij mensen in een bewuste staat hun hersenactiviteit proberen te reguleren (Smit et al., 2023). Door het toepassen van zelfregulatie strategieën kunnen mensen mentale vaardigheden verbeteren en klinische symptomen verminderen (Menefee et al., 2022).

### **Figuur 1**

#### *Neurofeedbacktraining*



*Noot.* Afbeelding neurofeedbacktraining uit de questionnaire. Bron: (TULIP Study, z.d.)

Shibata et al. (2011) hebben het vermogen van NF om hersenactiviteit te optimaliseren voor verbeterde taakprestaties gedemonstreerd, wat de effectiviteit ervan in het bevorderen van cognitieve en motorische vaardigheden onderstreept. De relevantie van NF betreft het behandelen van diverse aandoeningen zoals depressieve stoornissen, aandachtstekortstoornis met hyperactiviteit (ADHD), posttraumatische stressstoornis (PTSS), en motorische revalidatie na een beroerte. Door de potentie van NF als zowel een aanvullende als een alternatieve techniek voor conventionele oefenprogramma's, is er binnen het domein van motorisch leren veel interesse ontstaan voor deze aanpak (Onagawa et al., 2023).

### *Executieve functies in psychische stoornissen*

Executieve functies (EF's) spelen een cruciale rol in het dagelijks functioneren door doelgericht gedrag en gedachten te organiseren, te beheren en te controleren. Deze cognitieve vaardigheden zijn essentieel voor het beheren van lagere cognitieve processen, vooral in onbekende of complexe situaties (Duijkers et al., 2016). EF's omvatten het vermogen om aandacht te schenken en gefocust te blijven, te redeneren en problemen op te lossen, keuzes te maken, discipline en zelfbeheersing uit te oefenen om impulsief gedrag te vermijden, en zaken vanuit verschillende perspectieven te bekijken (Diamond, 2020).

Een gemeenschappelijk kenmerk van veel psychische stoornissen is een verstoring van de EF's, wat bijdraagt aan comorbide mentale problemen en disfunctioneren in het dagelijks leven. De neurale basis van EF's ligt in de frontal-midline (fm) theta oscillaties in de mid cingulate cortex, welke gemeten kunnen worden met een electroencefalogram (EEG; Enriquez-Geppert et al., 2014). Uit onderzoek blijkt dat slechte prestaties in taken die EF's vereisen, verband houden met een gebrek aan fm-theta upregulatie (Donkers et al., 2011), en dat effectieve fm-

theta upregulatie leidt tot betere prestaties (Sederberg et al., 2003). Hierdoor wordt fm-theta beschouwd als een universeel mechanisme voor EF's (Cavanagh et al., 2012).

Het verbeteren van EF's is van groot belang voor autonoom en doelgericht gedrag en heeft aanzienlijke positieve gevolgen voor het dagelijks functioneren en de gezondheid (Roy et al., 2022). Aangezien EF's vaak verstoord zijn bij psychiatrische stoornissen, zijn effectieve behandelstrategieën noodzakelijk (Smit et al., 2023). NFT toont een veelbelovend potentieel voor het aanpakken van deze uitdagingen. Onderzoek van Roy et al. (2022) heeft aangetoond dat NF significante verbeteringen in EF's kan realiseren bij individuen met ADHD, wat wijst op de brede toepasbaarheid van deze benadering. Daarnaast verbetert NF motorische en executieve functies en de nauwkeurigheid van het geheugen bij gezonde individuen (Onagawa et al., 2023).

### ***Neurofeedbacktraining met een leerbegeleider***

In de afgelopen jaren is er veel onderzoek gedaan naar NFT en zijn er verschillende manieren van behandeling aan te pas gekomen. In het huidige onderzoek van TULIP is een belangrijk aspect in het onderzoek naar NFT geïntegreerd, namelijk de effectiviteit van inzet van NF-leerbegeleiders. Deze digitale entiteiten, ontworpen om deelnemers gedurende hun trainingssessies te begeleiden, motiveren en ondersteunen, personaliseren de trainingservaring. Dit maakt de training niet alleen boeiender maar ook waardevoller (Pillette et al., 2020). Mental-Imagery based Brain-Computer Interface (MI-BCI) wordt bij deze vorm van therapie gebruikt en is gebaseerd op het gebruik van mentale beeldtaken door gebruikers om digitale technologieën te besturen (Jeunet et al., 2015). De hersenactiviteit wordt vaak gemeten met behulp van elektro-encefalografie (EEG). De personen besturen MI-BCI door zich specifieke

taken voor te stellen, zoals het roteren van objecten of het uitvoeren van mentale berekeningen (Pillette et al., 2020). De fysieke vertoning van de leerbegeleider, zoals onderzocht met PEANUT (*Personalized Emotional Agent for Neurotechnology User Training*), legt nadruk op zowel lichaam als gezichtsuitdrukkingen, faciliteert sociale interacties door menselijke kenmerken en een kinderlijke, cartoonachtige stijl die positieve emoties opwekt. Het is een

## **Figuur 2**

### *PEANUT*



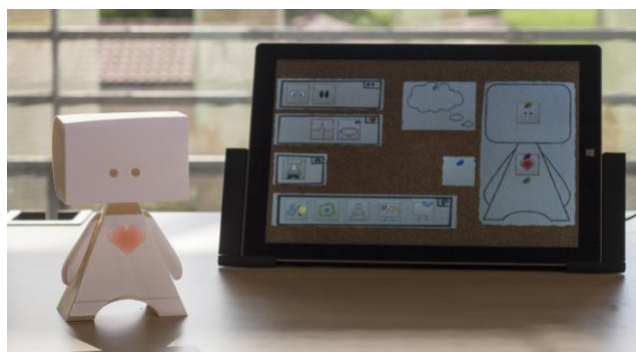
*Noot.* Afbeelding uit het onderzoek van PEANUT met betrekking tot BCI (Pillette et al., 2020). leerbegeleider die een scala aan emoties kan uitdrukken, waardoor de gebruikerservaring wordt verrijkt (Pillette et al., 2020). PEANUT, gericht op MI-BCI gebruikerstraining, verhoogt de bruikbaarheid en toegankelijkheid van MI-BCI-systemen tijdens trainingen. Het verbetert de prestaties van gebruikers door een avatar dat specifiek aandacht besteedt aan de visuele presentatie, de aard en frequentie van interventies, en de waardering van gebruikers (Pillette et al., 2020).

Een andere avatar die in de laatste jaren steeds actiever wordt gebruikt bij cognitief onderzoek is TOBE (*Tangible Out-Of-Body Experience*). TOBE vergemakkelijkt de zelfreflectie over iemands emotionele en fysieke toestand door gebruikers hun eigen zelf representaties te laten ontwerpen en visualiseren via de avatar. Het geeft gebruikers een *Out-of-Body Experience*



### Figuur 3

#### TOBE



*Noot.* Afbeelding uit het onderzoek van Gervais et al. (2016).

waarin *real-time* fysiologische signalen, zoals hartslag en hersenactiviteit, worden geëxternaliseerd naar de avatars. *Real-time* metingen worden direct zichtbaar op een scherm en zijn belangrijk voor sociale, medische en educatieve toepassingen bij NF (Gervais et al., 2016b).

Deze studies laten zien hoe fysieke schakels en leermiddelen zoals TOBE en PEANUT de toegankelijkheid, het begrip en de betrokkenheid bij NFT kunnen verbeteren. Door deze technologieën te combineren, worden nieuwe benaderingen mogelijk die de gebruikerservaring vergemakkelijken in therapeutische, educatieve en recreatieve contexten, terwijl ook de interactie met complexe fysiologische signalen eenvoudiger wordt.

#### ***Persoonlijkheidskenmerken***

Persoonlijkheid is in NFT een factor die in het lopende onderzoek van TULIP als variabele wordt meegenomen (*TULIP Study*, z.d.). Het ‘big five’ persoonlijkheidsmodel schetst persoonlijkheid in 5 eigenschappen, namelijk: openheid voor ervaring, neuroticisme, aanvaardbaarheid, consciëntieusheid en extraversie (J. Shi et al., 2018). In dit deelonderzoek wordt er gefocust op twee van deze persoonlijkheidseigenschappen; openheid voor ervaring en aanvaardbaarheid. Openheid voor ervaring is de neiging van een persoon om actief op zoek te

gaan naar en waarde te hechten aan ervaringen en de openheid om met nieuwe omstandigheden om te gaan. Deze eigenschap omvat een aantal samenhangende elementen, zoals een waardering voor esthetiek en een voorliefde voor nieuwe of ongebruikelijke ideeën. Personen die hoog scoren op openheid worden vaak gekarakteriseerd als avontuurlijk, creatief, en ze tonen vaak interesse in nieuwe informatie en creatieve ideeën (Shi et al., 2016).

De eigenschap aanvaardbaarheid neigt naar een persoon die betrouwbaar, warm en vriendelijk is. Aanvaardbaarheid is meer gericht op interpersoonlijke relaties (J. Shi et al., 2018). Een persoon die erg aanvaardbaar is, zal worden beschreven als warm en harmonieus en heeft geen moeite met interpersoonlijke relaties. Als (jong)volwassenen niet beschikken over het persoonlijkheidskenmerk aanvaardbaarheid dan hebben ze moeite met conflicten, vertonen ze meer antisociaal gedrag en hebben ze moeite met het aanpassen van situaties, zoals beschreven door Wang et al. (2017).

Op basis van de verkenning van de NFT en de introductie van NF-begeleiders, concentreert dit onderzoek zich op de volgende vraag: "Wat hebben de persoonlijkheidstrekken, openheid voor ervaringen en aangenaamheid, en leeftijd voor implicaties met betrekking tot de voorkeur voor de naam en stem van leerbegeleiders in neurofeedbacktraining?" Voor deze onderzoeksvraag zijn een aantal hypothesen opgesteld.

Hypothese 1, H<sub>0</sub>. Er is geen significante relatie tussen de persoonlijkheidstrek openheid voor ervaringen en de voorkeur voor een van de namen van de leerbegeleider.

Hypothese 1, H<sub>1</sub>. Er is een significante relatie tussen de persoonlijkheidstrek openheid voor ervaringen en de voorkeur voor een of meerdere namen van de leerbegeleider.

Hypothese 2,  $H_0$ . Er is geen significante relatie tussen de persoonlijkheidstrek aangenaamheid en de voorkeur voor een van de namen van de leerbegeleider.

Hypothese 2,  $H_1$ . Er is een significante relatie tussen de persoonlijkheidstrek aangenaamheid en de voorkeur voor een of meerdere namen van de leerbegeleider.

Hypothese 3,  $H_0$ . Er is geen significante relatie tussen de persoonlijkheidstrek openheid voor ervaringen en de voorkeur voor een van de stemmen van de leerbegeleider.

Hypothese 3,  $H_1$ . Er is een significante relatie tussen de persoonlijkheidstrek openheid voor ervaringen en de voorkeur voor een of meerdere stemmen van de leerbegeleider.

Hypothese 4,  $H_0$ . Er is geen significante relatie tussen de persoonlijkheidstrek aangenaamheid en de voorkeur voor een van de stemmen van de leerbegeleider.

Hypothese 4,  $H_1$ . Er is een significante relatie tussen de persoonlijkheidstrek aangenaamheid en de voorkeur voor een van de stemmen van de leerbegeleider.

Hypothese 5,  $H_0$ . Er is geen significante relatie tussen leeftijd en de voorkeur voor een of meerdere namen van de leerbegeleider.

Hypothese 5,  $H_1$ . Er is een significante relatie tussen leeftijd en de voorkeur voor een of meerdere namen van de leerbegeleider.

Hypothese 6,  $H_0$ . Er is geen significante relatie tussen leeftijd en de voorkeur van een van de stemmen van de leerbegeleider.

Hypothese 6,  $H_1$ . Er is een significante relatie tussen leeftijd en de voorkeur van een van de stemmen van de leerbegeleider.

Deze hypothesen worden getest met als doel te onderzoeken of er een relatie is met de naam en stem van de leerbegeleider en de leeftijd en persoonlijkheid van de individuen.

## Methode

### Werving en inclusiecriteria

Dit is een nog lopende studie met voortdurende werving van deelnemers, die begonnen is op 11 januari 2024. Het onderzoek is ethisch goedgekeurd door het Institutional Review Board, gedocumenteerd onder het ethische referentienummer PSY-2324-S-0092. De deelnemers werden geworven via een gemakssteekproef. Er werden verschillende wervingsstrategieën gebruikt. Er werden flyers opgehangen in verschillende fysieke ruimtes naast digitale ruimtes zoals groepschats, persoonlijke sociale media en relevante sociale mediagroepen. Daarnaast werden er selectief links voor deelname aan de vragenlijst per e-mail verstuurd naar instellingen en medische professionals met een relevante achtergrond voor de NFT.

### Deelnemers

In totaal namen 519 deelnemers deel aan deze *feasibility* studie met leeftijden variërend van 18 tot 86 jaar ( $M=25,59$ ,  $SD=12,67$ ,  $Mdn=22$ ). Hieronder bevonden zich 394 vrouwen ( $M=25,06$ ,  $SD=12,42$ ,  $Mdn=20$ ), 113 mannen ( $M=27,63$ ,  $SD=13,89$ ,  $Mdn=22$ ) en 12 deelnemers die een andere genderidentiteit hadden of hun geslacht niet wilden bekendmaken ( $M=24$ ,  $SD=5,78$ ,  $Mdn=22,5$ ). De leeftijd van 18 jaar en ouder werd gebruikt als inclusie criterium. De meeste deelnemers hadden de Nederlandse (46%), Duitse (17%) of Franse (13%) nationaliteit, hoewel er 48 verschillende nationaliteiten vertegenwoordigd waren (zie Tabel A1). Bovendien woonden de meeste deelnemers in Nederland (72%).

Wat betreft werkstatus, meer gedetailleerd weergegeven in figuur A1, waren de meeste deelnemers studenten en werkende studenten, goed voor respectievelijk 49,9% en 20,8% van de totale steekproef. Voltijdswerk was goed voor 12,9%, zelfstandig ondernemerschap voor 3,7%

en pensionering voor 1,5%. De werklozen vormden 1,5%. De middelbare school was het meest voorkomende niveau van voltooide opleiding: 65,5% van de deelnemers gaf aan deze te hebben afgerond. Bachelordiploma's waren goed voor 10,6%, masterdiploma's voor 8,7% en doctoraten voor 7,5%. Daarnaast hadden sommige deelnemers een beroepsstage (2,5%) of praktijkopleiding (1,7%) afgerond. Een kleiner deel van de steekproef (1,9%) gaf "Andere" aan voor hun opleidingsachtergrond, met antwoorden als associate degrees, universiteitsdiploma's, Diplom-Abschluss en dergelijke. Het demografische profiel moet in overweging worden genomen bij het onderzoeken van de enquête variabelen.

## **Procedure**

In het onderzoek werden gegevens verzameld door middel van een online vragenlijst, die de deelnemers konden openen via de verschaft link in een QR-code. De geschatte tijd om de enquête in te vullen was 15 tot 20 minuten. Dit onderzoek hield zich aan de principes van de Verklaring van Helsinki en werd goedgekeurd door de Ethische Commissie van de Faculteit Gedrags- en Maatschappijwetenschappen van de Rijksuniversiteit Groningen. Alle deelnemers hebben geïnformeerde toestemming gegeven voordat ze aan de online vragenlijst begonnen.

Deze toestemmingsverklaring bestond uit subsecties waarin de doelstellingen van het onderzoek, de procedures, de duur van de deelname, privacy- en vertrouwelijkheid maatregelen, vrijwillige deelname, mogelijke risico's en voordelen, verspreiding van de bevindingen en uiteindelijk de toestemming van de deelnemer werden beschreven. Deelnemers die ervoor kozen om niet mee te doen, werden bedankt voor hun tijd en kregen de optie om het onderzoek te verlaten. Degenen die wel toestemming gaven, kregen de instructie om een uniek

identificatienummer aan te maken voor hun deelname voordat ze verder gingen met het invullen van de vragenlijst.

Alle deelnemers doorliepen de vragenlijst in dezelfde volgorde. Ze begonnen met het demografische gedeelte. Na de items over de eigen ervaring met NF volgde een verklarend gedeelte met informatie over NF en de leerbegeleider inclusief beschrijvende teksten met illustratieve foto's en video's, gericht op het verschaffen van fundamentele kennis over het onderwerp. Hierna volgden validering onderdelen, bestaande uit een meerkeuze quiz over het uitgelegde materiaal, ontworpen om het begrip van de deelnemers van de onderwerpen te beoordelen. Daarna volgden items over hun basisbegrip, doelen en verwachtingen. De vragenlijst ging verder met het voorkeurs gedeelte, de aanvaardbaarheid factoren, de vragenlijst over cognitieve klachten en eindigde met de *Big Five Inventory*. Omdat bedrog geen onderdeel van dit onderzoek was, kregen de deelnemers geen debriefing. Na het invullen van de vragenlijst en eventuele begeleidende vragen werden de deelnemers bedankt voor hun tijd en werd het onderzoek afgesloten.

## **Materialen**

De vragenlijst was beschikbaar in het Nederlands, Frans, Duits, Spaans en Engels om tegemoet te komen aan de verschillende taalachtergronden van de deelnemers, aangezien de vragenlijst wereldwijd werd verspreid.

### ***Demografische vragenlijst***

Voor de bredere reikwijdte van de *feasibility* studies na deze enquête werden relevante demografische gegevens verzameld. Dit omvatte variabelen zoals leeftijd, geslacht, werkstatus,

hoogst voltooide opleidingsniveau, land van verblijf en nationaliteit. Deelnemers werden ook ondervraagd over hun professionele achtergrond, in het bijzonder of die medisch of gezondheidsgerelateerd was. Er werden vervolgvragen gesteld om hun bekendheid met NF te beoordelen, waaronder vragen over hun specifieke medische vakgebied, of ze NF in hun therapieën opnemen en of ze bereid waren om NF te overwegen. Daarnaast werd aan alle deelnemers gevraagd of ze psychiatrische of neurologische aandoeningen hadden en ze hadden de mogelijkheid om deze te specificeren. Er werd ook informatie verzameld over de ervaring van deelnemers met NF. Door middel van vragen werd ook geëvalueerd of de deelnemers de onderzoeksconcepten begrepen. Voor deelnemers die al NF hadden beoefend, werden doelen en verwachtingen met betrekking tot NF beoordeeld aan de hand van vragen als "In het algemeen denk ik dat neurofeedback een meer natuurlijke vorm van behandeling is dan medicijnen". Om mogelijk gevoelige vragen te beantwoorden, konden alle deelnemers kiezen voor de optie "liever niet openbaar maken".

### ***Vragenlijst die de voorkeuren voor het ontwerp van de Neurofeedback begeleider beoordeelt***

Er werd een voorkeurs vragenlijst gebruikt om informatie te verzamelen over de karakteristieke voorkeuren van deelnemers voor de NF-leerbegeleider. Alle vragen met betrekking tot deze voorkeuren werden geformuleerd in termen van het vertrouwen dat de deelnemers hadden in de eigenschappen van de begeleider. Betrouwbaarheid werd gedefinieerd als de bereidheid van de deelnemer om de feedback van de leerbegeleider te accepteren en de bereidheid om deze te gebruiken voor het verbeteren van de zelfregulatie van hersenactiviteit door middel van NF. Bij het beoordelen van vorm voorkeur deden deelnemers een rangschikking

met vier voorgestelde vormen. Kleurvoorkeur werd geëvalueerd aan de hand van twee meerkeuzevragen over kleurintensiteit en het aantal kleuren dat de voorkeur had.

Deelnemers beoordeelden de waargenomen betrouwbaarheid van elke naam op een continue analoge schaal van 0 tot 100, waarbij 0 "helemaal niet betrouwbaar" was en 100 "maximaal betrouwbaar". Op dezelfde manier werd de waargenomen betrouwbaarheid van de stemmen gemeten op een continue analoge schaal van 0 tot 100, waarbij 0 stond voor "helemaal niet passend" en 100 voor "maximaal passend".

***Opzet vragenlijst voor het beoordelen van de aanvaardbaarheid van de Neurofeedback leerbegeleider***

De vragen die zijn ontworpen om de aanvaardbaarheid factoren te beoordelen, zijn ontleend aan de BCI /Neurofeedback Acceptability Tool (Grevet et al., 2023). Aanvaardbaarheid bestaat uit drie belangrijke variabelen: Perceived Ease-of-use (PEOU), Perceived Usefulness (PU) en Behavioural Intention (BI), die elk werden geëvalueerd met behulp van drie items. Een voorbeelditem voor PEOU is bijvoorbeeld "Ik denk dat het oefenen van neurofeedback met een leerbegeleider gemakkelijk is". Een representatief voorbeeld van PU is "Ik denk dat de neurofeedback leerbegeleider de neurofeedbacktraining aangenamer zal maken". Op dezelfde manier is een voorbeeld van BI: "Als ik toegang zou hebben tot een neurofeedback leerbegeleider tijdens mijn neurofeedbacktraining, zou ik deze gebruiken".

Omdat ervaring of houding ten opzichte van nieuwe technologieën de mate van acceptatie kan beïnvloeden (Grevet et al., 2023), werden gevoelens ten opzichte van nieuwe technologieën ook gemeten met een vraag over het vertrouwen en plezier in dit onderwerp. Deze items waren onder andere "Over het algemeen voel ik me zeker bij het gebruik van nieuwe



technologieën" en "Ik vind het leuk om nieuwe technologieën te gebruiken". Alle vragen die de aanvaardbaarheid en gevoelens ten opzichte van technologie maten, gebruikten een continue analoge schaal van 0 tot 100, waarbij 0 staat voor "helemaal mee oneens" en 100 voor "helemaal mee eens".

Het BCI-acceptatiemodel van Grevet et al. (2023) werd gebruikt omdat het een goede interne consistentie vertoonde, met Cronbach's  $\alpha$  variërend van .83 tot .97 voor de PEOU-, PU- en BI-factoren. Daarnaast gaven fit indices, waaronder de comparative fit index, met een waarde van .913 en de Tucker-Lewis index, met een waarde van .897, een goede fit aan tussen het model en hun dataset, wat ondersteuning biedt voor de validiteit en bruikbaarheid ervan (Grevet et al., 2023).

### ***Vragenlijst ter beoordeling van cognitieve klachten***

Om cognitieve klachten te beoordelen, hebben we een 14-item vragenlijst (zie tabel A2) opgenomen die verschillende cognitieve domeinen beslaat, waarbij deelnemers werd gevraagd om aan te geven in welke mate zij problemen ervaren op deze gebieden. Op basis van de zes belangrijkste cognitieve domeinen van de American Psychiatric Association (APA; 2013) waren de items vooral gericht op complexe aandacht, executieve functie, leren en geheugen, taal, perceptuele motoriek en sociale cognitie. Een voorbeeldvraag is: "ik heb moeite met het onthouden van belangrijke informatie zoals data, namen of gebeurtenissen uit het verleden". De antwoorden werden verzameld met behulp van een 3-punts Likertschaal met "ja, sterk", "ja, enigszins" en "nee". Aanvullende vragen over vermoeidheid, zelfbewustzijn en emotionele regulering werden geïntegreerd om een uitgebreide evaluatie van het cognitief functioneren te

garanderen. Tot slot bood item 14, een open vraag, deelnemers de mogelijkheid om eventuele aanvullende cognitieve zorgen te melden die niet in de gestructureerde items aan bod kwamen.

### ***Big Five Inventory***

Persoonlijkheidsfactoren van deelnemers werden gemeten met behulp van de Big Five Inventory (BFI; John et al., 1991), een 44-item vragenlijst die gebruik maakt van 5-punts Likert schalen van "sterk mee oneens" tot "sterk mee eens". De Big Five persoonlijkheidskenmerken zijn openheid voor ervaringen (bijv. "Ik zie mezelf als iemand die nieuwsgierig is naar veel verschillende dingen"), consciëntieusheid (bijv. "Ik zie mezelf als iemand die plannen maakt en zich daaraan houdt"), extraversie (bijv. "Ik zie mezelf als iemand die uitgaand en sociaal is"), aangenaamheid (bijv. "Ik zie mezelf als iemand die over het algemeen vertrouwen heeft") en neuroticisme (bijv. "Ik zie mezelf als iemand die de voorkeur geeft aan routinematig werk"). De BFI werd geselecteerd voor het beoordelen van de Big Five persoonlijkheidstrekken vanwege de bewezen betrouwbaarheid, die blijkt uit consistent hoge Cronbach's  $\alpha$  van gemiddeld ongeveer  $\geq .8$  per schaal voor interne consistentie en in drie maanden test-hertest betrouwbaarheid in meerdere populaties (John & Srivastava, 1999; Rammstedt & John, 2017; Soto & John, 2009).

Daarnaast is de BFI-44 gevalideerd door middel van verschillende methoden, waaronder *Confirmatory Factor Analysis of the Multitrait Multimethod Matrix*, waaruit gestandaardiseerde validiteitscoëfficiënten van gemiddeld .92 voor de BFI-44 naar voren kwamen, wat duidt op een sterke convergente validiteit (John & Srivastava, 1999) . De BFI-44 laat een robuuste

discriminante validiteit zien, met een gemiddelde binnen domein discriminante correlatie van .20, wat aangeeft dat het in staat is om effectief onderscheid te maken tussen de Big Five persoonlijkheidstrekken (John & Srivastava, 1999; Rammstedt & John, 2017; Soto & John, 2009). Bovendien suggereert onderzoek dat de BFI begrijpelijker is voor deelnemers in vergelijking met alternatieve Big Five instrumenten zoals de NEO of TDA (Benet-Martínez & John, 1998; John & Srivastava, 1999). Bovendien is de BFI-44 vertaald en gevalideerd in meerdere talen, waaronder Nederlands (Denissen et al., 2008), Frans (Plaisant et al., 2010), Duits (lang et al., 2001) en Spaans (Benet-Martínez & John, 1998), waardoor de BFI-44 toepasbaar is op diverse talen populaties en gemakkelijker te integreren is in ons onderzoek met een diverse groep deelnemers. In dit deelonderzoek wordt er ingezoomd op specifiek de persoonlijkheidstrekken openheid voor ervaringen en aangenaamheid.

### *Statistische Analyse*

In eerste instantie is er een beschrijvende analyse van de data gemaakt om een overzicht te krijgen van de verzamelde data. Vervolgens is er gekeken of er is voldaan aan de assumpties die behoren bij een correlatieanalyse en de multiële lineaire regressieanalyse. De assumpties die behoren bij de correlatieanalyse zijn een normale verdeling van de data, lineariteit tussen de variabelen, onafhankelijkheid van de onderzoeksgroepen. Deze assumpties zijn in de analyse niet geschonden. De assumpties die van toepassing zijn bij de multiële regressieanalyse zijn onafhankelijke observaties, lineariteit, normaliteit van de residuen, homoscedasticiteit en multicollineariteit. Deze assumpties zijn gecontroleerd door middel van een spreidingsdiagram, Q-Q diagram, de Kolmogorov-Smirnov, Durbin-Watson test en de Shapiro-Wilk test. De assumpties zijn voor deze analyse getest en niet geschonden.

Om de relaties tussen de enerzijds afhankelijke variabelen, de voorkeur voor de variabelen naam en de stem van de leerbegeleider en anderzijds de onafhankelijke variabelen leeftijd en de persoonlijkheidstrekken (openheid voor ervaringen en aanvaardbaarheid) te onderzoeken, werd een correlatieanalyse uitgevoerd met behulp van SPSS. De Pearson-correlatiecoëfficiënt ( $r$ ) werd gebruikt om de sterkte en de richting van de lineaire relatie tussen de afhankelijke en onafhankelijke variabelen te bepalen. Het significantielevel ( $p$ ) werd gebruikt om de significantie van de correlatie te bepalen en een beeld te schetsen van de data. Op basis van de correlatieanalyse is er gekeken of er eventuele multicollineariteit aanwezig is en is het een voorwaarde voor een robuust regressiemodel.

Om de voorspelling van de voorkeur voor naam en stem van de leerbegeleider met leeftijd en persoonlijkheidstrekken te onderzoeken, werd een multipele lineaire regressieanalyse uitgevoerd met behulp van SPSS. De gestandaardiseerde beta ( $B$ ) en het significantielevel ( $p$ ) brengen de relatie tussen de variabelen in kaart. Dit model evalueert de bijdrage van de onafhankelijke variabele aan de voorspelling van de afhankelijke variabelen.

## Resultaten

### *Beschrijvende resultaten*

Voor de data-analyse zijn de beschrijvende resultaten in kaart gebracht om een overzicht te krijgen van de data. In het kader van het ontwerp van de leerbegeleider in relatie met leeftijd en de persoonlijkheidstrekken openheid voor ervaringen en aangenaamheid, zijn de gemiddelden en standaarddeviaties van de variabelen berekend (Tabel 1 en 2).

**Tabel 1**

*Gemiddelden en standaarddeviaties van de voorkeur voor namen*

Naam	m	sd
Tully	55.04	26.567
Sunni	56.45	26.786
Nova	60.20	27.365
Juno	62.46	25.272

**Tabel 2**

*Gemiddelden en standaarddeviaties van de voorkeur voor stemmen*

Stem	m	sd
Vrouwenstem	47.55	27.595
Mannenstem	34.63	27.794
Jonge robot	31.63	26.512
Oude robot	50.20	29.363

Uit de beschrijvende resultaten (Tabel 1 en 2) blijkt dat de meeste voorkeur uitgaat naar de naam Juno (m=62.46; sd=25.272) en de oude robotstem (m=50.20; sd=29.363). In Tabel 3 is

de correlatieanalyse die is uitgevoerd te zien om de samenhang tussen enerzijds de afhankelijke en onafhankelijke variabelen te berekenen en anderzijds de correlaties tussen de afhankelijke en onafhankelijke variabelen onderling te visualiseren. Er is geen sprake van multicollineariteit tussen de onafhankelijke variabelen onderling ( $r=.069$ ;  $r=.018$ ;  $r=.205$ ).

**Tabel 3***Pearson Correlatietabel (r)*

Variabele	Leeftijd	Aangenaamheid	Openheid	Tully	Sunni	Nova	Juno	Vrouwenstem	Mannenstem	Jonge robot	Oude robot
Leeftijd	r										
Aangenaamheid	r .069										
Openheid	r .018	.205**									
Tully	r -.101*	.002	.078								
Sunni	r -.072	.024	.045	.378*							
Nova	r .079	.070	-.001	.009	.065						
Juno	r -.028	.148**	.083	-.057	.084	.344*					
Vrouwenstem	r .130**	.044	-.089*	.100*	.058	.178*	.039				
Mannenstem	r -.081	.033	.077	.151*	.168*	.080	.070	-.177**			
Jonge robot	r -.153**	-.017	.098*	.198*	.227*	.006	.072	-.177**	.693**		
Oude robot	r .162**	.061	-.141*	.064	-.027	.157*	.057	.488**	-.250**	-.295**	

*Noot.* \* 0,05 significantie level, \*\* 0,01 significantie level

### *Naam van de leerbegeleider*

Het onderzoek naar de voorkeuren voor verschillende namen van leerbegeleiders, namelijk Tully, Sunni, Nova en Juno, toonde aan dat leeftijd een uiteenlopende invloed heeft op de keuzes van de deelnemers (Tabel 3). Tully is negatief gecorreleerd met leeftijd ( $r = -.101$ ,  $p < .05$ ) wat wil zeggen dat er een negatieve samenhang is tussen leeftijd en de naam Tully. Hoewel er geen significante samenhang is waargenomen tussen leeftijd en Sunni ( $r = -.072$ ,  $p = 0,099$ ) en tussen leeftijd en Juno ( $r = -.028$ ,  $p = .526$ ), vertoonde Nova een lichte, positieve correlatie met leeftijd ( $r = .079$ ,  $p = 0,072$ ).

Op het vlak van persoonlijkheid is aangetoond dat, terwijl ‘aangenaamheid’ een hoger en aanzienlijk verband vertoonde met Juno ( $r = .148$ ,  $p < .05$ ), mensen met hoge scores op het de persoonlijkheidstrekk openheid voor ervaring slechts een marginale niet significante voorkeur hadden voor de naam Juno ( $r = .083$ ,  $p = .060$ ). Voor de namen Tully, Sunni en Nova zijn er geen significant verbanden gevonden

Uit de resultaten van de multi-pele regressieanalyse blijkt dat de naam Tully een significante negatieve relatie heeft met leeftijd ( $B = -.102$ ;  $p < .05$ ). Er is daarnaast net geen significante positieve relatie ( $B = .082$ ;  $p = .067$ ) met openheid voor ervaringen gevonden. Zowel Sunni als Nova tonen geen significante resultaten voor leeftijd en de persoonlijkheidstrekk die gemeten zijn. Juno laat een positieve significante relatie ( $B = .140$ ;  $p < .05$ ) zien met de persoonlijkheidstrekk aangenaamheid.

### *Stem van de leerbegeleider*

Bij het onderzoeken van de leeftijd en voorkeuren van deelnemers voor verschillende stemmen van leerbegeleiders, specifiek een vrouwelijke stem, mannelijke stem, jonge robot en

een oude robot, werden significante resultaten getoond in de correlatieanalyse (Tabel 3). Er werd met name een sterke positieve correlatie waargenomen tussen leeftijd met de vrouwelijke stem ( $r = .130, p < .05$ ) en leeftijd met de oude robot ( $r = .162, p < .05$ ), wat duidt op een samenhang tussen deze variabelen. De mannelijke stem en de jonge robot hadden daarentegen een mindere samenhang met de leeftijd, zoals blijkt uit de licht negatieve niet significante correlaties met de mannenstem ( $r = -.081, p = .064$ ) en significante samenhang tussen leeftijd en de jonge robotstem ( $r = -.153, p < .05$ ).

Er was geen significante correlatie tussen 'aangenaamheid' en een van de stemvoorkeuren. Verder vertoonde de persoonlijkheidstrek openheid voor ervaring een significante negatieve correlatie met de vrouwelijke stem ( $r = -.089, p < .05$ ) en een significante positieve correlatie met de jonge robotstem ( $r = .098, p < .05$ ). De oude robotstem heeft een negatieve samenhang met de persoonlijkheidstrek openheid voor ervaring ( $r = -.141, p < .05$ ).

Uit de resultaten van de multi-pele regressieanalyse met de afhankelijke variabele stem zijn er verschillende significante resultaten uitgekomen. De vrouwenstem heeft een positieve significante relatie met leeftijd ( $B = .128; p < .05$ ) en een negatief significante invloed op openheid voor ervaringen ( $B = -.103; p < .05$ ). De mannenstem toonde daarentegen een net geen negatief significant resultaat met leeftijd ( $B = -.084; p = .056$ ). De jonge robotstem heeft negatief significant verband met leeftijd ( $B = -.153; p < .05$ ) en positieve significante relatie met openheid voor ervaringen ( $B = .106; p < .05$ ). Als laatste toonde de analyse dat de oude robotstem een positieve significante relatie heeft met leeftijd ( $B = .159; p < .05$ ), een negatief significante relatie met openheid voor ervaringen ( $B = -.161; p < .05$ ) en dat aangenaamheid een net geen positief significante verband heeft met aangenaamheid ( $B = .083; p = .060$ ).



## Discussie

Deze *feasibility* studie onderzoekt de mogelijke relatie tussen de persoonlijkheidstrekken, openheid voor ervaring en aangenaamheid, en leeftijd en hoe deze van invloed kunnen zijn op de naam- en stemvoorkeuren van de leerbegeleiders in NFT. De resultaten laten zien dat er een significante invloed is van persoonlijkheidstrekken en leeftijd op de voorkeuren voor de namen en stemmen van leerbegeleiders.

De resultaten van de factor persoonlijkheidstrekken laten zien dat er slechts een minimale niet significante voorkeur is voor de naam Juno bij mensen met een hoge score voor openheid voor ervaring, wat nulhypothese 1 ondersteunt en niet wordt verworpen. Aan de andere kant wordt ontdekt dat aangenaamheid een sterk verband heeft met de naam Juno, wat leidt tot de verwerping van de nulhypothese voor hypothese 2, die formuleert dat er geen significant verband is tussen aangenaamheid en voorkeur voor de naam van de leerbegeleiders. Op basis van regressieanalyse van de stemvoorkeur en openheid voor ervaring toont hypothese 3 aan dat openheid voor ervaring en stemvoorkeuren een significante relatie hebben, waarbij de vrouwelijke stem een negatief verband laat zien en de jonge robotstem een positieve associatie toont. Dit betekent dat de  $H_0$  wordt verworpen. Aangezien er geen significante relaties zijn ontdekt, wordt hypothese 4, die voorspelde dat er geen significante relatie bestaat tussen aangenaamheid en stemvoorkeuren, niet verworpen.

Leeftijd vertoont een negatief verband met de naam Tully en een kleine positieve relatie met Nova, wat leidde tot de verwerping van hypothese 5, die voorspelde dat er geen significant verband is tussen leeftijd en de naam voorkeur van de leerbegeleider. Als laatste is de hypothese 6 verworpen door de sterke relatie tussen leeftijd en stemvoorkeur. De vrouwelijke stem en de

oudere robotstem hebben een sterke positieve samenhang, terwijl de jonge robotstem een negatieve samenhang heeft.

Deze bevindingen laten zien dat leeftijd en persoonlijkheidstrekken zoals openheid voor ervaringen en aangenaamheid een significante invloed hebben op de voorkeuren voor de namen en stemmen van leerbegeleiders. Het specificeren van de naam en stem van leerbegeleiders op de behoeften van verschillende gebruikersgroepen kan de effectiviteit en gebruikerservaring van NFT verbeteren. Op basis van de onderzoeksvraag "Wat hebben persoonlijkheidstrekken zoals aangenaamheid en openheid voor ervaringen en leeftijd voor implicaties met betrekking tot de voorkeur voor de naam en stem van leerbegeleiders in NFT?" kan geconcludeerd worden dat leeftijd en persoonlijkheidstrekken, openheid voor ervaringen en aangenaamheid, een significante invloed hebben op de voorkeur voor verschillende namen en stemmen van de leerbegeleiders. Dit impliceert de noodzaak om NF-leerbegeleiders te personaliseren. Toekomstig onderzoek moet zich richten op het valideren van deze bevindingen in diverse populaties en het verder ontwikkelen van gepersonaliseerde leerbegeleiders om de effectiviteit van NFT te optimaliseren.

### **Limitaties**

Hoewel er enkele belangrijke conclusies uit het onderzoek komen, zijn er ook verschillende beperkingen die verder moeten worden onderzocht. Ten eerste zou het uitsluitend vertrouwen op zelf gerapporteerde beoordelingen van persoonlijkheidskenmerken en voorkeuren een vertekend beeld kunnen hebben, aangezien deelnemers antwoorden kunnen geven die eerder sociaal aanvaardbaar zijn dan uit eigen visie. Deze factor is nadrukkelijk gericht op persoonlijkheid waarbij het vaak voorkomt dat er sociaal wenselijke antwoorden worden

gegeven. Het cross-sectionele ontwerp van het onderzoek maakt het ingewikkelder om de relaties tussen de voorkeur voor leerbegeleiders te bepalen op basis van de onafhankelijke variabele leeftijd en persoonlijkheid.

Een andere belangrijke beperking heeft betrekking op de steekproef. De utiliteits steekproef, die grotendeels uit studenten bestond, is moeilijk te generaliseren naar de gehele populatie, wat leidt tot een lage externe validiteit. Bovendien moesten de deelnemers, vooral degenen die niet bekend waren met NF, zich voorstellen dat ze NF zouden ontvangen en hoe een begeleider deze ervaring zou kunnen veranderen. Dit vergde veel verbeelding en onwetendheid wat van invloed zou kunnen zijn op de manier waarop aanvaardbaarheid en bruikbaarheid werden geïnterpreteerd en beantwoord.

### **Implicaties voor toekomstig onderzoek**

In het licht van deze beperkingen zouden vervolgstudies gebruik kunnen maken van een strategie met gemengde methoden, inclusief kwalitatieve interviews om het begrip van de kwantitatieve resultaten te vergroten en meer context te geven aan de genoemde voorkeuren, die in dit onderzoek enkel uit een vragenlijst kwamen. Live interactie met de leerbegeleiders zal ervoor zorgen dat proefpersonen hun gevoel bij de naam en stem beter kunnen testen dan enkel op basis van een foto in een vragenlijst. Studies met een longitudinaal onderzoek, waar gebruik gemaakt wordt van verschillende meetmomenten, zouden veranderingen in de loop van de tijd kunnen volgen en informatie kunnen geven over hoe voorkeuren veranderen als gevolg van meer blootstelling aan NFT en leerbegeleiders waarbij ervaring ook een grotere rol gaat spelen. Zodra een persoon met meerdere soorten leerbegeleiders NFT omgaat, kan het na verloop van tijd een andere voorkeur krijgen naarmate er meer gewenning is met de behandeltechniek. Dit zal de

beperking met betrekking tot speculaties ook afnemen aangezien ervaring hier meer van toepassing is.

Het onderzoek van Pillette et al. (2022) benadrukt de noodzaak van een publieke voorlichting en sterk bewijs van de werkzaamheid om de acceptatie en bruikbaarheid van BCI's in therapeutische omgevingen te verbeteren. De publieke indruk is een belangrijk aspect waar BCI's mogelijk gimmick achtig of speelgoedachtig zijn. Het is van belang dat instanties dit perspectief van NF in overweging nemen, omdat dit een aanzienlijke impact kan hebben op de aanvaardbaarheid van NF-leerbegeleiders en de effectiviteit van de behandeling.

### **Toepassing in de echte wereld**

Het toepassen van herhaalde ontwerpfases waarbij deelnemers actief worden betrokken tijdens de ontwikkelingsfase, vormt een essentieel aspect. Dit bevordert niet alleen een betere afstemming van het uiteindelijke product op de verschillende behoeften van diverse bevolkingsgroepen, maar ook de transformatie van deze aanpassingen in bruikbare toepassingen. Het ontwikkelen van prototypes op basis van de persoonlijkheidskenmerken en leeftijd van gebruikers kan waardevolle inzichten geven met betrekking tot hun voorkeuren en gedragspatronen.

Daarnaast kan het integreren van op maat gemaakte leerbegeleiders in werkelijke klinische en leeromgevingen een significante bijdrage leveren aan de effectiviteit van NF. Leerbegeleiders die hun communicatiestrategieën afstemmen op de individuele profielen, kunnen de cognitieve betrokkenheid versterken, motivatie bevorderen en mogelijk de ontwikkeling van neurocognitieve vaardigheden versnellen.

## Vervolgstudies

Het testen van deze op maat gemaakte leerbegeleiders in een klinische omgeving zou de volgende stap moeten zijn om de interactie en het ontwerp te verbeteren. Dit sluit aan bij eerdere bevindingen van Pillette et al. (2020), die het belang van gepersonaliseerde begeleiding in NFT benadrukken. Om de generaliseerbaarheid te verbeteren en te garanderen dat de leerbegeleiders goed werken in verschillende leeftijdsgroepen en culturele achtergronden moet deze fase ook verschillende testen met een bredere demografische groep omvatten.

Een gerandomiseerd gecontroleerd onderzoek zou het uiteindelijke doel zijn om de bijdrage van leerbegeleiders aan de NF-resultaten te onderzoeken. Deze studies zouden de langetermijneffecten van dergelijke interventies op neurocognitieve functies in verschillende groepen onderzoeken, naast het valideren van de genomen ontwerpbeslissingen. Het onderzoek Shibata et al. (2011) beschreef de mogelijkheid van NF voor het optimaliseren van hersenactiviteit en taakprestaties wat de noodzaak voor langdurige evaluaties benadrukt.

Concluderend zal het toepassen van grondige, empirisch gevalideerde aangepaste procedures van belang zijn, ook al biedt het TULIP onderzoek richtlijnen voor het creëren en toepassen van leerbegeleiders op het gebied van NF. Toekomstige studies moeten zich concentreren op empirische validatie en de problemen in de praktijk aanpakken die gepaard gaan met het opnemen van NF-methoden in klinische en instructie procedures. Deze strategie zal een bredere acceptatie van technologie mogelijk maken en tegelijkertijd het therapeutische potentieel ervan optimaliseren, zoals ook aangegeven in het onderzoek van Onagawa et al. (2023) over de toepassingen van NFT in diverse therapeutische opstellingen.

## Referenties

- American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.). <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Benet-Martínez, V., & John, O. P. (1998). Los Cinco Grandes across cultures and ethnic groups: Multitrait-multimethod analyses of the Big Five in Spanish and English. *Journal of Personality and Social Psychology*, 75(3), 729–750.
- Castagna, G. (2022, 1 december). *Cijfers psychische gezondheid*. Trimbos-instituut. <https://www.trimbos.nl/kennis/cijfers/psychische-gezondheid-ggz/>
- Cavanagh, J. F., Zambrano-Vazquez, L., & Allen, J. J. B. (2011). Theta lingua franca: A common mid-frontal substrate for action monitoring processes. *Psychophysiology*, 49(2), 220–238. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2011.01293.x>
- Denissen, J. J. A., Geenen, R., van Aken, M. A. G., Gosling, S. D., & Potter, J. (2008). Development and validation of a Dutch translation of the Big Five Inventory (BFI). *Journal of Research in Personality*, 42(5), 1428-1435.
- Diamond, A. (2020). Executive functions. In *Handbook of Clinical Neurology* (pp. 225–240). <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-64150-2.00020-4>
- Donkers, F. C. L., Schwikert, S. R., Evans, A. M., Cleary, K. M., Perkins, D. O., & Belger, A. (2011). Impaired Neural Synchrony in the Theta Frequency Range in Adolescents at Familial Risk for Schizophrenia. *Frontiers in Psychiatry*, 2. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2011.00051>
- Duijkers, J. C. L. M., Vissers, C. T. W. M., & Egger, J. I. M. (2016). Unraveling executive

functioning in dual diagnosis. *Frontiers in Psychology*, 7.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00979>

Enriquez-Geppert, S., Huster, R. J., Figge, C., & Herrmann, C. S. (2014). Self-regulation of frontal-midline theta facilitates memory updating and mental set shifting. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2014.00420>

Gervais R., Frey J., Gay A., Lotte F., Hachet M. TOBE: Tangible Out-of-Body Experience. In: Proceedings of the TEI'16: Tenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction. ACM. 2016, 227–235.

Grevet, L. P. H. S. & E. (z.d.). *BCI/NF Acceptability Tool*. <https://bci-acceptability-tool.cnrs.fr/>

Have, M. T., Tuithof, M., Van Dorsselaer, S., Schouten, F., Luik, A. I., & De Graaf, R. (2023). Prevalence and trends of common mental disorders from 2007-2009 to 2019 2022: results from the Netherlands Mental Health Survey and Incidence Studies (NEMESIS), including comparison of prevalence rates before vs. during the COVID 19 pandemic. *World Psychiatry*, 22(2), 275–285. <https://doi.org/10.1002/wps.21087>

Jeunet, C., N’Kaoua, B., & Lotte, F. (2016). Advances in user-training for mental-imagery based BCI control. In *Progress in brain research* (pp. 3–35). <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2016.04.002>

Jeunet, C., N’Kaoua, B., Subramanian, S., Hachet, M., & Lotte, F. (2015). Predicting Mental Imagery-Based BCI Performance from Personality, Cognitive Profile and Neurophysiological Patterns. *PloS One*, 10(12), e0143962. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143962>

- John, O. P., & Srivastava, S. (1999). The Big-Five Trait Taxonomy: History, Measurement, and Theoretical Perspectives. In L.A. Pervin & O.P. John (Eds.) *Handbook of Personality: Theory and Research*, (pp. 102-138). New York: Guilford
- John, O. P., Donahue, E. M., & Kentle, R. L. (1991). The Big Five Inventory – versions 4a and 5. Berkeley: University of California, Berkeley, Institute of Personality and Social Research.
- Lang, F. R., Lüdtke, O., & Asendorpf, J. B. (2001). Testgüte und psychometrische Äquivalenz der deutschen Version des Big Five Inventory (BFI) bei jungen, mittelalten und alten Erwachsenen. *Diagnostica*, 47(3), 111-121.
- Menefee, D. S., Ledoux, T., & Johnston, C. A. (2022). The Importance of Emotional Regulation in Mental Health. *American Journal Of Lifestyle Medicine*, 16(1), 28–31.  
<https://doi.org/10.1177/15598276211049771>
- Onagawa, R., Muraoka, Y., Hagura, N., & Takemi, M. (2023). An investigation of the effectiveness of neurofeedback training on motor performance in healthy adults: A systematic review and meta-analysis. *NeuroImage*, 270, 120000.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2023.120000>
- Pillette, L., Grevet, E., Dussard, C., Amadiou, F., Delgado-Zabalza, L., Dumas, C., ... & Jeunet, C. (2022). The acceptability of BCIs and neurofeedback: presenting a systematic review, a field-specific model and an online tool to facilitate assessment.
- Pillette, L., Jeunet, C., Mansencal, B., Nkambou, R., N’Kaoua, B., & Lotte, F. (2020). A



- physical learning companion for Mental-Imagery BCI User Training. *International Journal Of Human-Computer Studies*, 136, 102380.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2019.102380>
- Plaisant, O., Courtois, R., Réveillère, C., Mendelsohn, G. A., & John, O. P. (2010). Validation par analyse factorielle du Big Five Inventory français (BFI-Fr). *Analyse Convergente Avec le NEO-PI-R. Annales Médico-Psychologiques*, 168(2), 97-106.
- Roy, S., Mandal, N., Ray, A., Roy, P. K., Bhattacharyya, A., & Saha, P. K. (2022). Effectiveness of neurofeedback training, behaviour management including attention enhancement training and medication in children with attention-deficit/hyperactivity disorder – A comparative follow up study. *Asian Journal Of Psychiatry*, 76, 103133.  
<https://doi.org/10.1016/j.ajp.2022.103133>
- Sederberg, P. B., Kahana, M. J., Howard, M. W., Donner, E. J., & Madsen, J. R. (2003). Theta and Gamma Oscillations during Encoding Predict Subsequent Recall. *The Journal Of Neuroscience/The Journal Of Neuroscience*, 23(34), 10809–10814.  
<https://doi.org/10.1523/jneurosci.23-34-10809.2003>
- Shi, B., Dai, D. Y., & Lu, Y. (2016). Openness to Experience as a Moderator of the Relationship between Intelligence and Creative Thinking: A Study of Chinese Children in Urban and Rural Areas. *Frontiers in Psychology*, 7.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00641>
- Shi, J., Yao, Y., Zhan, C., Mao, Z., Yin, F., & Zhao, X. (2018). The Relationship Between

- Big Five Personality Traits and Psychotic Experience in a Large Non-clinical Youth Sample: The Mediating Role of Emotion Regulation. *Frontiers in Psychiatry*, 9.  
<https://doi.org/10.3389/fpsy.2018.00648>
- Shibata, K., Watanabe, T., Sasaki, Y., & Kawato, M. (2011). Perceptual Learning Incepted by Decoded fMRI Neurofeedback Without Stimulus Presentation. *Science*, 334(6061), 1413–1415. <https://doi.org/10.1126/science.1212003>
- Shih, J. J., Krusienski, D. J., & Wolpaw, J. R. (2012). Brain-Computer interfaces in medicine. *Mayo Clinic Proceedings*, 87(3), 268–279.  
<https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2011.12.008>
- Simpson, J. R. (2014, June 1). DSM-5 and neurocognitive disorders. *Journal of the American Academy of Psychiatry and the Law*. <http://jaapl.org/content/42/2/159.abstract>
- Smit, D., Dapor, C., Koerts, J., Tucha, O., Huster, R. J., & Enriquez-Geppert, S. (2023). Long term improvements in executive functions after frontal-midline theta neurofeedback in a (sub)clinical group. *Frontiers in Human Neuroscience*, 17.  
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2023.1163380>
- Soto, C. J., & John, O. P. (2009). Ten facet scales for the Big Five Inventory: Convergence with NEO PI-R facets, self-peer agreement, and discriminant validity. *Journal of Research in Personality*, 43(1), 84–90. <https://doi.org/10.1016/j.jrp.2008.10.002>
- TULIP study*. (z.d.). NEUROFEEDBACK. <https://www.neurofeedback-rug.nl/tulip-study.html>
- Viviani, G., & Vallesi, A. (2021). EEG-neurofeedback and executive function enhancement in healthy adults: A systematic review. *Psychophysiology*, 58(9).  
<https://doi.org/10.1111/psyp.13874>

Wang, J. M., Hartl, A. C., Laursen, B., & Rubin, K. H. (2017). The high costs of low agreeableness: Low agreeableness exacerbates interpersonal consequences of rejection sensitivity in U.S. and Chinese adolescents. *Journal Of Research in Personality, 67*, 36-43. <https://doi.org/10.1016/j.jrp.2016.02.005>

## Appendix A

### Demografie

**Tabel 1**

*Frequenties van nationaliteiten*

	N	%
Nederland	242	46%
Duitsland	89	17%
Frankrijk	67	12%
Polen	11	2,1%
Roemenië	10	1,9%
Slowakije	8	1,5%
Ierland	6	1,2%
Italië	6	1,2%
Rusland	5	1,0%
Zuid-Afrika	5	1,0%
Bulgarije	4	0,8%
Griekenland	4	0,8%
Ik zeg het liever niet	4	0,8%
Portugal	4	0,8%
Spanje	4	0,8%

Verenigde Staten	4	0,8%
Indonesië	3	0,6%
Verenigd Koninkrijk	3	0,6%
Australië	2	0,4%
België	2	0,4%
Cyprus	2	0,4%
Tsjechië	2	0,4%
Hongarije	2	0,4%
India	2	0,4%
Kenia	2	0,4%
Sri Lanka	2	0,4%
Zweden	2	0,4%
Albanië	1	0,2%
Armenië	1	0,2%
Oostenrijk	1	0,2%
Brazilië	1	0,2%
China	1	0,2%
Kroatië	1	0,2%
Denemarken	1	0,2%
Estland	1	0,2%
Finland	1	0,2%

Hong Kong	1	0,2%
Israël	1	0,2%
Japan	1	0,2%
Litouwen	1	0,2%
Luxemburg	1	0,2%
Marokko	1	0,2%
Nederlandse Antillen	1	0,2%
Noord Macedonië	1	0,2%
Noorwegen	1	0,2%
Zwitserland	1	0,2%
Syrië	1	0,2%
Turkije	1	0,2%
Oekraïne	1	0,2%

---

## Tabel 2

### *Cognitieve klachten vragenlijst*

---

<i>Cognitief Domein</i>	<i>Vraag</i>
<i>Geheugen</i>	<i>Ik heb moeite om belangrijke informatie te onthouden, zoals data, namen of gebeurtenissen uit het verleden.</i>

<i>Taalvaardigheid</i>	<i>Ik heb moeite om de juiste woorden te vinden tijdens gesprekken of heb moeite om te begrijpen wat anderen zeggen.</i>
<i>Lerend vermogen</i>	<i>Ik vind nieuwe dingen leren een uitdaging.</i>
<i>Aandacht en focus</i>	<i>Ik word vaak afgeleid of vind het moeilijk om me te concentreren op de taak waar ik mee bezig ben.</i>
<i>Organisatorische en besluitvormingsvaardigheden</i>	<i>Ik vind het moeilijk om taken te organiseren, vooruit te plannen of beslissingen te nemen.</i>
<i>Mentale flexibiliteit</i>	<i>Ik vind het moeilijk om te schakelen tussen verschillende activiteiten, zoals van het controleren van e-mails naar het concentreren op een werkproject.</i>
<i>Vermoeidheid</i>	<i>Ik voel me vaak ongewoon moe of vermoeid zonder duidelijke reden.</i>
<i>Visueel-ruimtelijke vaardigheden</i>	<i>Ik heb moeite met het inschatten van afstand of grootte, of met het herkennen van bekende mensen en plaatsen.</i>
<i>Sociale cognitie</i>	<i>Ik heb moeite om het gedrag, de gedachten of de gevoelens van anderen te begrijpen.</i>
<i>Lezen en begrijpen</i>	<i>Ik vind het moeilijk om geschreven tekst te begrijpen (zoals boeken, instructies of kranten).</i>
<i>Motorische vaardigheden</i>	<i>Ik vind taken die fijne motorische vaardigheden vereisen, zoals schrijven, tekenen of kleding dichtknopen, uitdagend.</i>
<i>Emotionele regulatie</i>	<i>Ik heb last van plotselinge stemmingswisselingen of vind het moeilijk om je emoties onder controle te houden.</i>

*Zelfbewustzijn*

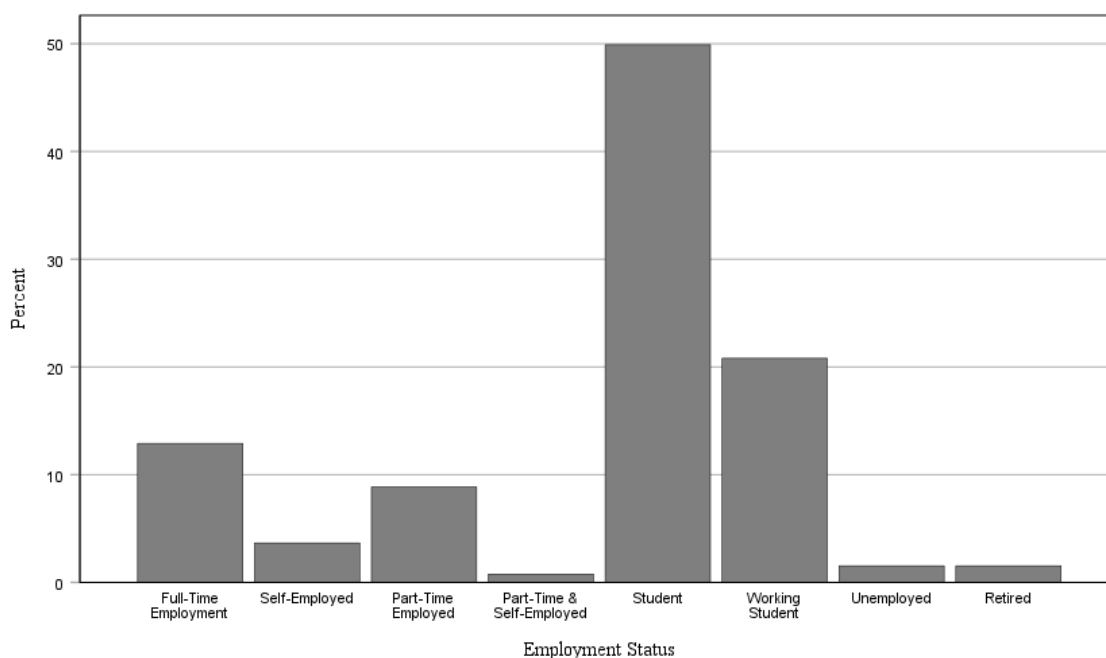
*Mensen om me heen wijzen me vaak op fouten of vergeetachtigheden waarvan ik me niet bewust was, of ik merk dat ik verrast ben door feedback van anderen over mijn gedrag of beslissingen.*

*Overige cognitieve problemen*

*Ik heb andere cognitieve problemen die ik heb opgemerkt, namelijk:*

## **Figuur 1**

*Werkstatus van de deelnemers*



*Noot.* Werkende studenten omvatten 5 deelnemers die voltijds als student werken, de rest heeft een deeltijd baan. Eén deelnemer is zelfstandige en student.