

Thomas More CVC-lijsten voor spraaudiometrie

Standaardafname versus zelfafname en reactietijd als maat voor luisterinspanning

Bachelorproef voorgedragen tot het bekomen van het diploma

Bachelor in de Logopedie en Audiologie

Afstudeerrichting: Audiologie

Door: **Marte Mussche**

Joke Van Herck

Valerie Govarts

Academiejaar 2018-2019

Promotor: F. Vanpoucke, dr. in de ingenieurswetenschappen: elektrotechniek

Thomas More CVC-lijsten voor spraakaudiometrie

Standaardafname versus zelfafname en reactietijd als maat voor luisterinspanning

Bachelorproef voorgedragen tot het bekomen van het diploma

Bachelor in de Logopedie en Audiologie

Afstudeerrichting: Audiologie

Door: **Marte Mussche**

Joke Van Herck

Valerie Govarts

Academiejaar 2018-2019

Promotor: F. Vanpoucke, dr. in de ingenieurswetenschappen: elektrotechniek

Thomas More
Campus Sanderus

Molenstraat 8, 2018 ANTWERPEN, België

T + 32 (0)3 241 08 29 | E info.sanderus@thomasmore.be | W www.thomasmore.be

Abstract

Rationale: Door de opkomende belangstelling voor zelftesting werd onderzoek gedaan en een vergelijking gemaakt tussen de standaardafname (verbaal) en een nieuwe manier van afname, namelijk de zelfafname (manueel) van spraakaudiometrie. Bijkomstig werd ook aandacht besteed aan de reactietijden van beide afnamecondities als maat voor luisterinspanning bij spraakaudiometrie.

Methodiek: Er werd een pilotstudie uitgevoerd met de nieuwe Thomas More CVC-lijsten bij zes proefpersonen om het geluidsniveau voor de equivalentiefase te kunnen bepalen. In het eigenlijke onderzoek werden acht proefpersonen eveneens met de Thomas More CVC-lijsten getest, maar dan zowel volgens de standaardmanier van afname als de zelfafname. Verder werd ook toegespitst op de reactietijden bij beide manieren van afname. De reactietijd werd in verband gebracht met de scores op de NASA-TLX (1988) (vragenlijst) als objectieve maat en comparator voor luisterinspanning. Er werd gekozen voor een kwantitatief descriptief onderzoek.

Resultaten: Uit de resultaten van de pilotstudie bleek dat 25 dB SPL als geluidsniveau gebruikt diende te worden voor de equivalentiefase van de Thomas More CVC-lijsten. Uit het vergelijkend onderzoek bleek dat zowel de VA als de ZA afkomstig zijn uit populaties met gelijke verdelingen voor vijf van de zes geteste geluidsniveaus (asymptotische significanties $> \alpha = .05$). De reactietijden van beide condities stijgen naarmate het geluidsniveau stiller wordt. De varianties van de verbale en manuele reactietijd ($p = .273 > \alpha = .05$) en ook de gemiddelden van beide afnamecondities ($p = .61 > \alpha = .05$) verschilden niet significant van elkaar. Er bestaat eveneens een hoge positieve correlatie met $r = .940$ ($p = .005$) tussen beiden. De verbanden tussen de reactietijden van beide afnamecondities en de score op prestatie die door de comparator voor luisterinspanning (1988) weergegeven werden, blijken negatief van aard. De correlaties met de score op inspanning zijn positief van aard.

Conclusie: De zelfafname van spraakaudiometrie kan op gepaste wijze geïmplementeerd worden in de audiologische praktijk. Deze manier van afname zorgt voor tijdsbesparing en een efficiëntere werking in de toekomst. De resultaten van een manuele afname van spraakaudiometrie zijn erg uitgebreid en bieden bijkomend ook inzicht in de reactietijden die als maatstaf dient voor gedragsresponsen en mentale inspanning.

Trefwoorden:

spraakaudiometrie – zelftest – luisterinspanning – reactietijd

Inleiding

Volgens de World Health Organization (WHO, 1948) heeft 5% van de wereldbevolking (432 miljoen volwassenen en 34 miljoen kinderen) een *disabling hearing loss*, wat een beperking betekent in het dagelijkse leven door een gehoorverlies. Een gehoorverlies heeft impact op het functioneren van een persoon waarbij de mogelijkheid tot communiceren met anderen gereduceerd wordt. Dit heeft op zijn beurt invloed op het sociaal-emotioneel welzijn waarbij uitsluiting van communicatie leidt tot medische, psychologische, fysieke, sociale, educatieve en werkgelegenheidsimplicaties zoals frustratie, isolatie en een verminderde kwaliteit van leven (ASHA, 2019). Volgens het Bureau International d'Audiophonique (BIAP, 1967) zijn gehoorverliezen meestal gekoppeld aan een verminderde perceptie van geluiden en meer bepaald van spraakklanken (BIAP, 1967). Mensen met een gehoorverlies halen voordeel uit het gebruik van ondersteunende apparaten zoals hoortoestellen en cochleaire implantaten. Hoe sneller gehoorverliezen opgespoord worden, hoe sneller een hulpmiddel kan worden ingeschakeld in functie van revalidatie (WHO, 1948).

Bij zowel de diagnose als de behandeling van zo'n gehoorverlies is spraakaudiometrie een essentiële test. Deze zit reeds verwerkt in de audiologische testbatterij. Spraak omvat hoge en lage frequenties waarvan de akoestische energie varieert en bijgevolg niet herleid kan worden naar één gemiddeld akoestisch niveau (BIAP, 1967). De vraag die bij spraakaudiometrie gesteld kan worden, is in welke mate het verstaan van woorden afhangt van de sterkte waarmee ze aangeboden worden. Spraakaudiometrie is (met inbegrip van toonaudiometrische drempels) nuttig op vlak van spraakherkenning in functie van hoortoestelaanpassingen, diagnostiek (het niveau van de dysfunctie) en het effect van het gehoorverlies. Ook voor de lokalisatie van het letsel kan het spraakaudiogram een indicatie geven (zie verder).

Het materiaal voor spraakaudiometrie waarmee vandaag gewerkt wordt in Vlaanderen en Nederland is beperkt. Er worden een aantal woordenlijsten gebruikt bij het afnemen van een spraakaudiogram. De Vlaams genormeerde NVA-lijsten (Nederlandse Vereniging voor Audiologie, Damman & Bosman, 1994; Bosman, Wouters & Damman, 1995) en de Brugse lijsten (Wouters, Damman & Bosman, 1994; Damman, 1999) zijn veel gebruikt testmateriaal. Bij de NVA-lijsten werden echter enkele bedenkingen geformuleerd door Hammer, Coene en Govaerts (2013). Zo stelden ze dat de woorden niet representatief zijn voor de doeltaal waarvoor ze gebruikt worden. Dat wil zeggen dat ze niet geanalyseerd zijn op frequentie of woordbekendheid. Ze zijn ook niet fonetisch gebalanceerd. Het zijn weinig lijsten en het aantal woorden per lijst is beperkt. Hierdoor is de betrouwbaarheid van het resultaat beperkt. Die laatste bemerking is ook voor de Brugse lijsten van toepassing. Het resultaat van

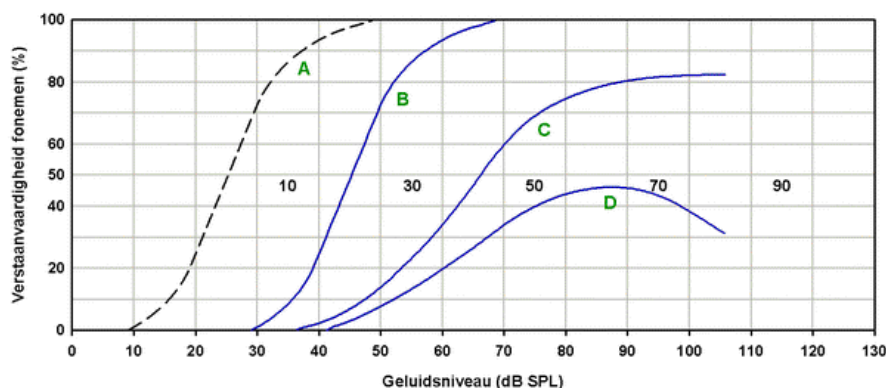
spraakaudiometrie geeft tot op heden enkel een algemene foneemscore die geen verder inzicht biedt in de foutenpatronen. Het foutenpatroon bevat echter essentiële informatie voor verdere behandeling door een audioloog of logopedist. De nood aan de ontwikkeling van meer en langere representatieve woordenlijsten om het leereffect te verminderen en de testprecisie en de betrouwbaarheid te verhogen, is daarom hoog. Bij het creëren van die langere lijsten met meer woorden wordt de bedenking geformuleerd dat dit een directe toename van werkbelasting betekent voor de audioloog. Dit is echter niet de bedoeling. Het topic 'zelftesting' en in het bijzonder een zelftest bij spraakaudiometrie kent daarom in deze studie een belangrijke focus.

De ontwikkeling van internettechnologieën in combinatie met technologische vooruitgang bij de bouw van PC's biedt de mogelijkheid om thuis zelf gehoortesten uit te voeren. Een zelftest bij spraakaudiometrie als alternatief voor de standaardafname kan voor een meer efficiënte werking in de toekomst zorgen door 1) eventuele thuisafname, 2) betrokkenheid van de cliënten en 3) werkontlasting van de audiologen wat leidt tot 4) tijdsbesparing. Ook laat zelftesting toe om reactietijden te registreren. Dit is een interessant gegeven om een zicht te krijgen op de luisterinspanning bij spraakaudiometrie. Er kan nagegaan worden of het horen zo goed als vanzelf verloopt en of het toch enige mentale inspanning vraagt.

Een klassieke audiologische testbatterij bestaat uit 1) een zuivere toonaudiometrie, 2) spraakaudiometrie, 3) tympanometrie met stapediustreflexmeting en eventueel 4) supraliminaire tests, 5) aanvullende tests en 6) elektrofysiologisch onderzoek (Forton, Carton, Depuydt, & Van de Heyning, 2016). De audioloog neemt een aantal audiologische tests af uit deze batterij. Door bijvoorbeeld een toonaudiogram af te nemen, kan meer informatie gegeven worden over de detectiedrempel van een geluid. De lokalisatie van het letsel achter de cochlea alsook de transfer naar het dagelijkse leven kan een toonaudiogram echter niet weergeven. Daarom is enkel toonaudiometrie diagnostisch onvoldoende (Forton et al., 2016). Het geeft geen totaalbeeld van het gehoor(verlies). In het dagelijkse leven wordt er heel wat meer verwacht van het gehoor dan enkel het opvangen van zuivere tonen. Het zijn complexe geluidspatronen waarbij vaak omgevingslawaai aanwezig is. Een boodschap moet echter ook verstaan of begrepen worden. Daarom wordt ook spraakaudiometrie als een belangrijk onderdeel van de audiologische testbatterij gezien. Spraakaudiometrie evalueert spraakperceptie, -herkenning en -begrip (Hamid & Brookler, 2006). Het gaat dus niet enkel om het horen van woorden die aangeboden worden (perceptie en herkenning) zoals de tonen die aangeboden worden bij toonaudiometrie, maar ook het verstaan ervan (spraakbegrip). Spraakverstaan betreft het identificerend vermogen van het gehoor waardoor (spraak)klankpatronen van elkaar onderscheiden worden (Kapteyn & Amoré, 2011). Hoe sterker (of luider) de aanbidding van de woorden klinkt, hoe meer

kans dat ze verstaan en nagezegd worden.

De testafname van spraakaudiometrie gebeurt tot op heden zoals eerder aangehaald door woordenlijsten af te spelen waarbij de cliënt deze woorden herhaalt en de testleider (audioloog) ze noteert en een score toekent. Een spraakaudiogram geeft de relatie weer tussen het geluidsniveau van de aangeboden woorden en de behaalde score. De spraakverstaanbaarheidsdrempel (Speech Reception Threshold; SRT) is een belangrijke maat bij het analyseren van de resultaten. De SRT is het geluidsniveau waarbij voor het Nederlands taalgebied 50% van de fonemen goed wordt verstaan. Dit leidt dan tot de drempel voor het spraakverstaan. Ook de regressie van de spraakcurve kan relevante informatie geven omtrent het soort gehoorverlies en dus de lokalisatie van het letsel. Dit kan een bevestiging zijn van de bevindingen uit het toonaudiogram. In Figuur 1 worden de verschillende spraakaudiogrammen weergegeven afhankelijk van het soort gehoorverlies. Wat bij deze figuur opgemerkt dient te worden, is dat de referentiecurve van spraakaudiometrie in stilte (A) die van de Nederlandstalige versie is. De Vlaamse NVA-referentiecurve wordt in Figuur 2 weergegeven.



Figuur 1. Foneemscore als functie van het geluidsniveau bij aanbieding van monosyllaben voor verschillende typen gehoorverlies. Overgenomen uit *Spraakaudiometrie* door T. Kapteyn en P. Lamoré, 2014, <http://www.audiologieboek.nl/htm/hfd8/8-3-5.htm>
De gestreepte curve A is de referentiecurve (volgens de Nederlands genormeerde NVA-lijsten) in stilte, curve B toont een geleidingsverlies, curve C wijst op een perceptief verlies en curve D op een perceptieverlies met regressie.

De NVA-woordenlijst en de Brugse Lijst bestaan beiden uit CVC-woorden (waarin de C's voor consonanten en de V voor vocaal staat) met de mogelijkheid tot zowel een woord- als een foneemscore. Er wordt bij de scoring echter enkel gekeken naar de algemene score per lijst. Belangrijk bij deze lijsten is dat ze equivalent of gelijkwaardig zijn aan elkaar. Enerzijds dient er een gemiddelde moeilijkheidsgraad te zijn tussen de woordenlijsten en anderzijds moet de spreiding van de moeilijkheidsgraad binnen eenzelfde lijst ook evenwaardig zijn. Ook dient een woordenlijst fonetisch gebalanceerd te zijn. Dit betekent dat de verdeling van fonemen in de lijst dezelfde is als in gesproken Nederlands binnen de beperking van een CVC-structuur.

Als laatste mogen intelligentie, taalgevoel en woordkennis liefst geen invloed hebben op het testresultaat. De woorden dienen dus algemeen gekend te zijn.

Door het tekort aan woorden en de bemerkingen die eerder gegeven werden door Hammer, en collega's (2013) startte Van Haute (2017) in haar bachelorproef met het ontwikkelen van nieuw materiaal voor de Vlaamse spraakaudiometrie. Zij stelde nieuwe lijsten samen en vond 275 CVC-woorden wat tot 11 lijsten van elk 25 woorden leidde. Dit was een stap vooruit, maar er waren nog steeds te weinig lijsten om de betrouwbaarheid te vergroten en om een leereffect te voorkomen bij personen die op regelmatige basis worden getest. Door dit aanhoudend tekort stelden Hermans (2018) en Libbrecht (2018) zich afgelopen academiejaar in hun eindwerk de vraag of er mogelijks meerdere lijsten ontwikkeld konden worden. Zij kwamen door middel van onderzoek tot 689 CVC-woorden. Hiermee stelden zij 26 lijsten op van elk 25 woorden wat als nieuw testmateriaal zou dienen. Naast de standaardafname van audiometrie door de audioloog werd ook reeds onderzoek gedaan naar alternatieve manieren om dit te doen. Zo is de zelfafname of het zelftesten de laatste jaren een onderwerp van interesse geworden.

Over zelftesting in de audiometrie zijn al enkele onderzoeken uitgevoerd. De gehoorscreenings van op afstand met een PC of geluidskaart en een gewone hoofdtelefoon zijn meestal spraak-in-ruis (SIR) testen. De evaluatie van dit soort testen kan echter dubbelzinnig zijn en hangt af van de aangenomen oplossingen waaronder kalibratie, methode van drempelbepaling en de aanwezigheid van iemand die toeziet op de testafname (Masalski & Kręcicki, 2013). Masalski en Kręcicki (2013) gingen in hun studie na of er mogelijke methoden waren voor het toepassen van zelf-beheerde, web-gebaseerde toonaudiometrie die thuis op een PC met een geluidskaart en een gewone hoofdtelefoon wordt uitgevoerd. Hun doel hierbij was om de meetfout te herkennen die verband houdt met het bepalen van de gehoordrempel en om te bepalen wat de factoren zijn die van invloed zijn om deze waarde te identificeren en te analyseren. De evaluatie van de gehoordrempel werd in drie series gedaan. Er werd 1) een test op de klinische audiometer, 2) een zelftest op een gekalibreerde PC onder supervisie van de audioloog en 3) een zelftest thuis uitgevoerd. Er namen 51 proefpersonen deel aan de eerste twee series die geselecteerd werden uit cliënten van een polikliniek en 73% daarvan deed ook aan de derde serie mee. Het gehoor van de deelnemers ging van een normaal gehoor (gehoordrempel ≤ 25 dB HL) tot een ernstig (> 70 dB HL) gehoorverlies. De verkregen resultaten over sensitiviteit en specificiteit bevestigden de mogelijkheid om een web-gebaseerde zuivere toonaudiometrie toe te passen in screening tests. In de toekomst kunnen wijzigingen in methode van deze applicatie, die leiden tot een vermindering van meetfouten, het bereik van een web-gebaseerde toonaudiometrische applicatie verruimen. Zo kan bijvoorbeeld de kennis van de toepassing

bij de cliënten leiden tot een vermindering in waarde van de meetfout.

Honeth et al. (2010) gingen in hun onderzoek na wat de validiteit en reproduceerbaarheid was van een nieuw ontwikkelde web-gebaseerde zelf gecontroleerde gehoortest. Dit met als gouden standaard een klinische toonaudiometrie via luchtgeleiding die de audioloog afneemt. Zij voerden bij 72 proefpersonen gehoortesten uit waarvan 20 proefpersonen op het klinisch toonaudiogram een gehoorprobleem vertoonden. Er werd een programma gebruikt dat gedownload diende te worden op de PC van de proefpersonen. De hoofdtelefoon verkregen ze via het onderzoek om de gehoortest uit te voeren en was dus voor alle proefpersonen dezelfde. Om de variatie in computermateriaal, de frequentiespan van de hoofdtelefoon en bepaalde omgevings- en achtergrondgeluiden te compenseren, werd vooraf aan de test een biologische kalibratie uitgevoerd. Hiervoor moest voor elke proefpersoon een referentiepersoon met een subjectief normaal gehoor de kalibratie uitvoeren. Als deze referentiepersoon voldeed aan een aantal criteria die door het computerprogramma werden opgelegd, kon de eigenlijke test met de proefpersoon beginnen. Het dynamisch bereik van de web-gebaseerde gehoortest ging van de detectiedrempel van het programma 0 dB HL tot de arbitrair gekozen luidheid van 65 dB HL. De testduur was afhankelijk van het gehoorvermogen, maar duurde 15 tot 25 minuten. Alle resultaten werden bewaard op de website-server. Uit de resultaten van het onderzoek bleek dat het mogelijk zou zijn om het gehoor op een redelijk nauwkeurige manier te beoordelen met behulp van een web-gebaseerde gehoortest op de eigen PC met een hoofdtelefoon. Er wordt echter wel aangegeven dat de nood aan een referentiepersoon voor de biologische kalibratie een valkuil van het onderzoek is. De praktische bereikbaarheid en de haalbaarheid van zelfadministratie in het huis van de proefpersonen dienden nog verder geëvalueerd te worden (Honeth et al., 2010).

Om verder toe te spitsen op de zelftest voor spraaudiometrie, wordt de Digits-In-Noise test (DIN-test) ofwel de cijfers-in-ruis test aangehaald (Smits, Goverts & Festen, 2013). Deze diagnostische test meet spraak-in-ruis bij kinderen en volwassenen. Het is een gevalideerde en genormeerde test die vanaf de leeftijd van vier jaar afgenomen kan worden. Deze test kan bij jonge kinderen van belang zijn om hun vaardigheden in spraakverstaan te bepalen in een klassituatie wat meestal een rumoerige omgeving is. De DIN-test kan spraakverstaan ook bij een bredere populatie nagaan aangezien het talig niveau van de luisteraar niet erg hoog dient te zijn. De focus ligt op de auditieve functie, want talige of cognitieve processen hebben hier een kleinere rol. Cijfers van nul tot en met negen worden gebruikt en met achtergrondruis aangeboden. Er wordt met drietallen van cijfers gewerkt wat betekent dat er telkens drie cijfers gereproduceerd dienen te worden (Smits et al., 2013).

In het onderzoek van Leensen, de Laat en Dreschler (2011) werd zelftesting ook op de

voorgond gezet. Zij ontwikkelden drie online spraak-in-ruis testen in Nederland en evalueerden of deze testen de mogelijkheid hadden om lawaaibeschadiging aan het gehoor te detecteren. Deze drie gebruikte zelfscreenings zijn de National Hearing Test (NHT), de Earcheck (EC) en de Occupational Earcheck (OEC). De zelfscreenings werden vergeleken met een standaard toonaudiometrie en met de Plomp-test, wat een spraak-in-ruis test met zinnen is (Plomp & Mimpfen, 1979). Uit de resultaten bleek dat de online testen een goede betrouwbaarheid hadden, maar er was veel overlapping tussen de outcomes van de normaalhorende proefpersonen en de proefpersonen met een licht gehoorverlies door lawaaibeschadiging. De sensitiviteit om een gehoorverlies door lawaaibeschadiging te detecteren, bleek 51%. Daarbij was er een eerder matige correlatie van de testresultaten bij de Plomp-test en de toonaudiometrie (Leensen et al., 2011). Doordat de spraak-in-ruis testen in hun huidige vorm niet bruikbaar waren bij het opsporen van een licht vermoeden van een gehoorverlies door lawaaibeschadiging, werd het onderzoek door Leensen, de Laat, Snik en Dreschler (2011) voortgezet. Hier werd de focus op het aanpassen van en de variatie in ruis gelegd bij een van de screenings. De zelftest in deze bachelorproef bevat echter enkel spraakaudiometrie in stilte waardoor dit onderzoek niet verder besproken wordt.

Een op het web-gebaseerd onderzoek van het gehoor heeft een potentiële impact die op verschillende manieren bekeken kan worden. Allereerst heeft het potentieel om een audiologisch onderzoek naar buiten de grootsteden en achtergestelde delen van de wereld te brengen. Dit vereist echter wel de nodige infrastructuur. Bovendien kunnen er, mits er audiologische diensten zijn, medische verwijzingen en otologische behandelingen worden uitgevoerd. Dit kan leiden tot vroegere diagnoses en opstart van behandelingen van gehoorproblemen (Givens et al., 2003).

Verschillende auteurs (Honeth et al., 2010; Masalski en Kręcicki, 2013) geven echter de kritische bedenking dat de afname van een toonaudiogram via de PC door de cliënt zelf niet als plaatsvervanger van de klinische toonaudiometrie kan dienen. Een klinische toonaudiometrie gebeurt in een geluidsarme cabine die op regelmatige basis gekalibreerd wordt. Bij de afname van een toonaudiometrie in huis zijn geluiden van de computer, de geluidskaart of andere dagelijkse geluiden mogelijk een beïnvloedende factor op het resultaat. Deze toepassing kan wel op zichzelf gebruikt worden bij zelf-beheerde controles. Hiermee wordt bedoeld dat de cliënt zelf af en toe een snelle controle van het gehoor kan doen bij een eventueel vermoeden van minder goed te horen. Dit kan in geval van beperkte toegang tot klinische apparaten zoals bijvoorbeeld bij de huisarts of bij gebrek aan personeel. Bij gehoorstoornissen zoals fluctuerend gehoorverlies, tinnitus, plots gehoorverlies, otosclerose, de ziekte van Ménière en tijdens een behandeling met

ototoxische medicatie kan een zelftest van toonaudiometrie ook nuttig zijn (Masalski & Kręcicki, 2013).

Bij het uitvoeren van een test of taak (bijvoorbeeld een toonaudiometrische test) wordt vaak inspanning gevraagd van de persoon in kwestie. Door de opkomende interesse naar luisterinspanning of luistermoeite kwam men tot de vaststelling dat er ook andere aspecten belangrijk zijn bij een luistertaak zoals de activatie van cognitieve middelen die nodig zijn om een taak uit te voeren. Factoren zoals het niveau van de taakprestaties, de interne motivatie van de luisteraar om de taak uit te voeren en de perceptuele moeilijkheid van de luistersituatie beïnvloeden de mate van activatie van cognitieve middelen (Meister, Rählmann, Lemke & Besser, 2018). Pichora-Fuller en collega's (2016) merken echter ook op dat cliënten aangeven dat geluiden wel luid genoeg zijn en dat spraak begrepen wordt, maar dat het vermoeiend en vaak te moeilijk is om te luisteren. Ze ervaren dat luisteren inspanning vraagt ondanks dat de woorden hoorbaar zijn en correct herkend worden. Naast de basismetingen zoals een toon- en spraaudiometrie blijkt er dus meer nodig te zijn om deze klachten te evalueren (Pichora-Fuller et al., 2016). Hierdoor zouden audiologen een beter inzicht krijgen in de factoren die aan de basis liggen van de redenen waarom luisteraars afhaken bij een inspannende luistersituatie. Audiologen zouden de luisteraars kunnen helpen om hun cognitieve capaciteit in te zetten in situaties waar het moeilijk is om te luisteren en ervoor zorgen dat de luisteraar geen sociale participatie uit de weg gaan door een te hoge luistermoeite. Luisterinspanning zit tot op heden niet verwerkt in de audiologische testbatterij, maar kan wel een meerwaarde bieden bij het interpreteren van de testresultaten (Pichora-Fuller et al., 2016; Zekveld, Koelewijn, Ohlenforst, Wang & Kramer, 2017).

Er bestaan heel wat verschillende maten van luisterinspanning (Houben, van Doorn-Bierman & Dreschler, 2013; Miles et al., 2017; Zekveld et al., 2017). Zo is reactietijd of ook wel responstijd of latentierespons genoemd een belangrijke maat van luisterinspanning die in deze studie een belangrijke focus krijgt. Luisterinspanning kan het meten van de reactietijd in de uitvoering van een niet-ondersteunende taak en een auditieve taak omvatten. Hierdoor kan de domeinalgemene variantie (die geassocieerd wordt met de onderliggende verwerkingssnelheid) en de domeinspecifieke variantie (die geassocieerd wordt met auditieve verwerkingssnelheid) geëxamineerd worden (Deary, Caryl, Egan & Wight, 1989). Reactietijd is een eenvoudige en waarschijnlijk meest gebruikte maatstaf voor gedragsresponsen (van de presentatie van een opgave tot zijn voltooiing) in tijdseenheden (meestal in milliseconden) (Baayen & Milin, 2010). Reactietijd wordt ook beschreven als de meest algemene gedragsmeting van verwerkingssnelheid (Pichora-Fuller et al., 2016). Donders (1868) beschreef voor het eerst drie types van reactietijd die differentieerden in latentietijd. Er bestaan 1) eenvoudige reactietijden waarbij een persoon reageert op een

stimulus zoals licht, geluid, enzovoort, 2) herkenningstijden die voorkomen bij taken met twee types van stimuli, waarbij een van beiden als afleiding dient en genegeerd wordt en 3) keuzereactietijden waarbij personen een respons uit een set van mogelijke responsen selecteert. Deze drie types worden ook met elkaar gecombineerd in een taak waarin bijvoorbeeld discriminerende reactietijden verzameld worden en personen paren van simultaan aangeboden stimuli vergelijken en vervolgens één van beide responsknoppen dienen in te drukken. Het gaat hier dan om een combinatie van een herkenning- en keuzetaak. Donders (1868) toonde aan dat een eenvoudige reactietijd korter is dan de reactietijd bij een herkenningstaak en dat de reactietijd bij het maken van een keuze (keuzetaak) het langste van allemaal is. Sindsdien groeide het aantal experimenten met reactietijd die meestal verzameld werden via het visuele of auditieve domein. De studietijd (de tijd waarin personen hun respons voorbereiden of programmeren) neemt toe als een functie van responscomplexiteit (Klapp, 2010). De tijd om te reageren in een situatie waarin eender welk soort signaal optreedt en die elk hun eigen reactie of respons vereisen, omvat vier processen. Als eerste gebeurt de receptie van een signaal door een zintuig en het overbrengen van de data door afferente zenuwen tot in de hersenen. De tweede stap is de identificatie van het signaal en de derde de keuze van de bijhorende respons. Het vierde en laatste deel van het proces is de initiatie van een actie die een respons vormt. Het grootste deel van de reactietijd bij een bepaalde taak omvat het tweede en derde proces, namelijk dat van identificatie en keuze (Welford, 1980). Reactietijd is een negatieve vertragingfunctie van een stimulusintensiteit; hoe zwakker de stimulus hoe langer de reactietijd. Nadat de stimulus een bepaalde sterkte heeft bereikt, wordt de reactietijd constant (Piéron, 1920; Luce, 1986). Het kan dus in relatie tot de duur of de complexiteit van de respons bekeken worden (Welford, 1980). Ook persoonlijkheidskarakteristieken zoals leeftijd, geslacht, verstandelijke mogelijkheden, eventuele hersenbeschadiging en handigheid kunnen de reactietijd beïnvloeden (Welford, 1980; MacDonald, Nyberg, Sandblom, Fischer, & Bäckman, 2008). Als laatste dienen ook veranderingen gedurende het experiment zoals het niveau van opwinding of moeheid, de hoeveelheid van voorgaande oefening en het effect van een bepaalde volgorde waarin de items worden aangeboden in acht genomen te worden (Welford, 1980; Sanders, Erlbaum & Mahwah, 1998). Experimenten omtrent reactietijd vallen op te delen in twee groepen, afhankelijk van het feit of de reacties verbaal of manueel zijn (Welford, 1980).

In een recente studie werd verbale reactietijd op spraak gebruikt als een maat voor luisterinspanning. Houben et al. (2013) gingen na wat het effect van achtergrondruis op de reactietijd van verstaanbare spraak was bij zowel een identificatie- als een rekentaak. Hiervoor testen ze 12 normaalhorenden met een gemiddelde leeftijd van 30,5 jaar. Er

werden verschillende hoeveelheden ruis toegevoegd aan gesproken digit-triplets. Bij een digit-triplets test hoort de luisteraar drie getallen die nagezegd dienen te worden (Kapteyn & Lamoré, 2011). De identificatietaak in dit onderzoek omvatte het identificeren van de laatste digit in een triplet. Bij de rekentaak werd gevraagd om de som van de eerste en de laatste digit in de triplet te nemen. Uit de resultaten bleek dat de reactietijd steeg bij een slechtere signaal-ruis-verhouding voor beide taken, zelfs voor signaal-ruis-verhoudingen met een maximale spraakverstaanbaarheid van 100%. De reactietijd tijdens de rekentaak was meer getroffen dan tijdens de identificatietaak, maar bij de rekentaak werd ook een hogere variatie vastgesteld. Met dit onderzoek concludeerden Houben et al. dat de reactietijd op digit-triplets significant reduceert bij een toenemende signaal-ruis-verhouding, ook al is de verstaanbaarheid optimaal. Deze verschillen in reactietijd kunnen gerelateerd zijn aan luisterinspanning en worden als zodanig gebruikt om de signaalverwerking van het gehoor bij positieve signaal-ruis-verhoudingen te evalueren. Als deze test succesvol gebruikt zou worden om het voordeel van hoortoestellen te evalueren zou het een potentiële tool kunnen zijn om de kloof tussen optimale spraakverstaanbaarheid en optimaal luistercomfort bij de evaluatie van hoorhulpmiddelen te overbruggen. Deze applicaties werden echter nog niet bestudeerd (Houben et al., 2013).

In het volgende onderzoek met verbale reactietijd als potentiële maat voor cognitieve belasting tijdens een spraak-in-ruis test, werden de reactietijden vergeleken met de bijkomende moeite, die op haar beurt geëvalueerd werd op een 13-puntsschaal van luistermoeite (Luts et al., 2010). Meister en collega's (2018) vonden dit belangrijk omdat uit de literatuur eerder al naar voren kwam dat cognitieve belasting en inspanning variëren met spraakverstaanbaarheid (Wu, Stangl, Zhang, Perkins & Eilers, 2016). Aan het onderzoek namen 46 personen deel die onderverdeeld werden in drie luistergroepen, namelijk de young normal-hearing (YNH), older normal-hearing (ONH) en de older hearing-aid users (OHA). De test werd uitgevoerd op twee verstaanbaarheidsniveaus (80% en 95%) om de effecten van de maskeringsgeluiden onder bepaalde omstandigheden te onderzoeken. Er werd met twee soorten ruis (stationaire en fluctuerende) gewerkt. Voor elke conditie werd een testlijst met 30 zinnen voorgelegd waarbij de participanten verbaal zo veel mogelijk woorden uit elke zin dienden te herhalen. Meteen na elke testlijst van 30 zinnen werd een subjectieve 13-puntsschaal van inspanning afgenomen waarbij de proefpersonen gevraagd werden hoe inspannend het was om de zinnen uit de testlijsten te verstaan. De verbale reactietijd weerspiegelden de effecten van het verstaanbaarheidsniveau, het ruistype en de luistergroep. Uit de resultaten bleek dat de reactietijden korter waren voor 1) het verstaanbaarheidsniveau op 95% in vergelijking met het 80% verstaanbaarheidsniveau, 2) fluctuerende tegenover stationaire ruis en 3) jonge luisteraars tegenover oudere luisteraars.

De reactietijd was trager bij de OHA luistergroep tegenover de ONH luistergroep. Daarentegen toonde de subjectieve schaal van luisterinspanning voornamelijk effecten van het verstaanbaarheidsniveau en waren er geen consistente effecten van het ruistype of de luistergroep. Deze bevindingen tonen aan dat verbale reactietijd en verschillen in inspanning op verschillende domeinen van luistermoeite worden toegepast. Verbale reactietijd kan makkelijk geëvalueerd worden tijdens een conventionele spraakaudiometrie. Het heeft de mogelijkheid om de effecten te vertonen en een subjectieve inschattingen te maken van inspanning (Meister et al., 2018).

Dit academiejaar gebeurt de pilootstudie, de equivalentietest en de normering van de Thomas More CVC-lijsten in samenwerking met Govarts (2019) en Van Herck (2019). Govarts voert in haar bachelorproef de verdere analyse van de equivalentie uit zodat er onderzocht kan worden of de nieuwe lijsten en woorden van de Thomas More CVC-lijsten gelijkwaardig zijn aan elkaar. Van Herck legt de focus op de normering van de lijsten. Naar de zelftest van spraakaudiometrie versus de standaardafname en de bijkomstige reactietijden werd in deze studie verder onderzoek gedaan. Reactietijd zit niet verwerkt in de toon-, spraak- en tympanometrie, maar kan wel een meerwaarde bieden bij het interpreteren van de testresultaten. Uit eerder aangehaald onderzoek werd reeds duidelijk dat hoe zwakker de stimulus aangeboden wordt, hoe langer het duurt voordat er een respons komt (Piéron, 1920; Luce, 1986; Klapp, 2010). Het is daarom interessant om te kijken hoe dit zich manifesteert bij de zelftest van spraakaudiometrie en ook de vergelijking te maken met de reactietijden van de standaardafname. Er wordt daarom een antwoord gezocht op volgende onderzoeksvragen:

- 1) Komen de curves van de standaardafname en de zelftest van spraakaudiometrie met de nieuwe TM CVC-lijsten overeen?
- 2) Wat zijn de curves van de manuele reactietijd en verbale reactietijd in relatie tot de luisterinspanning?

Methodiek

Voorafgaand aan het eigenlijke onderzoek werd een pilootstudie uitgevoerd in samenwerking met Govarts (2019) en Van Herck (2019). Op basis van deze pilootstudie kon het geluidsniveau bepaald worden dat van belang was voor het equivalentie-onderzoek van de Thomas More CVC-lijsten waarop Govarts zich verder toespitst. Na deze testing kon Van Herck zich op haar beurt verdiepen op de normcurve van de nieuwe lijsten in vergelijking met de reeds bestaande Vlaamse NVA-referentiecurve. Beide studentes richtten zich op de standaardafname van spraakaudiometrie. In deze bachelorproef ligt de focus echter op de vergelijking tussen de curves van beide afnamecondities van spraakaudiometrie met de nieuwe Thomas More CVC-lijsten, namelijk de zelftest spraakaudiometrie die manueel gebeurt en de standaardafname waarbij de proefpersonen mondeling hun antwoord geven. Als tweede werd ook gekeken naar de reactietijden van de zelfafname en de verbale afname van spraakaudiometrie. De pilootstudie wordt hieronder toegelicht waarna de verdere focus op het vervolgonderzoek van deze bachelorproef ligt.

Pilootstudie

Proefpersonen

Voor dit onderzoek werd beroep gedaan op Nederlandstalige, normaalhorende jongeren met een chronologische leeftijd (CL in jaar; maanden) tussen 18 en 25 jaar. De proefpersonen werden persoonlijk via een informatiebericht op Facebook gecontacteerd. Om tijdens het testen zo correct mogelijk te handelen en te weten welke inclusiecriteria gehanteerd dienden te worden, werd naar ISO 8253-3:2012 (2012) gekeken. ISO 8253-3:2012 is een internationale standaard voor correcte spraakaudiometrie die onder andere procedures regelt voor de aanmaak van nieuw spraakmateriaal. Op vlak van de proefpersonen dient normaalhorendheid vastgesteld te worden met behulp van otoscopie en toonaudiometrie. Normaalhorend wil volgens deze internationale standaard zeggen dat de unilaterale drempels op 250, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000 en 8000 Hz minder of gelijk aan 10 dB HL dienen te zijn en dat maximaal twee drempels op 15 dB HL mogen liggen op het toonaudiogram. Om ook de werking van het middenoor objectief in kaart te brengen werd tympanometrie toegevoegd aan het vooronderzoek waarbij naar de middenoordruk, de statische compliantie en het gehoorgangvolume gekeken werd. De uiteindelijke proefgroep bestond uit zes proefpersonen zonder drop-out omdat alle gecontacteerde proefpersonen voldeden aan de inclusiecriteria. Alle proefpersonen werden aan hun rechteroor getest met behulp van een audiologische over-the-ear hoofdtelefoon. Idealiter was de verdeling in geslacht gelijk, maar dit werd niet noodzakelijk geacht. Tabel 1

geeft de proefpersonen ($N = 6$) weer en in Appendix B zijn de bijhorende toonaudiogrammen (TA) te vinden.

Tabel 1

Proefpersonen pilootstudie

Subject	Testdatum	Geslacht	CL	Otoscopie	Tympanometrie	Drempels TA (dB HL)
S1- piloot	20/11/2018	Vrouw	21;9	Normaal	Type A	Allen \leq 10
S2- piloot	20/11/2018	Man	24;2	Veel oorsmeer	Type A	6000 Hz: 15 Rest < 10
S3- piloot	21/11/2018	Man	21;3	Normaal	Type A	1500 Hz: 15 Rest \leq 10
S4- piloot	21/11/2018	Vrouw	23;1	Normaal	Type A	Allen \leq 10
S5- piloot	22/11/2018	Vrouw	20;9	Normaal	Type A	Allen \leq 10
S6- piloot	23/11/2018	Man	21;8	Normaal	Type As	Allen \leq 10

Het geïnformeerde toestemmingsformulier bevatte informatie over het onderzoek, garandeerde de anonimiteit van de proefpersonen en er werd ook toestemming gevraagd voor het gebruik van de resultaten. De proefpersonen werden allemaal tussen 20 en 23 november 2018 getest. Er werd ongeveer een uur per proefpersoon voorzien. Het geïnformeerde toestemmingsformulier werd op de dag zelf voorgelegd aan de proefpersonen (zie Appendix C) en getekend voor akkoord.

Procedure

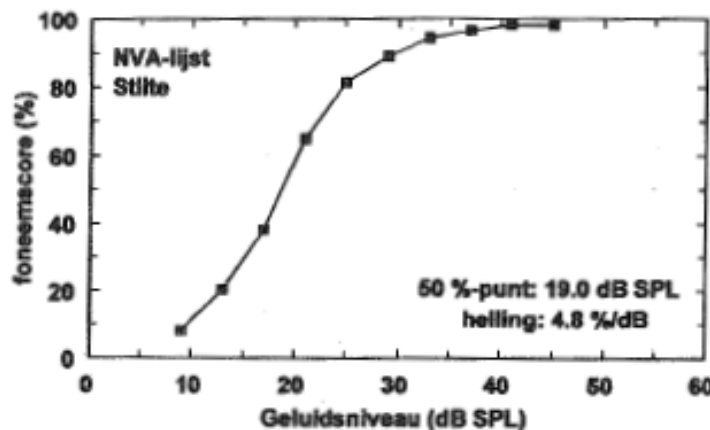
Dit onderzoek is een kwantitatief descriptief en observationeel onderzoek. Het is een momentopname waarbij ieder individu in de groep eenmalig gemeten werd. Dit design werd gekozen zodat de data die via de afname werden verzameld, statistisch verwerkt konden worden. Het is een observationeel onderzoek omdat er data verzameld werden door een interventie bij de proefpersonen uit te voeren. Dit deel van het onderzoek was essentieel om het geluidsniveau te bepalen in functie van verdere equivalentietesting (Govarts, 2019).

Om de gegevens zo betrouwbaar en valide mogelijk te verzamelen werd een testprotocol opgesteld waarin elke actie zorgvuldig beschreven werd en een stappenplan gevolgd kon worden. Ter onderbouwing van het protocol werd de ISO 8253-3:2012 standaard (2012) gebruikt. Daarin werden duidelijke instructies voor de afname zelf beschreven en naar de proefpersonen toe geformuleerd. Instructies die nuttig waren tijdens de pilootstudie werden opgenomen in het testprotocol. De testafname werd ook op voorhand ingeoeffend door de testleiders waarbij getraind werd om de afnames zo nauwkeurig mogelijk

te doen volgens het protocol. Hierdoor konden eventuele biases op voorhand uitgesloten worden. De proefpersonen zaten tijdens de test op een stoel in de geluidsarme audiocabine tegenover de audioloog die buiten de cabine zat. Voor de otoscopie werd de video otoscoop Aurical Otocam 300 gebruikt. De otoscoop werd via een USB-poort aangesloten aan de audiometer PC. In het programma OTOSuite versie 4.84 (Otometrics) werd de video van de otoscoop weergegeven en konden de beelden ook vastgelegd en opgeslagen worden. Ook voor de toon- en spraakaudiometrie werd OTOSuite gebruikt. De tonale drempels werden enkel aan het rechteroor vastgelegd tenzij het toonaudiogram niet voldeed aan de ISO 8253-3:2012 standaard of de proefpersonen op voorhand aangaven klachten te ondervinden van verminderd gehoor, suizingen, of andere problemen met het gehoor aan de rechterkant. Indien één van bovenstaande klachten het geval was, werd het linkeroor getest. Voor de spraakaudiometrie werd via de over-the-ear hoofdtelefoon telkens één lijst op 15, 20, 25, 30, 35 en 40 dB SPL aangeboden per proefpersoon totdat alle lijsten afgenomen waren. Het gebruikte spraakmateriaal waren de Thomas More CVC-lijsten die bestaan uit monosyllabische woorden die ingesproken werden door een vrouwelijke spreekster. De lijsten zelf en de randomisatie ervan zijn terug te vinden in Appendix A en Appendix D. De afname van de spraakaudiometrie gebeurde met behulp van een tablet (Acer) waarop de applicatie SAM (Seftest Audiometry) versie 1.0 geïnstalleerd stond. Deze applicatie is een gekalibreerde tool waar de lijsten per proefpersoon ingezet en opgeslagen konden worden. Cochlear Technology Center (2018) genereerde een handleiding om de SAM-tool correct te gebruiken. Een aantal instructies uit deze handleiding werden tevens opgenomen in het testprotocol om de kalibratie, het aanbieden, de scoring en de opslag van de woorden correct uit te voeren. Een AUX-kabel zorgde voor de connectie tussen de tool en de kabelbak van de geluidsarme cabine. Er werd voor elke proefpersoon een kalibratieruis afgespeeld via de tool en op de audiometer PC gekeken of de afwijking van de ruis niet meer dan 2 à 3 dB was. Het geluidsniveau gedurende de afname werd ingesteld via de audiometer PC en gestuurd via de Madsen Astera audiometer (Otometrics) die op zijn beurt aangesloten was op de kabelbak. Aangezien het over een standaardafname van spraakaudiometrie ging, dienden de proefpersonen de antwoorden mondeling te geven door een omnidirectionele multimedia microfoon (EM-172-Z1) zodat ze via de hoofdtelefoon van de testleider gehoord en genoteerd konden worden.

Verwerking

De verwerking van de gegevens gebeurde eveneens via de SAM-tool. In de tool werd automatisch een foneem- en lijstscore weergegeven. Per correct foneem kreeg de proefpersoon score 1. Elke lijst bevatte 25 woorden en 75 fonemen in totaal. De SRT werd berekend door het aantal correct herhaalde fonemen te delen door 75 en dat te vermenigvuldigen met 100. Die drempels werden vervolgens per geluidsniveau genoteerd op het spraakaudiogram. De SRT was het punt waarop 50% van de woorden verstaan werden. De bekomen curves werden vergeleken met de referentiecure, namelijk de Vlaamse NVA-foneemcurve in stilte (Figuur 2; Wouters, Damman en Bosmans, 1994).



Figuur 2. Vlaamse NVA-referentiecure in stilte voor spraakaudiometrie. Overgenomen uit *Vlaamse opname van woordenlijsten voor spraakaudiometrie* (p. 32) door J. Wouters, W. Damman en A. Bosman, 1994.

Vergelijking spraakcurves en reactietijden

Proefpersonen

Voor de verdieping van dit onderzoek werden de proefpersonen op dezelfde wijze gerekruteerd als voor de pilootstudie. Er werden negen proefpersonen gecontacteerd en getest. Ook hier werd voor de inclusiecriteria op dezelfde wijze de ISO 8253-3:2012 (2012) standaard gebruikt. Tabel 2 geeft de proefpersonen ($N = 8$) weer.

De drop-out bestond uit één proefpersoon die niet voldeed aan de inclusiecriteria. De toonaudiogrammen wordt in Appendix F weergegeven. Alle proefpersonen hadden een type A tympanogram. De verdeling per geslacht was gelijk. De proefpersonen werden allen tussen 6 en 12 februari 2019 getest waarbij ongeveer twee uur per proefpersoon voorzien werd. Het geïnformeerde toestemmingsformulier (Appendix G) werd op de dag van het testen gelezen en getekend.

Tabel 2

Proefpersonen zelftest en reactietijden

Subject	Testdatum	Geslacht	CL	Testkant	Otoscopie	Drempels TA (dB HL)
S1	06/02/2019	Vrouw	20;9	Rechts	Normaal	6000 Hz: 15 Rest ≤ 10
S2	06/02/2019	Man	24;4	Rechts	Veel oorsmeer	6000 Hz: 15 Rest ≤ 10
S3	12/02/2019	Man	22;6	Rechts	Normaal	6000 Hz: 15 Rest ≤ 10
S4	07/02/2019	Vrouw	21;11	Rechts	Normaal	Allen ≤ 10
S5	11/02/2019	Man	23;5	Links	Normaal	500 & 4000 Hz: 15 Rest ≤ 10
S6	08/02/2019	Vrouw	22;6	Links	Slijmvormig oorsmeer	6000 Hz: 15 Rest ≤ 10
S7	12/02/2019	Vrouw	21;2	Rechts	Normaal	4000 & 6000 Hz: 15 Rest = 10
S8	12/02/2019	Man	22;7	Rechts	Normaal	6000 & 8000 Hz: 15 Rest ≤ 10

Procedure

Dit deel van het onderzoek is eveneens een kwantitatief descriptief en observationeel onderzoek. De keuze van dit onderzoeksdesign is gelijk aan dat van de pilootstudie. In dit deel van het onderzoek werd op drie elementen verder toegespitst, namelijk 1) de zelfafname (ZA) of manuele afname van spraakaudiometrie waarbij de proefpersonen de gehoorde woorden manueel intypten in de eerder vernoemde SAM-tool, 2) de verbale of standaardafname (VA) van spraakaudiometrie waarbij de proefpersonen de gehoorde woorden mondeling dienden te herhalen en de testleider deze noteerde in de SAM-tool en 3) de analyse van de manuele reactietijden (MRT) en de verbale reactietijden (VRT) in relatie tot de resultaten op de NASA-TLX (vragenlijst).

Het testprotocol werd opnieuw met behulp van de ISO 8253-3:2012 (2012) standaard en de handleiding van de SAM-tool (2018) opgesteld in twee delen waarbij het eerste deel de werkwijze, instructies, kalibratie en afstelling van het testmateriaal van de ZA beschreef en het tweede deel hetzelfde beschreef, maar voor de VA. De instructies van de standaard omvatten onder andere 1) welk oor er (eerst) getest zou worden, 2) welk soort testitems het zijn en welke responsmodaliteit geopteerd wordt, 3) de nood om te antwoorden (aan welk oor de spraak ook wordt gehoord) hoe zwak het ook klinkt, 4) de nood om zo snel mogelijk te antwoorden vanaf het moment dat het testitem gehoord werd en 5) bij een verbale respons

het gehoorde testitem zo duidelijk mogelijk te herhalen, ook al heerst er onzekerheid over de correctheid van de respons. Op het derde criteria werd extra focus gelegd ter motivatie van de proefpersonen. De proefpersonen zaten tijdens de testing in profiel op een stoel in de geluidsarme audiocabine tegenover de audioloog die buiten de cabine zat. Voor de otoscopie werd eveneens de video otoscoop Aurical Otocam 300 gebruikt. Voor de toonaudiometrie werd de Diagnostic Audiometer AD229 (Interacoustics) gebruikt. De tonale drempels werden via luchtgeleiding enkel aan het rechteroor vastgelegd en ook hier werd de ISO 8253-3:2012 standaard gebruikt. Bij meer dan twee drempels op 15 dB aan het rechteroor diende ook het linker oor getest te worden. Aangezien de toonaudiometrie unilateraal gebeurde, werd een over-the-ear hoofdtelefoon gebruikt. Voor de spraakaudiometrie werden zowel voor de ZA als de VA de Thomas More CVC-lijsten gebruikt en gerandomiseerd (weergegeven in Appendix H). Er werd geadviseerd om de helft van de proefpersonen te laten starten met de ZA en de andere helft met de VA en daarna te wisselen. De afname van de spraakaudiometrie gebeurde in vrije veld met behulp van de SAM-tool, een luidspreker (Creative) en een tv-scherm (Lenovo). Het tv-scherm en de luidspreker waren ingeplugd in een wireless station zodat beiden met elkaar geconnecteerd waren. Om het tv-scherm te verbinden met de SAM-tablet werd ClickShare for Windows gebruikt. Hiervoor werd een dongle via een USB-poort verbonden met de tablet. Door ClickShare te activeren op de SAM-tablet en de dongle te activeren, werd het beeld van de SAM-tablet ook op het tv-scherm weergegeven. Door de bekabeling van het tv-scherm en de luidspreker van stroom te voorzien, kon de cabine niet helemaal gesloten worden en was er een kier aanwezig van maximaal 1,5 cm. De woordenlijsten voor de ZA en de VA werden afzonderlijk opgeslagen zodat er geen misverstanden konden ontstaan voor de proefpersonen bij het selecteren van de af te nemen lijsten. Bij het invullen van de NASA-Task Load Index (NASA-TLX, 1988, zie verder) stond bij elke lijst op welk geluidsniveau deze afgenomen zou worden. De testing vond plaats in vrije veld waarbij de luidspreker (geluidsbron) op één meter afstand van het hoofd van de proefpersoon geplaatst werd zodat het geluid vooraan werd aangeboden. Als extra instructie dienden de proefpersonen tegen de leuning van hun stoel te blijven zitten en niet naar voor te hellen bij moeilijk verstaanbare woorden. Voor de VA werd de SAM-tool gekoppeld aan het tv-scherm zodat de proefpersoon naar het scherm kon kijken om te weten wanneer er een woord aangeboden werd. Dit werd zichtbaar door een luidspreker-icoon dat op het scherm verscheen telkens er een aanbieding van een woord volgde. De testleider zat bij dit deel mee in de geluidsarme cabine omdat enerzijds de apparatuur het niet toeliet om een microfoon te gebruiken en anderzijds de verbale responsen met een recorder vast werden gelegd per lijst, wat anders voor heel veel heen en weer geloop en een langere testafname zou zorgen. De testleider noteerde de

verbale respons in de SAM-tool. Voor de ZA werd de SAM-tool via een AUX-kabel geconnecteerd met de luidspreker en had de proefpersoon de tablet gedurende de test in handen. Op de tablet kregen de proefpersonen hetzelfde beeld te zien als op het scherm en wisten ze dus ook aan de hand van het luidspreker-icoon wanneer een woord aangeboden werd. De testleider bevond zich tijdens dit deel buiten de audiocabine met zicht op de proefpersoon. De kalibratie werd voor het testen van elke proefpersoon en elke testconditie uitgevoerd. De kalibratieruis werd afgespeeld via de tool. Tijdens deze ruis werd een Voltcraft decibelmeter SL-200 naast het oor van de proefpersoon (op één meter afstand) gehouden en werd gemeten of de ruis 65 dB C slow setting bedroeg. Indien dit niet het geval was, kon het geluidsniveau via de geluidsknop op de luidspreker aangepast worden. Het geluidsniveau voor het afspelen van de woorden werd via de SAM-tool ingesteld bij het ingeven van de lijsten.

Om de vergelijking tussen VRT en MRT te maken, werden de VRT vastgelegd door een Zoom H2 Handy Recorder schuin voor de luidspreker te plaatsen waardoor zowel het testwoord als de respons vastgelegd konden worden. De MRT werden in de tool automatisch vastgelegd. Het betrof de tijd tussen het aanbieden van het woord en het intypen van de respons. Hiervoor diende geen extra apparatuur geplaatst te worden.

Als objectieve maat en comparator voor luisterinspanning werd de NASA-TLX (1988) ingebouwd bij beide manieren van afname. De proefpersonen dienden voor zes onderdelen uit de vragenlijst (schaal) een score op 20 te geven na de eerstvolgende lijst op 45, 30 en 20 dB SPL. De onderdelen waren gericht op de inspanning en prestatie die er geleverd werd, namelijk 1) mentaal, 2) fysiek, 3) temporaal, 4) prestatie, 5) inspanning en 6) frustratie.

Verwerking

Bij de verwerking van de gegevens, werd verondersteld dat de TM CVC-lijsten reeds equivalent zijn. Een verdere bespreking hiervan komt in het onderzoek van Govarts (2019) aan bod. Om een antwoord te formuleren op eerder beschreven onderzoeksvragen werden zowel de beschrijvende als inductieve statistiek gebruikt. Hiervoor werden het Basishandboek SPSS 24 (de Vocht, 2016), het boek Inleiding in de statistiek voor de gedragswetenschappen (Valkeneers & Vanhoomissen, 2012) en het boek Inductieve statistiek voor de gedragswetenschappen (Vanhoomissen & Valkeneers, 2014) geraadpleegd. Voor het analyseren en weergeven van de resultaten werden de programma's Statistical Package for the Social Sciences (IBM SPSS Statistics; IBM, 2017) en Microsoft Excel (2017) gebruikt.

Om de eerste onderzoeksvraag over het al dan niet overeenkomen van de curves van de ZA en de VA met de nieuwe Thomas More CVC-lijsten te beantwoorden, werden de scores van alle lijsten uitgemiddeld over alle proefpersonen. Het uitmiddelen gebeurde voor beide afnamecondities apart en gaf een percentage per geluidsniveau weer. De curves die hieruit voortvloeiden, werden vergeleken met de Vlaamse NVA-referentiecurve (zie eerder in Figuur 2) en uitgezet in een lijndiagram. Er werd daarbij ook de standaarddeviatie (SD) uitgezet die zichtbaar is in de verticale lijnen. Om geen overlapping van de curves te hebben, werden de resultaten per intensiteit 1 dB uit elkaar gezet.

Aangezien het over twee condities van afname ging, werd ook onderzocht of deze factor een invloed had op de scores. Alvorens dit kon gebeuren, werd een normaliteitstoets uitgevoerd om na te gaan of de variabelen normaal verdeeld waren. Er werd een normal Quantile-Quantile plot (normal Q-Q plot) gebruikt waarbij per geluidsniveau en afnameconditie de verdelingen tegen elkaar afgezet werden in spreidingsdiagrammen. Om daarnaast te onderzoeken of deze bekomen verdelingen al dan niet significant van een normaalverdeling verschilden, werd de Shapiro-Wilk toets uitgevoerd. De Shapiro-Wilk toets werd als normaliteitstoets gekozen omdat deze toets de voorkeur heeft bij kleinere steekproeven ($N \leq 50$). De variabiliteit van de resultaten in beide condities en de gelijke verdeling werd nagegaan door de t-toets voor twee onafhankelijke steekproeven te gebruiken indien een normaalverdeling bleek uit de Shapiro-Wilk toets. De t-toets voor twee onafhankelijke variabelen gaat na of de gemiddelden van de resultaten van beide populaties aan elkaar gelijk zijn. De variabiliteit van de resultaten in beide condities kon berekend worden met behulp van de Levene's Test for Equality of Variances. De Levene's test vormt een belangrijk vooronderzoek om de t-toets juist te interpreteren. Het niet-parametrische alternatief indien er geen normaalverdeling zou blijken, was de Mann-Whitney of ook wel de Wilcoxon rank-sum toets genoemd (de Vocht, 2016). Met deze toets werd nagegaan of beide steekproeven afkomstig zijn uit populaties met een gelijke verdeling (de Vocht, 2016).

Bij de tweede onderzoeksvraag over de weergave van VRT en MRT in relatie tot de luisterinspanning werden de resultaten opnieuw uitgemiddeld over alle proefpersonen per conditie. Om de VRT te analyseren, diende een betrouwbaar volautomatisch signaalverwerkingsalgoritme gemaakt te worden dat bij de opnames correct kon nagaan wanneer een woord uit de luidspreker kwam en hoeveel tijd later hier door de proefpersonen verbaal op geantwoord werd. Deze bekomen data werden daarna nog omgezet in het juiste formaat (in milliseconden) om verdere bewerkingen te kunnen doen. De reactietijden van de ZA werden uit de outputfiles van de SAM-tool gehaald. Met de bekomen resultaten werd per afnameconditie en voor elk geluidsniveau een gemiddelde berekend. De bijhorende curves werden opnieuw in een lijndiagram weergegeven om visuele ondersteuning te bieden.

Daarnaast werd ook een frequentietabel weergegeven ter verduidelijking van de reactietijden in beide condities. Ook bij de reactietijden werd eerst de normaalverdeling van de gegevens nagegaan door achtereenvolgens een normal Q-Q plot per geluidsniveau en de Shapiro-Wilk toets uit te voeren. Indien uit de Shapiro-Wilk toets zou blijken dat de reactietijden normaal verdeeld zouden zijn kon opnieuw de t-toets voor twee onafhankelijke steekproeven gebruikt worden met inbegrip van de Levene's test. Indien de reactietijden in (een van) beide condities niet normaal verdeeld zouden zijn, kon de Mann-Whitney toets als niet-parametrische variant gebruikt worden. Om het lineaire verband tussen VRT en MRT te onderzoeken, werd de Pearson's correlatiecoëfficiënt gebruikt.

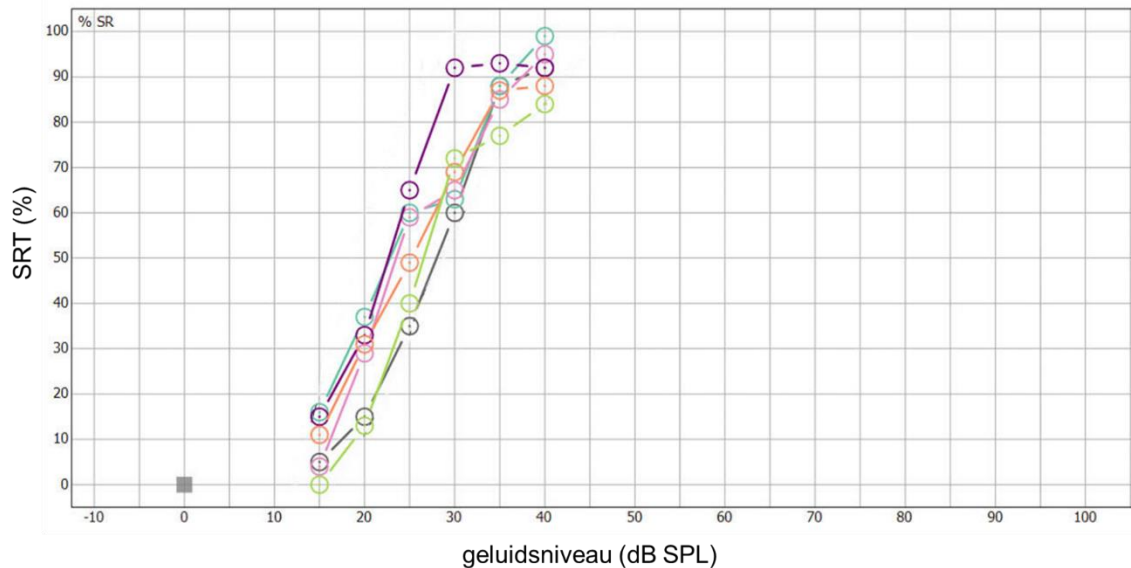
Om voorgaande resultaten in relatie te brengen met luisterinspanning werd de NASA-TLX (1988) afgenomen. Voor beide afnamecondities werd de focus enkel gelegd op onderdelen 4) prestatie en 5) inspanning. Prestatie werd op de vragenlijst beschreven als "hoe succesvol denk je te zijn in het bereiken van de doelen van de taak die door de onderzoeker (of jezelf) werden gesteld? Hoe tevreden was je met je prestatieniveau?". Inspanning werd gedefinieerd als "hoe hard moest je werken (mentaal en fysiek) om je prestatieniveau te bereiken?". Beide definities werden mondeling geïnstrueerd tijdens de afname. De scores op beide parameters werden per geluidsniveau (op 20, 30 en 45 dB SPL) en per afnameconditie weergegeven en omgezet in een percentage. Zo werd duidelijk per parameter en voor de drie geluidsniveaus wat het verschil in score was. Naast een beschrijvende weergave van de resultaten werd vier maal de Pearson's correlatiecoëfficiënt berekend voor 1) MRT en inspanning, 2) MRT en prestatie, 3) VRT en inspanning en 4) VRT en prestatie om mogelijks verbanden op te sporen.

Naast de vergelijking van de reactietijden enerzijds werd ook nagegaan of de toename in reactietijd voornamelijk kwam door het dalen van het geluidsniveau of dat anderzijds het maken van fouten hier ook een invloed op had. Hiervoor werden enkel voor de ZA per geluidsniveau twee box-plots berekend. De eerste box-plot gaf het aantal foute woordcores weer (score 0) en de andere de juiste woordcores (score 1).

Resultaten

Pilootstudie

De drempelcurves van elke proefpersoon ($N = 6$) werden uitgezet op een spraakaudiogram. Figuur 3 geeft de resulterende curves van de pilootstudie weer. In Appendix E worden de scores (%) per geluidsniveau en proefpersoon weergegeven.



Figuur 3. Scores CVC-lijsten Thomas More pilootstudie

S1 = Grijs, S2 = appelblauwzeegroen, S3 = roze, S4 = paars, S5 = oranje en S6 = felgroen

Uit de resultaten bleek dat de SRT's van de proefpersonen allen meer dan 20 dB SPL, maar minder dan 30 dB SPL bedroegen. De drempelwaarden worden in Tabel 3 weergegeven.

Tabel 3

SRT per proefpersoon

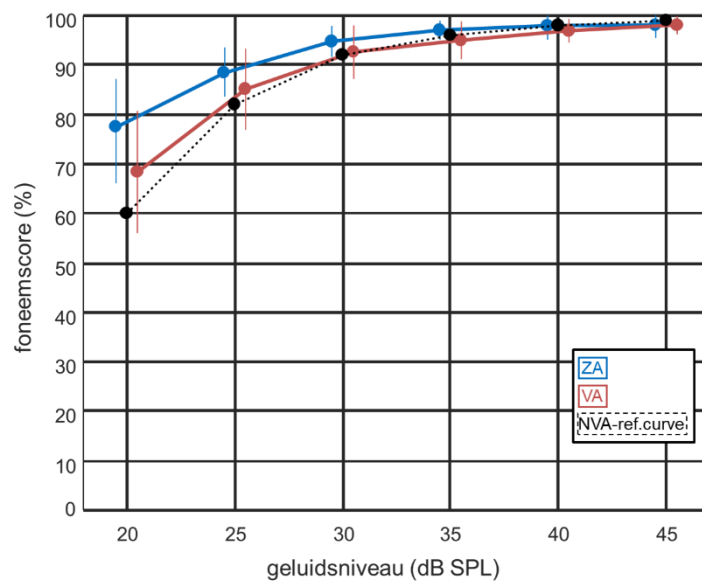
Subject	SRT (dB SPL)
S1-piloot	29
S2-piloot	23
S3-piloot	23
S4-piloot	23
S5-piloot	25
S6-piloot	27

Aan de hand van deze resultaten werd de gemiddelde SRT berekend en kon besloten worden dat deze op 25 dB SPL lag. Dit gaf aan dat de luidheid 25 dB SPL diende te zijn voor het equivalentie-onderzoek. De resultaten hiervan en het vervolgonderzoek worden weergegeven in de bachelorproeven van Govarts (2019) en Van Herck (2019).

Vergelijking spraakcurves en reactietijden

Vergelijking curves

In Figuur 4 worden met behulp van de beschrijvende statistiek de NVA-referentiecurve en de TM CVC-curves voor beide afnamecondities weergegeven. De curves werden over de acht proefpersonen en 26 lijsten heen uitgemiddeld. Deze weergave van de resultaten is een eerste inschatting of de variabiliteit van de lijsten al dan niet beduidend was.



Figuur 4. TM CVC-curves in vergelijking met de NVA-referentiecurve. De verticale lijnen geven +/- 1 standaarddeviatie weer.

In het bekomen spreidingsdiagram van het normal Q-Q plot per afnameconditie en geluidsniveau (Appendix I) leken alle punten op het eerste zicht onvoldoende op een rechte lijn te liggen. Om na te gaan of deze verdelingen per geluidsniveau dan ook significant verschilde van de normaalverdeling werd de Shapiro-Wilk toets uitgevoerd. De nulhypothese stelde voor alle geluidsniveaus dat de variabelen normaal verdeeld waren. Uit de resultaten van de Shapiro-Wilk toets bleek dat alle geluidsniveaus van de VA een overschrijdingskans van $> \alpha = .05$ hadden. De nulhypothese werd dus met een betrouwbaarheid van 95% ($\alpha = .05$) niet verworpen en de variabelen mogen als normaal verdeeld beschouwd worden. Voor de ZA werd de nulhypothese op 20 dB SPL niet verworpen ($p = .052 > \alpha = .05$). Op de andere geluidsniveaus van de ZA werd de nulhypothese verworpen wegens een overschrijdingskans van $\leq \alpha = .05$. Dit betekende voor de ZA dat de resultaten niet normaal verdeeld waren op 25, 30, 35, 40 en 45 dB SPL. In Tabel 4 worden de resultaten per geluidsniveau en afnameconditie weergegeven.

Tabel 4

Resultaten normaalverdeling VA en ZA per geluidsniveau

Geluidsniveau (dB SPL)	Afnameconditie	Significantie
45	VA	.015*
	ZA	.004
40	VA	.103*
	ZA	.001
35	VA	.161*
	ZA	.002
30	VA	.125*
	ZA	.040
25	VA	.325*
	ZA	.001
20	VA	.157*
	ZA	.052*

Om na te gaan of de VA en de ZA afkomstig zijn uit identieke populaties, werd de Mann-Whitney toets uitgevoerd. Deze non-parametrische toets werd gebruikt omwille van de niet-normale verdeling bij de ZA. De nulhypothese luidde opnieuw voor alle geluidsniveaus dat beide steekproeven afkomstig zijn uit populaties met gelijke verdelingen. Aan de hand van de tweezijdige overschrijdingskans werd de nulhypothese voor 25, 30, 35, 40 en 45 dB SPL niet verworpen (asymptotische significanties $> \alpha = .05$). De verdeling van scores bij de VA en de ZA waren op deze geluidsniveaus gelijk. De verdeling van de scores van de VA en de ZA waren niet gelijk op 20 dB SPL. In Tabel 5 wordt een overzicht gegeven van de resultaten.

Tabel 5

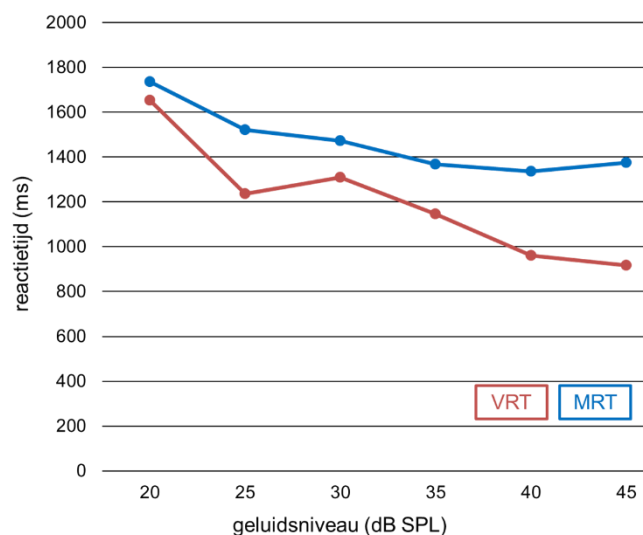
Resultaten Mann-Whitney VA en ZA per geluidsniveau

Geluidsniveau (dB SPL)	Asympt. sign. (tweezijdig)
45	.761*
40	.318*
35	.392*
30	.327*
25	.200*
20	.036

De nulhypothese voor de algemene verdeling van de scores van de VA en de ZA werd niet verworpen (asympt. sign. = .087 > α = .05). De globale verdeling van scores van beide afnamecondities zijn gelijk.

Reactietijd

Uit het lijndiagram van de resultaten van beide afnamecondities lijkt de reactietijd af te nemen bij hogere geluidsniveaus. De reactietijden van beide condities stijgen naarmate het geluidsniveau stiller wordt. Figuur 5 geeft de gemiddelden van de resultaten weer. In Appendix J worden ter verduidelijking de gemiddelde waarden per geluidsniveau en afnameconditie weergegeven.



Figuur 5. Gemiddelde VRT en MRT voor de zes geluidsniveaus

Om ook hier de spreiding van de gegevens na te gaan bij beide afnamecondities werden de normal Q-Q plot en de Shapiro-Wilk toets uitgevoerd. In de bekomen spreidingsdiagrammen lagen niet alle punten op een rechte lijn voor zowel de MRT als voor de VRT (zie Appendix K). Om na te gaan of de verdelingen significant verschilden van de normaalverdeling werd de Shapiro-Wilk toets uitgevoerd. De nulhypothese stelde opnieuw dat VRT en MRT normaal verdeeld waren. Voor de MRT gaven resultaten een overschrijdingskans van $p = .197$ aan. Bij de VRT resulteerde een overschrijdingskans van $p = .619$. Dit betekent dat de nulhypothese met een betrouwbaarheid van 95% ($\alpha = .05$) niet verworpen werd ($p = .197$ en $p = .619 > \alpha = .05$) en de variabelen dus normaal verdeeld beschouwd mochten worden. Aangezien de steekproevenverdelingen normaal verdeeld bleken, werd de t-toets voor twee onafhankelijke steekproeven uitgevoerd. Als nulhypothese werd gesteld dat de gemiddelden van beide afnamecondities uit twee populaties (VRT en MRT) aan elkaar gelijk zijn. Nader bekeken wordt er getoetst of de gemiddelde reactietijden van de VRT en de VRT niet

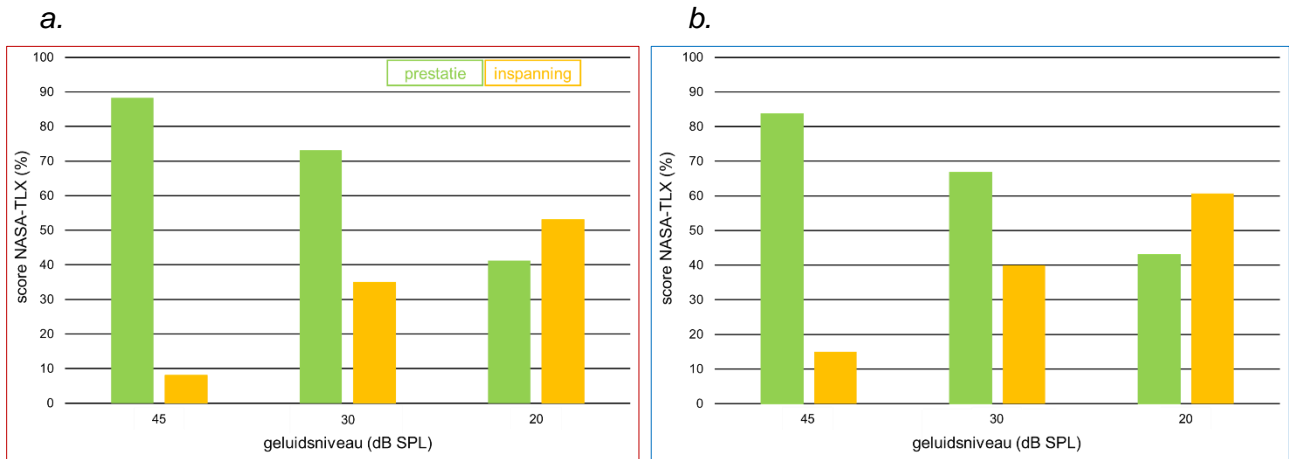
significant van elkaar verschillen. Voorafgaand aan de t-toets voor twee onafhankelijke steekproeven werd de Levene's test voor gelijkheid van varianties uitgevoerd. De nulhypothese stelde dat de varianties van VRT en MRT aan elkaar gelijk zijn. Uit de resultaten van de Levene's test bleken de varianties niet significant te verschillen van elkaar ($p = .273 > \alpha = .05$) waardoor de nulhypothese niet verworpen werd. De t-toets voor twee onafhankelijke steekproeven waarbij gelijke varianties aangenomen werden, gaf een tweezijdige overschrijdingskans van $p = .61$. Hierdoor werd de nulhypothese met een betrouwbaarheid van 95% ($\alpha = .05$) niet verworpen ($p = .61 > \alpha = .05$). De gemiddelde scores verschilden niet significant van elkaar.

Vervolgens werd als laatste de Pearson's correlatiecoëfficiënt gebruikt om de sterkte en richting van het verband tussen VRT en MRT weer te geven. Uit de correlatiematrix bleek dat de correlatiecoëfficiënt significant is tot op het betrouwbaarheidsniveau van 99% ($\alpha = .01$). Er bestaat een hoog positief verband tussen VRT en MRT. Ter verduidelijking worden in Tabel 6 de correlatiematrix weergegeven.

Tabel 6

		MRT
VRT	Pearson Correlatie	.940
	Significantie (tweezijdig)	.005

Uit de resultaten op de NASA-TLX (1988) blijkt dat bij zowel de VA als de ZA de woorden met een lager geluidsniveau meer inspanning vergden. Bijvoorbeeld in Figuur 6a. bij het onderdeel prestatie bij de VA, geven de proefpersonen aan dat ze gemiddeld 88,1% van de taak (woorden) denken juist te hebben bij diegenen die op 45 dB SPL werden aangeboden werden. De inspanning op dit geluidsniveau is echter gering (8,1%). Hieronder wordt ook de rest van de resultaten in Figuur 6 weergegeven.



Figuur 6. Resultaten NASA-TLX voor beide afnamecondities

- a. VA
- b. ZA

Naast deze beschrijvende weergaven van de resultaten werden twee correlatieanalyses per afnameconditie uitgevoerd als externe validiteitstest. Het betrof per conditie een correlatieanalyse voor zowel het topic prestatie als het topic inspanning. De eerste betrof een correlatie tussen de MRT in functie van het geluidsniveau en de NASA-TLX inspanningsscores op de drie geteste niveaus. De vooronderstelling van de correlatie was, dat het verband tussen beide variabelen lineair is en werd berekend met de Pearson's correlatiecoëfficiënt. De tweede correlatieanalyse ging het verband na tussen MRT en de prestatiescores op de vragenlijst. Tabel 7 geeft de resultaten voor de MRT weer.

Tabel 7

Pearson Correlaties MRT – inspanning en MRT – prestatie op de NASA-TLX

		Inspanning	Prestatie
MRT	Pearson Correlatie	.952	-.988
	Significantie (tweezijdig)	.198	.100

Uit de correlatiematrix blijkt dat er een hoge positieve correlatie ($r = .952$) bestaat tussen MRT en het topic inspanning. Als de scores op de vragenlijst toenemen, wat betekent dat er meer inspanning geleverd wordt, neemt ook de reactietijd toe. Voor het topic prestatie bleek een hoge negatieve correlatie ($r = -.988$). Hoe sneller de proefpersonen het aangeboden woord herhaalden (afnemende reactietijd), hoe beter ze dachten te scoren. De correlatiecoëfficiënten bleken echter beiden niet significant $p = .198$ en $p = .100 > \alpha = .05$.

De correlatieanalyses van de VRT betrof enerzijds de correlatie tussen de VRT en de inspanningsscore en anderzijds de correlatie tussen de VRT en de prestatiescores. De vooronderstelling en werkwijze waren dezelfde. Tabel 8 geeft de resultaten weer.

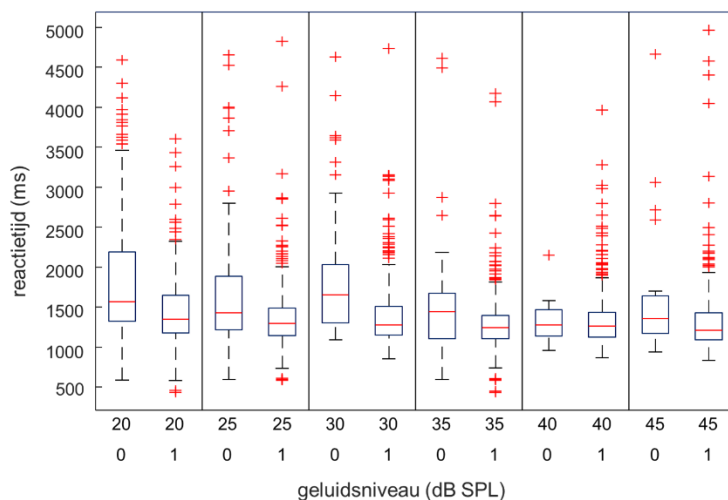
Tabel 8

Pearson Correlaties VRT – inspanning en VRT – prestatie op de NASA-TLX

		Inspanning	Prestatie
VRT	Pearson Correlatie	.997	-.972
		Significantie (tweezijdig)	
		.048	.152

Ook hier neemt de reactietijd toe als de inspanningsscore toeneemt. Anderzijds bleek voor prestatie een hoge negatieve correlatie met de VRT wat ook hier betekent dat de reactietijd afneemt bij stijgende prestatiescores. De correlatiecoëfficiënt van VRT en inspanning bleek significant ($p = .048 \leq \alpha = .05$). De correlatiecoëfficiënt van VRT en prestatie bleek niet significant ($p = .152 > \alpha = .05$).

In onderstaande box-plot in Figuur 7 worden per geluidsniveau de goed en fout herkende woorden weergegeven. In de box-plot worden de mediaanwaarden weergegeven.



Figuur 7. Reactietijd in relatie tot de goed en fout herkende woorden bij de ZA

Notatie 0 = woorden die fout herkend zijn

Notatie 1 = woorden die goed herkend zijn

Woorden die fout herkend zijn, blijken uit de resultaten een langere reactietijd te hebben dan correct herkende woorden. De toename van reactietijd lijkt eerder te wijten aan twijfel en het maken van fouten dan door de afname van geluidsniveau.

Discussie

Uit de resultaten bleek dat de verdeling van de scores gelijk waren op 25, 30, 35, 40 en 45 dB SPL zijn (asympt. significanties $> \alpha = .05$). De globale verdeling van de scores was voor beide afnamecondities eveneens gelijk (asympt. sign. = $.087 > \alpha = .05$). Met deze resultaten werd een antwoord op de eerste onderzoeksvraag geformuleerd. Op de tweede onderzoeksvraag konden meerdere antwoorden gegeven worden. De gemiddelden van de VRT en de MRT waren aan elkaar gelijk ($p = .61 > \alpha = .05$) en de varianties verschilden niet significant van elkaar ($p = .273 > \alpha = .05$). Het hoog positief verband tussen VRT en MRT werd bevestigd met een correlatiecoëfficiënt van $r = .940$ met een significantie van $p = .005$. De reactietijden van beide afnamecondities werden in verband gebracht met het geluidsniveau. De reactietijd lijkt in beide afnamecondities te stijgen naarmate het geluidsniveau stiller wordt. Dit indiceert dat de luistertijd toeneemt bij een stillere aanbidding van de woorden. Om de relatie met de luisterinspanning te objectiveren werd voor zowel het topic inspanning als het topic prestatie een correlatieanalyse uitgevoerd per afnameconditie. De correlaties tussen MRT en VRT en prestatie bleken hoge, negatieve correlaties te zijn. Hoe hoger de score op prestatie, hoe korter de reactietijd (VRT: $r = -.972$ MRT: $r = -.988$). De correlaties tussen beide afnamecondities en inspanning bleken beide hoge, positieve correlaties. Indien er meer inspanning geleverd werd en de score dus hoger was, nam de reactietijd ook toe. De indicatie dat de luistertijd toeneemt bij een stillere aanbidding van de woorden wordt bevestigd (VRT: $r = .997$, MRT: $r = .952$). Enkel de correlatiecoëfficiënt van de VRT en het topic inspanning bleek significant ($p = .048 \leq \alpha = .05$).

De Thomas More CVC-lijsten bevatten 26 lijsten met elk 25 woorden en de woorden zijn bovendien fonetisch gebalanceerd. Door dit groot aantal woorden kan een betrouwbaarder resultaat bekomen worden omdat de kans op een leereffect kleiner wordt. Door te testen met deze nieuwe lijsten kon tegemoet gekomen worden aan een aantal bedenkingen die eerder door Hammer, Coene en Govaerts (2013) werden geformuleerd. Met de SAM-tool kan op een eenvoudige manier meer dan enkel een algemene foneemscore gegeven worden waardoor er inzicht in de foutenpatronen ontstaat en dit op zijn beurt tot meer testprecisie leidt. In de outputfiles van de SAM-tool wordt onder andere 1) de afgenomen lijst en intensiteit, 2) het correct aantal fonemen en woorden, 3) het totaal aantal fonemen en woorden, 4) de foneemscore per woord, 5) de gedetailleerde weergave van de doelwoorden en de respons en 6) de reactietijden per woord weergegeven. Aangezien uit de resultaten bleek dat de verdeling van scores voor de VA en de ZA niet significant van elkaar verschilden op vijf van de zes geluidsniveaus, kan de methode van de ZA op gepaste wijze geïmplementeerd worden in de audiologische praktijk. Masalski en Kręcicki (2013) zagen een mogelijkheid om een web-gebaseerde zuivere toonaudiometrie

toe te passen in screening tests en beschreven dat wijzigingen in de methode van hun applicatie (zoals de kalibratie ervan) kon leiden tot een vermindering van meetfouten. Ook bij de ZA van spraakaudiometrie op de SAM-tool is het voorbereidend werk van belang om meetfouten te voorkomen of te reduceren. Zo zijn de kalibratie en de instructies twee cruciale stappen om de zelfafname correct te laten verlopen en zo betrouwbaar mogelijke resultaten te bekomen. Dit vraagt niet veel tijd voor de testleider en kan beduidend zijn voor de prestatie van de cliënt.

Reactietijd is zoals eerder beschreven een eenvoudige en veel gebruikte maatstaf voor gedragsresponsen (Baayen & Milin, 2010) en wordt ook beschreven als de meest algemene gedragsmeting van verwerkingssnelheid (Pichora-Fuller et al., 2016). Wu en collega's (2016) beschreven in de literatuur dat cognitieve belasting en inspanning variëren met spraakverstaanbaarheid. Desondanks zit reactietijd niet verwerkt in de audiologische testbatterij en kan die echter wel een meerwaarde bieden bij het interpreteren van testresultaten. Uit eerder aangehaald onderzoek werd reeds duidelijk dat een zwakkere stimulus zorgt voor een langere reactietijd en dat reactietijd een negatieve vertragingfunctie is van een stimulusintensiteit; hoe zwakker de stimulus hoe langer de reactietijd (Piéron, 1920; Luce, 1986). De resultaten van dit onderzoek volgen deze bevindingen. Er kan nog een nuance gemaakt worden waarbij de toenemende reactietijd niet enkel te maken heeft met de afname van de intensiteit van de stimulus, maar ook met de fouten die personen maken. Welford (1980) nuanceerde dit gegeven ook al eerder waarbij hij beschreef dat reactietijd in relatie tot de duur of de complexiteit van de respons bekeken kan worden. De bevindingen sluiten eveneens aan bij wat Klapp (2010) omschreef, namelijk dat de studietijd (de tijd waarin personen hun respons voorbereiden of programmeren) toeneemt als een functie van responscomplexiteit.

In eerder aangehaald onderzoek van Meister en collega's (2018) werd reactietijd reeds als maat voor cognitieve belasting gebruikt tijdens een spraak-in-ruis test. Deze cognitieve belasting werd beoordeeld op een 13-puntsschaal van luistermoeite (Luts et al., 2010). Uit hun resultaten op deze subjectieve schaal voor luisterinspanning werden voornamelijk effecten van verstaanbaarheidsniveau weergegeven waardoor het ook in deze bachelorproef interessant was om de inspanning op verschillende geluidsniveaus vast te leggen. Want ook de luisterinspanning die gelinkt kan worden aan de reactietijd wordt tot op heden niet opgenomen in de audiologische testbatterij maar kan eveneens een meerwaarde bieden bij het interpreteren van de testresultaten (Meister et al., 2018).

Alle Thomas More CVC-lijsten werden bij zowel de pilootstudie als het vervolgonderzoek in deze bachelorproef afgenomen. Voor het vervolgonderzoek kon hierdoor een duidelijke vergelijking gemaakt worden voor beide afnamecondities. Het

voorbereidend werk voor de testings en het testprotocol per afnameconditie wat daaruit volgde, waren voldoende theoretisch onderbouwd en vormden een goede houvast tijdens de testafnames. Door de duidelijke werkwijze, werden zo min mogelijk belangrijke topics buiten beschouwing gelaten en kon voor elke proefpersoon op identiek dezelfde manier gehandeld worden. Het toevoegen van de NASA-TLX (1988) was een goede externe validiteitscheck om de luisterinspanning, die een belangrijke focus heeft in dit onderzoek, meer te onderbouwen dan enkel de reactietijden uit beide afnamecondities te analyseren. Ook de goede correlatie tussen de onderdelen van de vragenlijst en beide afnamecondities vormden een pluspunt bij het interpreteren van de resultaten. Het is positief dat op een aantal vlakken een duidelijke link met de audiologische (en eventueel logopedische) praktijk gelegd kon worden.

Deze bachelorproef heeft echter ook een aantal onvolkomenheden. Zo is bijvoorbeeld de kier van maximaal 1,5 cm van deur van de audiocabine tijdens de testings een minpunt omdat die mogelijks een invloed op de resultaten zou kunnen hebben. Achtergrondgeluid kon daardoor niet in die mate gedempt worden als dat het gebeurt bij een gesloten audiocabine. Een ander puntje van kritiek gaat over de positionering van de testleider. Bij de VA zat de testleider mee in de audiocabine, wat voor storende geluiden kon zorgen, terwijl dit bij de ZA niet zo was. Dit zou voor differentiatie kunnen zorgen tussen beide afnamecondities. Vervolgens wordt ook opgemerkt dat om de VRT vast te leggen, het signaalverwerkingsalgoritme enigszins geoptimaliseerd werd. Er waren toch nog veel situaties waar het script minder dan 25 reactietijden vond (bij stille geluidsniveaus waar achtergrondlawaai met spraak verward werd). Ook het omgekeerde was mogelijk waarbij er meer dan 25 reactietijden gevonden werden (door iemand die bijvoorbeeld “euh” zei). Deze moeilijkheden bij het bekomen van de VRT konden met behulp van de SAM-tool voor de MRT vermeden worden. Als laatste had een grotere proefgroep in het algemeen voor een hogere betrouwbaarheid en validiteit van de resultaten kunnen zorgen. Er zouden hierdoor ook sterkere statistische tests gebruikt kunnen worden om een representatiever beeld van de populatie te geven.

In functie van het opmeten van de VRT werd verkozen om de hele testing in vrije veld uit te voeren zodat beide afnamecondities qua uitvoering hetzelfde waren. De scoring van beide afnamecondities gebeurde op basis van een bilaterale testing. In de toekomst zouden de scores met een hoofdtelefoon meer informatie kunnen geven over een unilaterale testing om ook daar de resulterende curves van te bekijken. Zoals in eerdere beschreven literatuur gaven verschillende auteurs (Honeth, 2010; Masalski en Kreçicki, 2013) de kritische bedenking dat de afname van (in hun onderzoek) een toonaudiogram via de PC door de cliënt zelf niet als plaatsvervanger van de klinische toonaudiometrie kan dienen omdat een

klinische toonaudiometrie gebeurt in een geluidsarme cabine die op regelmatige basis gekalibreerd wordt. Deze bedenking kan ook geformuleerd worden bij de zelfafname van spraakaudiometrie in de thuiscontext. Hier werd in dit onderzoek geen directe focus op gelegd. Het kan in de toekomst een interessant punt van aandacht verdienen van hoe ook deze audiologische test getransfereerd kan worden naar andere contexten.

De bekomen VRT en MRT werden overzichtelijk weergegeven in resulterende figuren en zorgvuldig opgeslagen in de outputfiles op de SAM-tool. Een verdere analyse of de reactietijd binnen het normale valt of de duur ervan eerder lang was, werd hier niet gedaan. Dit zou opnieuw een interessante focus kunnen zijn bij de verdere analyses van de reactietijden zodat er meer inzicht komt in de lengte van reactietijden op de verschillende geluidsniveaus en of deze binnen 'de norm' liggen of niet.

Door de bekomen resultaten van dit onderzoek is er de mogelijkheid om de zelfafname van spraakaudiometrie als alternatief voor de standaardafname van spraakaudiometrie te gebruiken in de audiologische praktijk. Er zijn een aantal implicaties voor de audiologische (en logopedische praktijk) die hieronder verder worden besproken. In tegenstelling tot de bevindingen van Masalski en Kręcicki (2013) is er op vlak van interpretatie bij de ZA van spraakaudiometrie weinig ruimte voor dubbelzinnige evaluatie indien de kalibratie en de instructies correct zijn uitgevoerd. Het opmeten van de VRT daarentegen vraagt heel wat meer werk op vlak van set-up (correcte plaatsing materiaal), materiaaluitrusting (microfoon, recorder,...) en de methodologisch complexe analyse van het signaal. Deze extra factoren bij de VA leiden tot een matige betrouwbaarheid van de data. Indien de luisteraar tijdens de ZA het antwoord zelf ingeeft en de vordering van de taak actief volgt, kan dit de interne motivatie positief influenceren. Dit zorgt voor beïnvloeding van de mate van activatie van cognitieve middelen (Meister et al., 2018).

De ZA van spraakaudiometrie zorgt voor werkontlasting voor de audioloog wat leidt tot tijdsbesparing en een efficiëntere werking. De zelftest registreert eveneens reactietijden wat eerder als een belangrijke maat van luisterinspanning, gedragsresponsen en gedragsmeting van verwerkingssnelheid omschreven werd. Deze computergeregistreerde reactietijden op de SAM-tool zijn een kwalitatief en makkelijk alternatief voor de VRT bij de standaardafname. In de outputfiles van de tool kan essentiële informatie in het foutenpatroon gevonden worden voor verdere behandeling door een audioloog of logopedist. Audiologen kunnen door deze registratie de luisteraars helpen om hun cognitieve capaciteit in te zetten in situaties waar de luisterinspanning hoger is (Pichora-Fuller et al., 2016).

Referentielijst

- ASHA (American Speech-Language-Hearing Association, 1978). Geraadpleegd op 15 november van <https://www.asha.org/public/hearing/Effects-of-Hearing-Loss-on-Development/>
- Baayen, R.H., Milin, P. (2010). Analyzing Reaction Times. *International Journal of Psychological Research*, 3(2), 12-28.
- BIAP (Bureau International d'Audiophonologie, 1967). Geraadpleegd op 30 januari 2019 van http://biap.org/index.php?option=com_content&view=article&id=67:-nederlandstalige-versie-aanbeveling-021-bis&catid=65:ct-2-classification-des-surdites&Itemid=19&lang=de
- BSI Standards Publication. *Acoustics – Audiometric test methods. Part 3: Speech audiometry (ISO 8253-3:2012)* (2012).
- Cochlear (1981). Geraadpleegd op 30 januari 2019 van <https://www.cochlear.com/au/home/understand/hearing-and-hl/what-is-hearing-loss-/degrees-of-hl>
- Deary, I. J., Caryl, P. G., Egan, V. & Wight, D. (1989). Visual and auditory inspection time: Their interrelationship and correlations with IQ in high ability subjects. *Personality and Individual Differences*, 10(5), 525-533. doi:10.1016/0191-8869(89)90034-2
- de Vocht, A. (2016). *Basishandboek SPSS 24*. Utrecht: Bijleveld.
- Donders, F. C. (1868). Over de snelheid van psychische processen. *Onderzoekingen gedaan in het Psychologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool*.
- Forton, G., Carton, P., Depuydt, B., Van de Heyning, P. (2016). *Praktische audiologie en audiometrie*. Antwerpen: Garant.
- Givens, G. D., Blanarovich, A., Murphy, T., Simmons, S., Blach, D. & Elangovan S. (2003). Internet-based tele-audiometry system for the assessment of hearing: A pilot study. *Telemedicine journal and e-Health*, 9(4), 375-378. doi:10.1089/153056203772744707

- Govarts, V. (2019). *Thomas More CVC-lijsten voor spraaudiometrie: Bepalen lijstequivalentie* (Niet-gepubliceerd eindwerk). Thomas More Hogeschool, Antwerpen.
- Hamid, M. A. & Brookler, K. H. (2006). Speech audiometry. *Ear, Nose & Throat Journal*.
- Hart, S. G., Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research.
- Hermans, K. (2018). *Ontwikkeling Thomas More lijsten spraaudiometrie: Aanmaak lijsten, lijstequivalentie en eerste normering*. (Niet-gepubliceerd eindwerk). Thomas More Hogeschool, Antwerpen.
- Honeth, L., Bexelius, C., Eriksson, M., Sandin, S., Litton, J-E., Rosenhall, U., Nyrén, O. & Bagger-Sjöbäck, D. (2010). An Internet-Based Hearing Test for Simple Audiometry in Nonclinical Settings: Preliminary Validation and Proof of Principle. *Otology & Neurology*, 31(5), 708-714. doi:10.1097/mao.0b013e3181de467a
- Houben, R., van Doorn-Bierman, M. & Dreschler, A. (2013). Using response time to speech as a measure for listening effort. *International Journal of Audiology*, 52(11), 753-761. doi:10.3109/14992027.2013.832415
- IBM SPSS Statistics (2017). *Statistical Package for the Social Sciences (Versie 25)*. IBM: New York.
- Kapteyn, & Lamoré (2011). Spraaudiometrie. Geraadpleegd op 20 december 2018 van <http://www.audiologieboek.nl/hfm/hfd8/8-3-5.htm>
- Klapp, S. T. (2010). Comments on the classic Henry and Rogers (1960) paper on its 50th anniversary: Resolving the issue of simple versus choice reaction time. *Research quarterly for exercise and sport*, 81(1), 108-112. doi:10.1080/02701367.2010.10599634
- Leensen, M. C., de Laat, J. A. & Dreschler, W. A. (2011). Speech-in-noise screening tests by internet, part 1: Test evaluation for noise-induced hearing loss identification. *International Journal of Audiology*, 50(11), 823-834. doi:10.3109/14992027.2011.595016

- Leensen, M. C., de Laat, J. A., Snik, A. F. & Dreschler, W. A. (2011). Speech-in-noise screening tests by internet, part 2: Improving test sensitivity for noise-induced hearing loss. *International Journal of Audiology*, 50(11), 835-848.
doi:10.3109/14992027.2011.595017
- Libbrecht, C. (2018). *Ontwikkeling Thomas More lijsten spraakaudiometrie: Aanmaak lijsten en pilootproject automatische scoring* (Niet-gepubliceerd eindwerk). Thomas More Hogeschool, Antwerpen.
- Luts, H., Eneman, K., Wouters, J., Schulte, M., Vormann, M., Buechler, M., ... Spriet, A. (2010). Multicenter evaluation of signal enhancement algorithms for hearing aids. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 127(3), 1491–1505.
doi:10.1121/1.3299168
- MacDonald, S. W. S., Nyberg, L., Sandblom, J., Fischer, H., & Bäckman, L. (2008). Increased response-time variability is associated with reduced inferior parietal activation during episodic recognition in aging. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(5), 779–786. doi:10.1162/jocn.2008.20502
- Masalski, M. & Kręcicki, T. (Self-test web-based pure-tone audiometry: Validity evaluation and measurement error analysis. *Journal of medical internet research*, 15(4), 1-10.
doi:10.2196/jmir.2222
- Meister, H., Rählmann, S., Lemke, U. & Besser, J. (2018). Verbal response times as a potential indicator of cognitive load during conventional speech audiometry with matrix sentences. *Trends in hearing* 22, 1-11. doi:10.1177/2331216518793255
- Microsoft Excel (2017). *Microsoft Windows (Versie 16)*. Microsoft Cooperation: Washington.
- Miles, K., McMahon, C., Boisvert, I., Ibrahim, R., de Lissa, P., Graham, P., & Lyxell, B. (2017). Objective assessment of listening effort: Coregistration of pupillometry and EEG. *Trends in Hearing* 21, 1-13. doi:10.1177/2331216517706396.
- Pichora-Fuller, M. K., Kramer, S. E., Eckert, M. A., Edwards, B., Hornsby, B. W., Humes, L. E., ... Wingfield, A. (2016). Hearing impairment and cognitive energy: The framework

- for understanding effortful listening (FUEL). *Ear and Hearing*, 37, 5-27.
doi:10.1097/aud.0000000000000312
- Piéron, H. (1920). Nouvelles recherches sur l'analyse du temps de latence sensorielle et sur la loi qui relie ce temps à l'intensité de l'extraction. *Année psychologique*, 22, 58-142.
- Plomp, R. & Mimpen, A. M. (1979). Improving the reliability of testing the speech reception threshold for sentences. *International Journal of Audiology*, 18(1), 43-52.
doi:10.3109/00206097909072618
- Sanders, A. F., Erlbaum, L. & Mahwah, NJ. (1998). Elements of human performance: Reaction processes and attention in human skill. *Acta psychologica* 103(3), 331-335.
doi:10.1016/S0001-6918(99)00043-8
- Smits, C., Goverts, T. & Festen J. M. (2013). The digits-in-noise test: Assessing auditory speech recognition abilities in noise. *The journal of the acoustical society of America*, 133(3), 1693-1706. doi:10.1121/1.4789933
- Valkeneers, G., & Vanhoomissen, T. (2012). *Inleiding in de statistiek voor de gedragswetenschappen*. Leuven: Acco.
- Vanhoomissen, T. & Valkeneers, G. (2014). *Inductieve statistiek voor de gedragswetenschappen*. Leuven: Acco.
- Van Herck, J. (2019). *Thomas More CVC-lijsten voor spraakaudiometrie: Normering lijsten* (Niet-gepubliceerd eindwerk). Thomas More Hogeschool, Antwerpen.
- Welford, A. (1980). Choice reaction time: Basic concepts. In A. Welford, *Reaction times* (pp. 73-128). New York: Academic Press.
- World Health Organisation (WHO, 1948). Geraadpleegd op 22 maart 2019 van <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>
- Wouters, J., Damman, W. & Bosman, A. J. (1994). Vlaamse opname van woordenlijsten voor spraakaudiometrie. *Logopedie* 7(6), 28-34.

Wu, Y-H., Stangl, E., Zhang, X., Perkins, J. & Eilers, E. (2016). Psychometric functions of dual-task paradigms for measuring listening effort. *Ear and hearing* 37(6), 660-670. doi:10.1097/aud.0000000000000335

Zekveld, A., Koelewijn, T., Ohlenforst, B., Wang, Y. & Kramer, S. (2017). Pupilmagnitude weerspiegelt luisterinspanning.

Dankwoord

Tijdens het schrijven en uitvoeren van mijn onderzoek kwamen heel wat meer helpende handen aan bod dan enkel die van mezelf. Ik wil dan ook graag een aantal mensen bedanken bij de totstandkoming van deze bachelorproef.

Als eerste dank ik graag mijn promotor meneer Vanpoucke, dr. in de ingenieurswetenschappen, voor zijn leerrijke feedback, positieve kijk, openheid bij vragen of moeilijkheden en de hulp bij het statistische deel van deze bachelorproef.

Daarnaast dank ik ook mevrouw Plasmans om al mijn vragen op een duidelijke en bevestigende manier te beantwoorden zodat ik met zekerheid verder kon gaan met het onderzoek.

Als voorlaatste dank ik mijn ouders en grootvader voor het nalezen en corrigeren van de teksten.

Verder dank aan mijn medestudenten Valerie Govarts en Joke Vanherck voor de fijne samenwerking tijdens de onderzoeken.

Bedankt aan iedereen die mij geholpen, gemotiveerd en gesteund heeft tijdens mijn bachelorproef-proces.

Appendix

Appendix A: Thomas More CVC-lijsten voor spraakaudiometrie

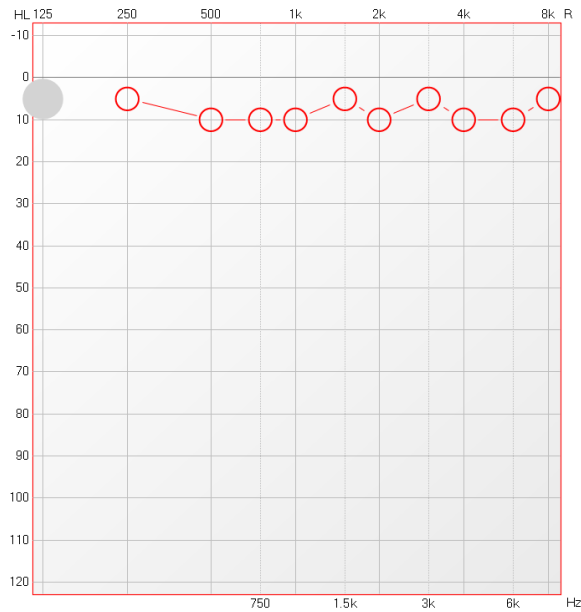
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
wiek	leeg	waai	koop	soep	lef	bod	ton	zaad	meer
saai	das	koer	dier	poot	pijp	lijn	zoog	kuch	kat
buil	lot	bal	hut	bak	zaak	ras	wees	fier	bon
laat	piep	gein	pel	lel	ros	sein	pier	hoef	hoed
mep	vaas	hem	noem	top	mier	leed	rol	lieg	ruig
hoor	riep	mop	kier	buis	nog	dal	loep	geel	los
mees	kook	pool	taak	rijg	beer	zit	ziet	zet	veeg
toch	zoen	vos	zoet	lik	tien	nam	paar	tuin	naar
pit	dof	koek	tong	maal	doet	piek	dat	dak	zien
roep	bad	tip	hal	rein	baal	koel	rook	moed	red
kin	gum	heet	maak	kus	lak	voor	baan	boom	haal
bol	mis	pijn	been	haat	tin	kaak	kijk	kaal	kooi
lam	bar	lok	wip	zeer	voet	tuig	duim	bas	doek
nut	pot	zes	baat	kas	ruik	hel	ver	rood	ziel
geen	heel	maat	doos	rot	mooi	gif	las	pop	gaap
zaal	taai	riek	meen	naam	rog	moes	waan	wijk	pook
reus	huil	weeg	reis	wieg	zen	doop	boel	mos	mes
hak	tik	raad	lat	veer	wijs	men	hek	dek	puf
den	ken	dan	vuil	ziek	deed	weer	nip	raar	tijm
rat	raak	zich	zeg	hef	waas	haak	muf	vis	wal
poch	zool	buit	pin	por	ham	vier	hijg	heen	luis
zoek	net	door	rok	dood	kip	zeug	ruis	sip	rit
dief	wijn	laf	suis	gal	gul	bos	gat	puin	ban
vijs	moer	vies	gaf	doen	had	put	kil	lol	sop
koor	vijg	nul	log	min	kool	raap	meet	nar	dik

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ben	zoem	vaag	daal	hit	gier	mijl	zeep	kuis	nat
vaak	fijn	hok	mot	pal	boem	zaag	val	bid	ril
peuk	deel	diep	gaas	boer	haan	dor	daar	nok	hoek
zus	goot	ruil	zin	dok	liep	lief	kies	tas	biet
rel	dip	mijd	pet	meng	maag	goed	pan	leem	lap
kaap	lies	zal	lig	riet	sik	man	leek	rug	duin
hof	kok	kaas	rijk	gaan	zuid	pup	tot	mol	kom
pijl	let	loer	boeg	wok	keer	ging	map	keur	loon
gas	puik	met	lees	laag	dol	heil	wek	dien	zuig
wier	win	pas	haar	mal	pak	kaai	keus	boot	vod
dool	hol	reuk	wuif	zoon	bes	les	wit	zijn	tel
zat	neer	beet	kop	kuip	long	bier	maan	lek	dijk
deeg	maai	poen	muis	geef	tal	wat	nier	duif	peer
mijn	zak	look	ram	haas	rijd	hik	bijl	set	baai
noot	roet	gun	hiel	riem	neef	toon	zaai	gil	pil
lip	heg	daad	boek	vijl	zon	nek	dit	heer	kieuw
kot	vat	was	kar	nis	wil	koos	hun	poos	zag
laan	tol	zing	teen	tap	koud	beek	poef	lijk	muur
bok	rijp	tof	vul	dus	dag	zout	lach	vaat	hoes
hees	baas	neem	boon	kuit	hoop	reep	roem	poel	taal
mat	suf	kiel	nijp	sok	mok	toen	toog	rap	bek
voeg	boog	hip	dooi	roer	vaar	ruit	bel	zong	weet
ring	kan	ren	zot	leen	lood	vol	huid	waar	roof
toer	maar	boor	rek	zoom	gen	dam	roos	roei	mus
ruim	peul	som	pad	bed	roes	paal	gok	hap	gaar

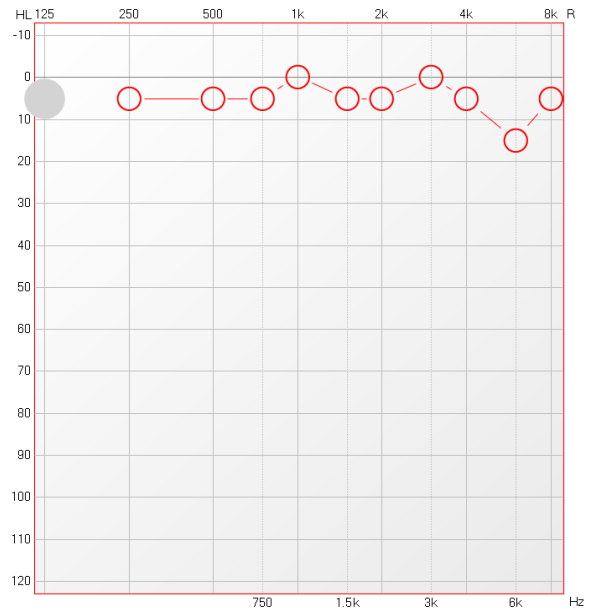
21	22	23	24	25	26
Hop	doel	niet	buk	bus	duw
Lied	lid	loof	luid	muil	sier
Kam	kap	wet	duur	voer	zeem
boen	mout	kuur	zeef	sjaal	voel
veel	vak	bom	rang	leun	naai
vet	fooi	teel	haai	jaag	bang
rus	mug	ruk	bijt	zang	nijd
buik	duik	mouw	vil	neen	tang
leer	haag	leid	gaaf	bof	buur
gaat	til	hoog	loop	rijm	fut
kous	hier	pap	woel	sap	leuk
rif	boos	meel	teek	week	wiel
tooi	keel	sas	dun	hang	gom
hen	buig	raaf	jas	deuk	heus
tak	pees	veen	pech	tuit	wel
poes	non	zeul	hout	viel	teer
zeil	rep	doch	geur	bout	kuif
woon	tijd	fit	wijd	rem	rouw
luik	pen	jaar	room	hooi	sus
deur	boef	huis	meeuw	puur	heup
naad	lang	van	nies	lus	juich
mag	giet	kiem	dom	web	goud
dop	wol	boei	vel	zuil	weg
bil	zeur	ding	fan	geit	loom
zuur	raam	gek	kuil	lof	feit

Appendix B: Toonaudiogrammen pilootstudie

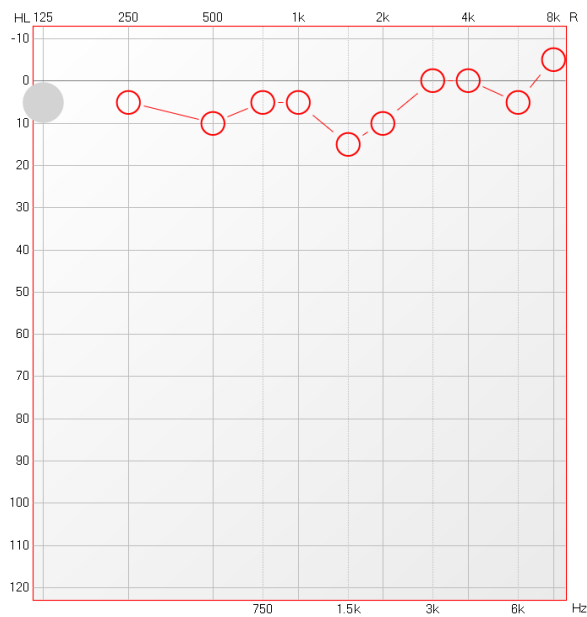
Subject 1:



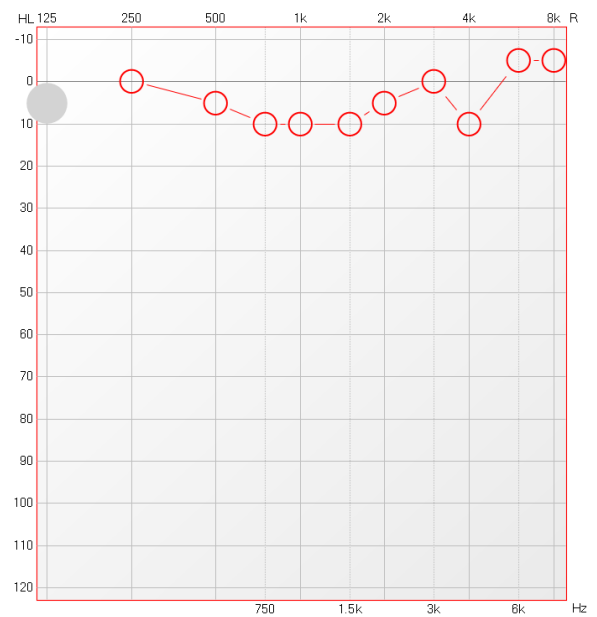
Subject 2:



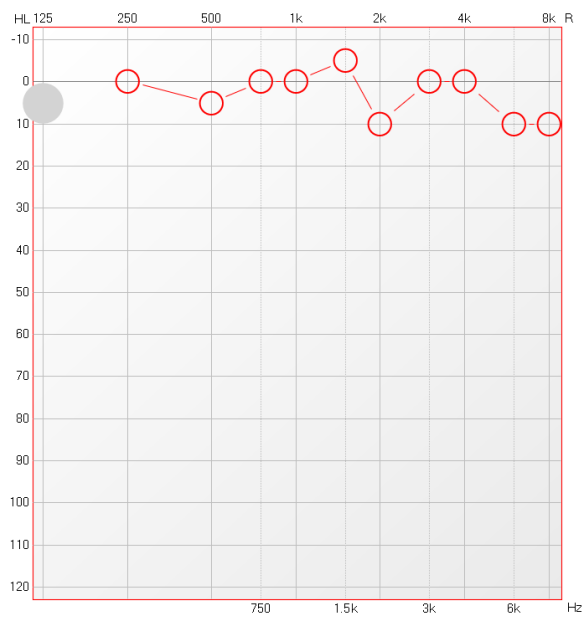
Subject 3:



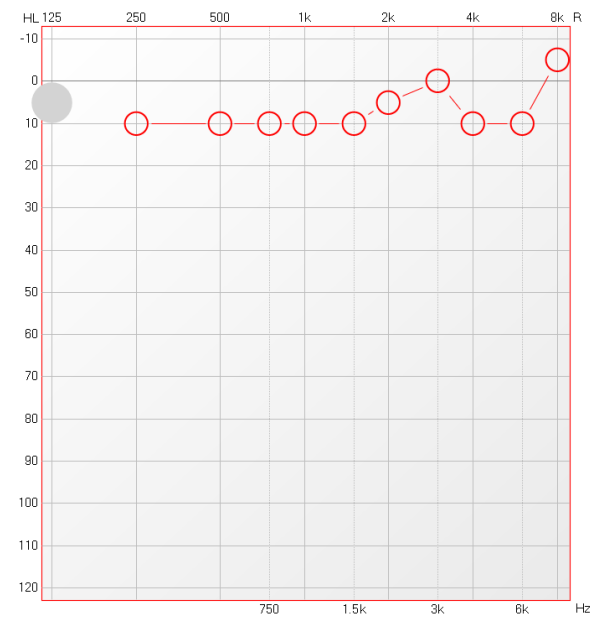
Subject 4:



Subject 5:



Subject 6:



Appendix C: Geïnfomeerd toestemmingsformulier pilootstudie

Promotor van het onderzoek: Filiep Vanpoucke
Dr. in de ingenieurswetenschappen: elektrotechniek

Antwerpen, 24/10/2018

Inhoud onderzoeksproject

In het laatste jaar van de opleiding logopedie en audiologie voert elke student een onderzoek uit voor zijn bachelorproef. In dit kader wordt momenteel een onderzoek uitgevoerd naar de Thomas More CVC-lijsten voor spraakaudiometrie. De aanleiding voor dit onderzoek is dat er een tekort is aan Vlaamse CVC-lijsten voor spraakaudiometrie. Er bestaan te weinig lijsten met te weinig testitems. Deze zijn bovendien verouderd. Het doel van het verzamelen van gegevens over uw gehoor is om na te gaan of de Thomas More lijsten equivalent zijn. Uiteindelijk zou het nieuw spraakmateriaal op de markt komen en wordt de lijst klinisch bruikbaar.

Voor deze bachelorproef dien ik proefpersonen te verzamelen tussen de 18 en 25 jaar oud. Ze moeten ook normaalhorend zijn. Je moet dus bereid zijn om een aantal gehoortesten te doen. Ik werk hiervoor samen met twee andere studenten die een gelijkaardige bachelorproef hebben.

Het testmoment vindt plaats van 20/11/2018 tot en met 23/11/2018. Deze duurt 1 uur. Deze testing is een pilootstudie en daarmee dus een noodzakelijke voorloper op volgende testings.

De test houdt een vooronderzoek in (om te kijken of je normaalhorend bent) en de eigenlijke test. De eigenlijke test omvat een aantal woorden die met verschillende luidheden gezegd worden en die nagezegd dienen te worden door jullie.

Wij garanderen de anonimiteit van de gegevens die wij van u verzamelen. Uw gegevens zullen niet herkenbaar zijn in de verwerking van de analyse, noch in enige rapportering van het onderzoek. De data die over u verzameld werden, worden gedurende vijf jaar of voor de duur van het project bijgehouden.

Wij vragen uw toestemming om deel te nemen aan ons onderzoek.

Hiermee stemt u in om deel te nemen aan volgende testen.

- (1) Vooronderzoek: otoscopie, tympanometrie, toonaudiometrie
- (2) Spraakaudiometrie met Thomas More CVC-lijsten

Ik, (FAMILIENAAM + VOORNAAM IN HOOFDLETTERS) geef toestemming om deel te nemen aan het hierboven beschreven onderzoek.

U kan steeds vrijblijvend de deelname aan dit onderzoek beëindigen zonder dat dit tot gevolgen leidt.

Datum,

Handtekening,

Voor meer informatie omtrent het onderzoek kan u steeds de promotor van het onderzoeksproject contacteren.

Met vriendelijke groeten,

Marte Mussche

Appendix D: Randomisatie CVC-lijsten pilootstudie

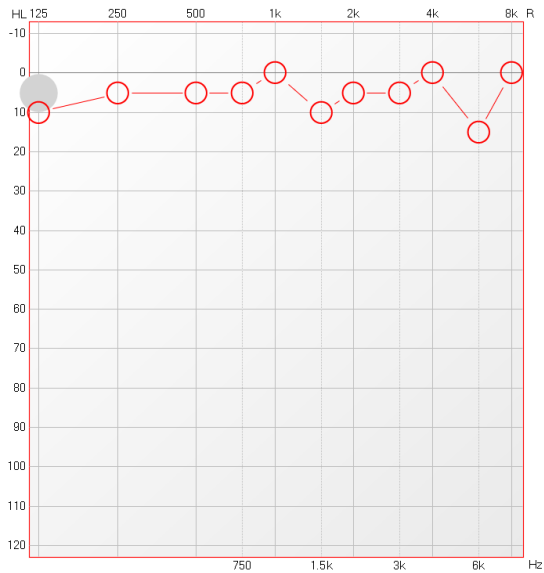
Subject	Intensiteit (dB SPL)	Lijst
1	15	8
1	20	19
1	25	20
1	30	3
1	35	10
1	40	6
2	15	17
2	20	22
2	25	5
2	30	23
2	35	15
2	40	13
3	15	9
3	20	18
3	25	14
3	30	24
3	35	11
3	40	7
4	15	21
4	20	4
4	25	12
4	30	2
4	35	1
4	40	16
5	15	25
5	20	26
5	25	1
5	30	11
5	35	17
5	40	24
6	15	20
6	20	3
6	25	22
6	30	8
6	35	19
6	40	12

Appendix E: SRT pilootstudie per proefpersoon en geluidsniveau

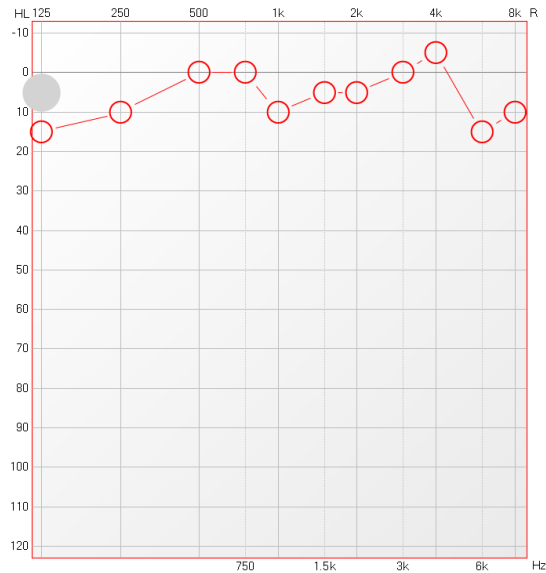
	15 dB SPL	20 dB SPL	25 dB SPL	30 dB SPL	35 dB SPL	40 dB SPL
S1-piloot	5%	15%	35%	60%	88%	92%
S2-piloot	16%	37%	60%	63%	88%	99%
S3-piloot	4%	29%	59%	65%	85%	95%
S4-piloot	15%	33%	65%	92%	93%	92%
S5-piloot	11%	31%	49%	69%	87%	88%
S6-piloot	0%	13%	40%	72%	77%	84%

Appendix F: Toonaudiogrammen vergelijking ZA en VA en reactietijden

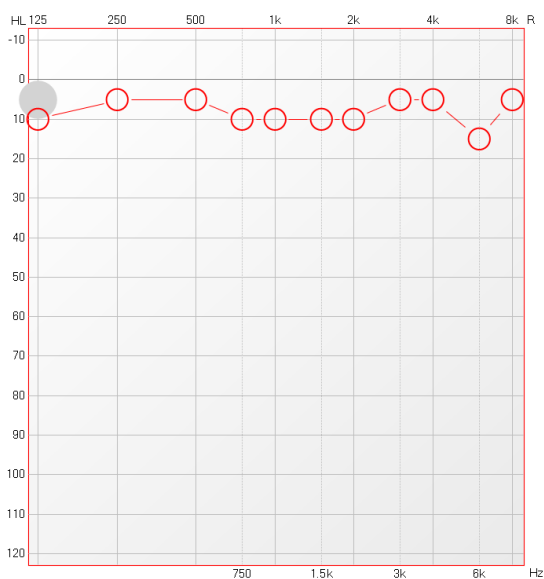
Subject 1:



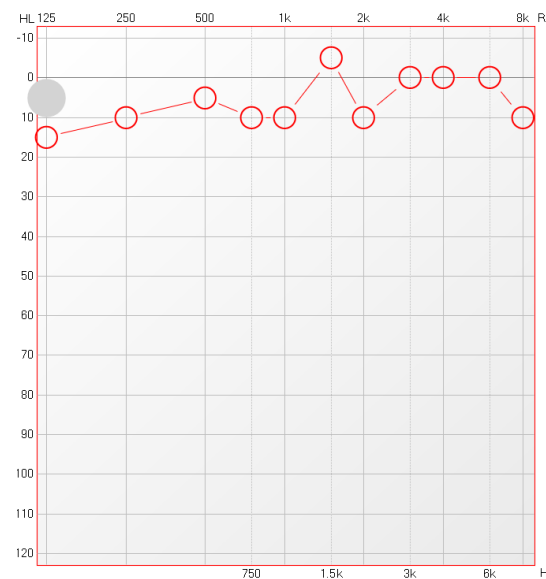
Subject 2:



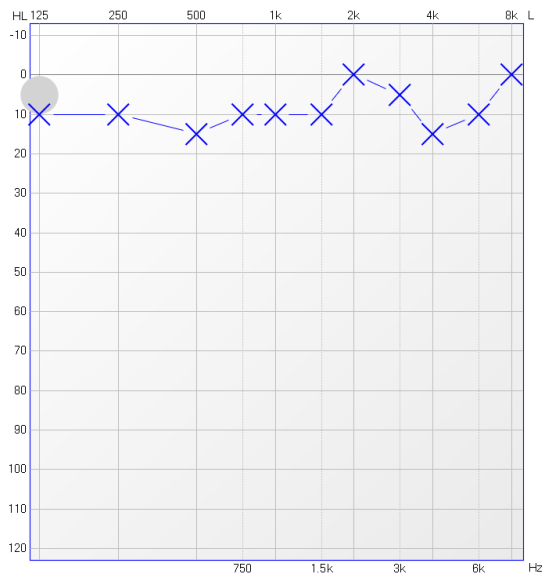
Subject 3:



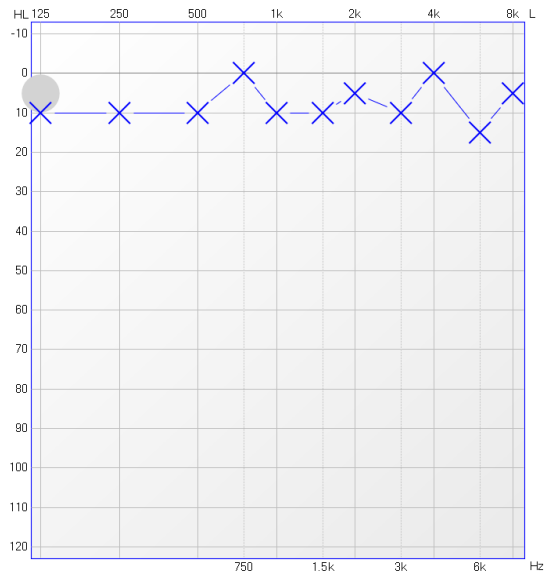
Subject 4:



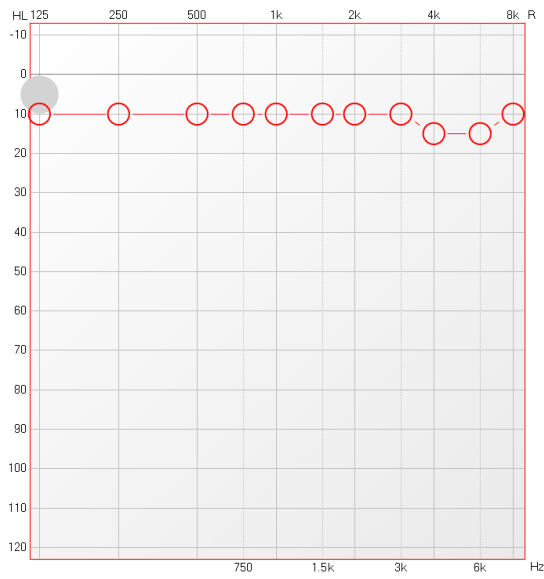
Subject 5:



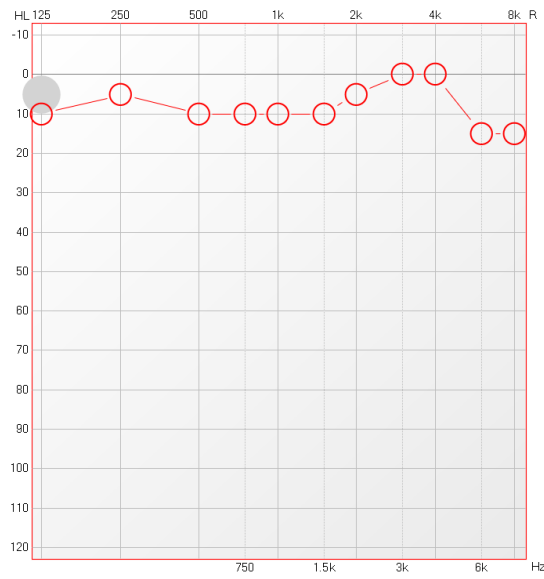
Subject 6:



Subject 7:



Subject 8:



Appendix G: Geïnfomeerd toestemmingsformulier vergelijking ZA en VA en reactietijden

Promotor van het onderzoek: Filiep Vanpoucke
Dr. in de ingenieurswetenschappen: elektrotechniek

Antwerpen, 24/10/2018

Inhoud onderzoeksproject

In het laatste jaar van de opleiding logopedie en audiologie voert elke student een onderzoek uit voor zijn bachelorproef. In dit kader wordt momenteel een onderzoek uitgevoerd naar de reactietijden bij de afname van een standaard spraakaudiometrie versus de reactietijden bij spraakaudiometrie via een zelftest. De aanleiding voor dit onderzoek is de interesse qua verschil in reactietijden bij een standaardafname (door een andere persoon) tegenover de reactietijden als een persoon zelf de antwoorden invoert. Het doel van het verzamelen van deze gegevens is om na te gaan of er al dan niet overeenkomst/verschil is in reactietijden tussen beiden. Dit kan in de toekomst interessant zijn i.f.v. tijdsbesparing, vlotheid van zelftesting,...

Voor deze bachelorproef dien ik proefpersonen te verzamelen tussen de 18 en 25 jaar oud. Ze moeten ook normaalhorend zijn. Je moet dus bereid zijn om een aantal gehoortesten te doen. Het testmoment vindt plaats van 06/02/2019 tot en met 15/02/2019. De test duurt 2 uur (incl. pauze). De test houdt een vooronderzoek in (om te kijken of je normaalhorend bent) en de eigenlijke test. De eigenlijke test omvat een aantal woorden die met verschillende luidheden gezegd worden en die (1) nagezegd dienen te worden door jullie en (2) ingetypt dienen te worden op een tablet.

Wij garanderen de anonimiteit van de gegevens die wij van u verzamelen. Uw gegevens zullen niet herkenbaar zijn in de verwerking van de analyse, noch in enige rapportering van het onderzoek. De data die over u verzameld werden worden gedurende vijf jaar of voor de duur van het project bijgehouden.

Wij vragen uw toestemming om deel te nemen aan ons onderzoek.

Hiermee stemt u in om deel te nemen aan volgende testen.

- (1) Vooronderzoek: otoscopie, tympanometrie, toonaudiometrie
- (2) Spraakaudiometrie met Thomas More CVC-lijsten via de standaardafname
- (3) Spraakaudiometrie met Thomas More CVC-lijsten via zelftesting

Ik, (FAMILIENAAM +
VOORNAAM IN HOOFDLETTERS) geef toestemming om deel te nemen aan het hierboven
beschreven onderzoek.

U kan steeds vrijblijvend de deelname aan dit onderzoek beëindigen zonder dat dit tot gevolgen leidt.

Datum,

Handtekening,

Voor meer informatie omtrent het onderzoek kan u steeds de promotor van het onderzoeksproject
contacteren.

Met vriendelijke groeten,

Marte Mussche

Appendix H: Randomisatie CVC-lijsten vergelijking ZA en VA en reactietijden

Subject	dB SPL*	Lijst	Afname
1	45	1	ZA
1	40	2	ZA
1	35	3	ZA
1	30	4	ZA
1	25	5	ZA
1	20	6	ZA
1	45	7	ZA
1	40	8	ZA
1	35	9	ZA
1	30	10	ZA
1	25	11	ZA
1	20	12	ZA
1	45	13	ZA
1	40	14	VA
1	35	15	VA
1	30	16	VA
1	25	17	VA
1	20	18	VA
1	45	19	VA
1	40	20	VA
1	35	21	VA
1	30	22	VA
1	25	23	VA
1	20	24	VA
1	45	25	VA
1	40	26	VA
2	45	2	VA
2	40	3	VA
2	35	4	VA
2	30	5	VA
2	25	6	VA
2	20	7	VA
2	45	8	VA
2	40	9	VA
2	35	10	VA
2	30	11	VA
2	25	12	VA
2	20	13	VA
2	45	14	VA
2	40	15	ZA
2	35	16	ZA
2	30	17	ZA
2	25	18	ZA
2	20	19	ZA
2	45	20	ZA
2	40	21	ZA
2	35	22	ZA
2	30	23	ZA
2	25	24	ZA
2	20	25	ZA
2	45	26	ZA
2	20	1	ZA

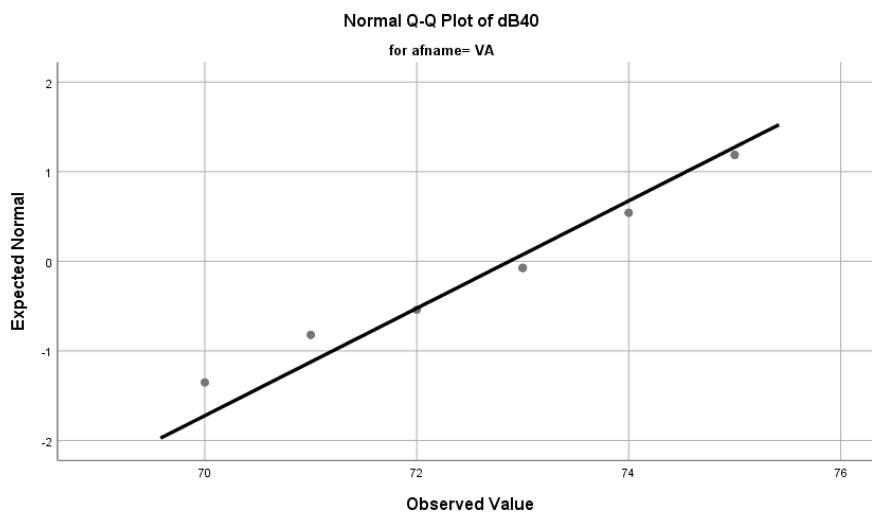
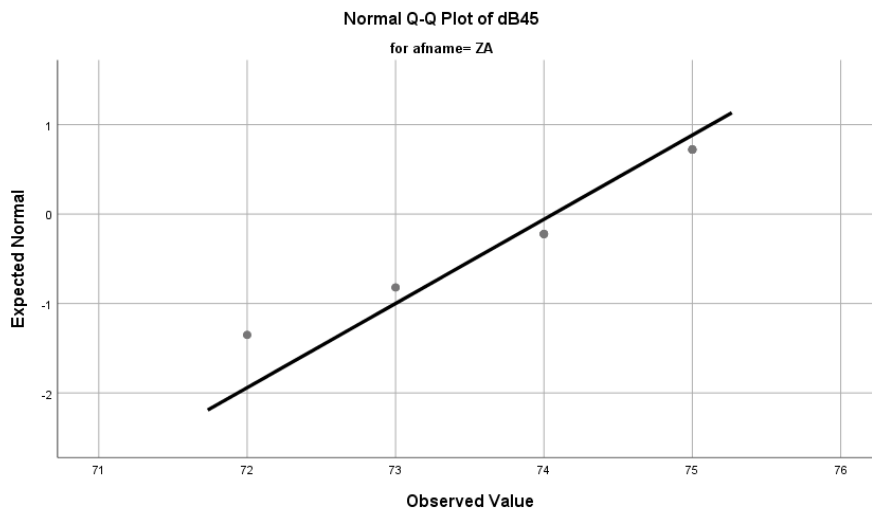
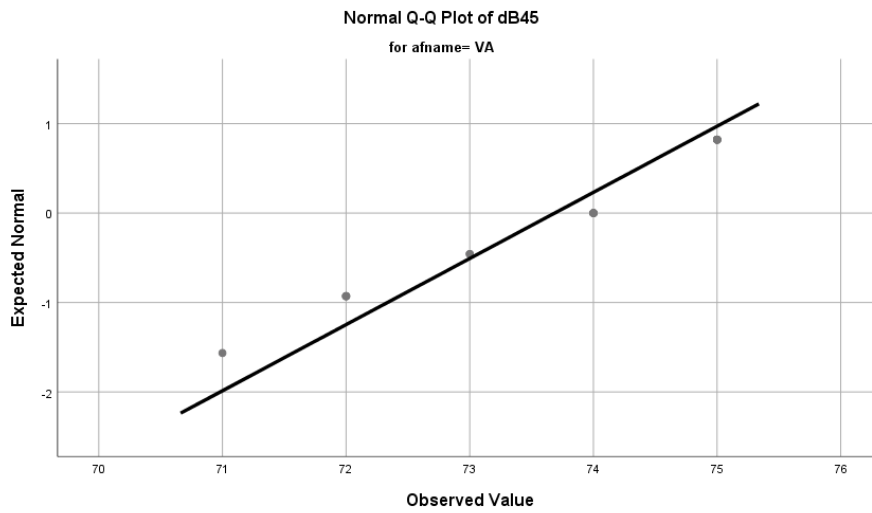
3	45	3	ZA
3	40	4	ZA
3	35	5	ZA
3	30	6	ZA
3	25	7	ZA
3	20	8	ZA
3	45	9	ZA
3	40	10	ZA
3	35	11	ZA
3	30	12	ZA
3	25	13	ZA
3	20	14	ZA
3	45	15	ZA
3	40	16	VA
3	35	17	VA
3	30	18	VA
3	25	19	VA
3	20	20	VA
3	45	21	VA
3	40	22	VA
3	35	23	VA
3	30	24	VA
3	25	25	VA
3	20	26	VA
3	25	1	VA
3	20	2	VA
4	45	4	VA
4	40	5	VA
4	35	6	VA
4	30	7	VA
4	25	8	VA
4	20	9	VA
4	45	10	VA
4	40	11	VA
4	35	12	VA
4	30	13	VA
4	25	14	VA
4	20	15	VA
4	45	16	VA
4	40	17	ZA
4	35	18	ZA
4	30	19	ZA
4	25	20	ZA
4	20	21	ZA
4	45	22	ZA
4	40	23	ZA
4	35	24	ZA
4	30	25	ZA
4	25	26	ZA
4	30	1	ZA
4	25	2	ZA
4	20	3	ZA

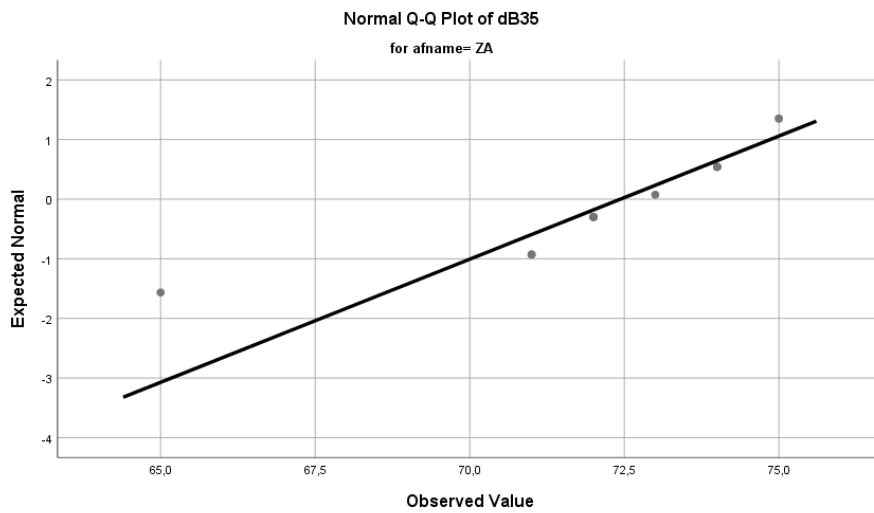
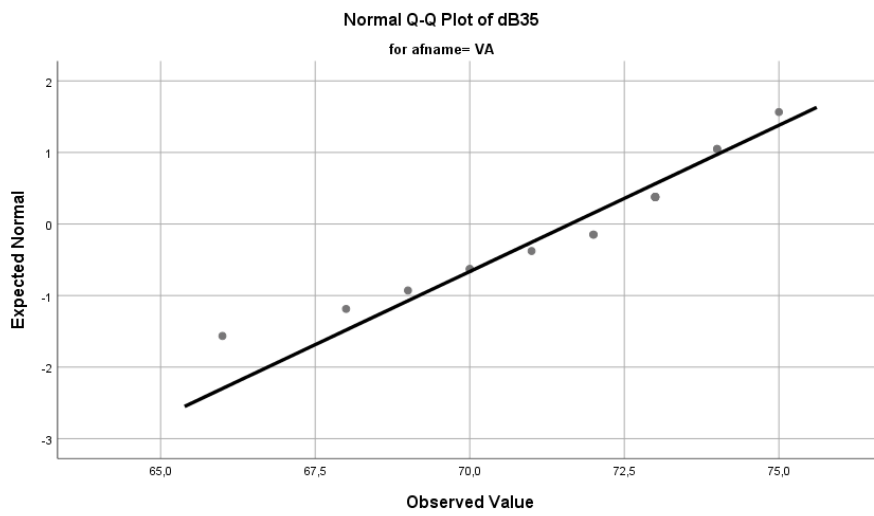
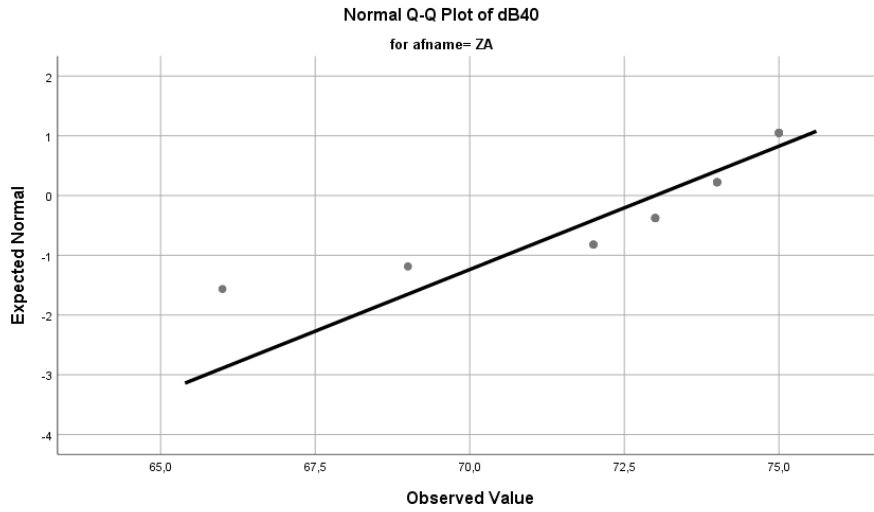
5	45	5	ZA
5	40	6	ZA
5	35	7	ZA
5	30	8	ZA
5	25	9	ZA
5	20	10	ZA
5	45	11	ZA
5	40	12	ZA
5	35	13	ZA
5	30	14	ZA
5	25	15	ZA
5	20	16	ZA
5	45	17	ZA
5	40	18	VA
5	35	19	VA
5	30	20	VA
5	25	21	VA
5	20	22	VA
5	45	23	VA
5	40	24	VA
5	35	25	VA
5	30	26	VA
5	35	1	VA
5	30	2	VA
5	25	3	VA
5	20	4	VA
6	45	6	VA
6	40	7	VA
6	35	8	VA
6	30	9	VA
6	25	10	VA
6	20	11	VA
6	45	12	VA
6	40	13	VA
6	35	14	VA
6	30	15	VA
6	25	16	VA
6	20	17	VA
6	45	18	VA
6	40	19	ZA
6	35	20	ZA
6	30	21	ZA
6	25	22	ZA
6	20	23	ZA
6	45	24	ZA
6	40	25	ZA
6	35	26	ZA
6	40	1	ZA
6	35	2	ZA
6	30	3	ZA
6	25	4	ZA
6	20	5	ZA

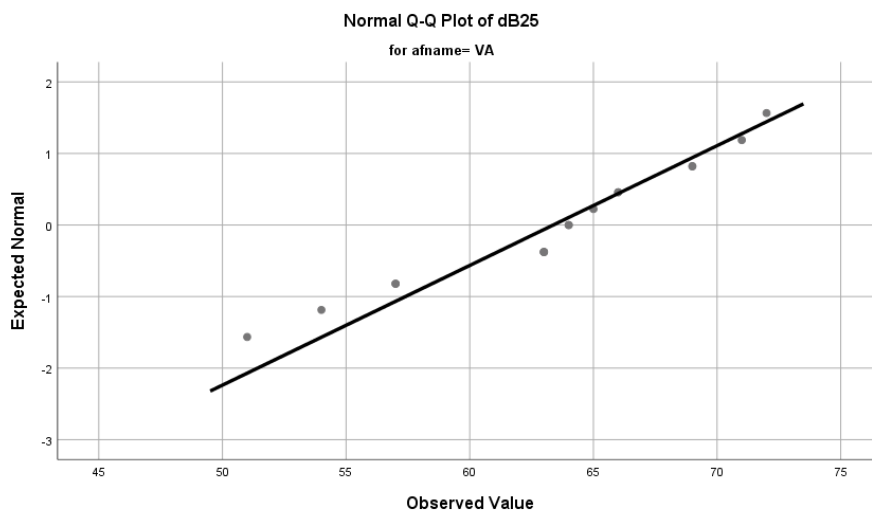
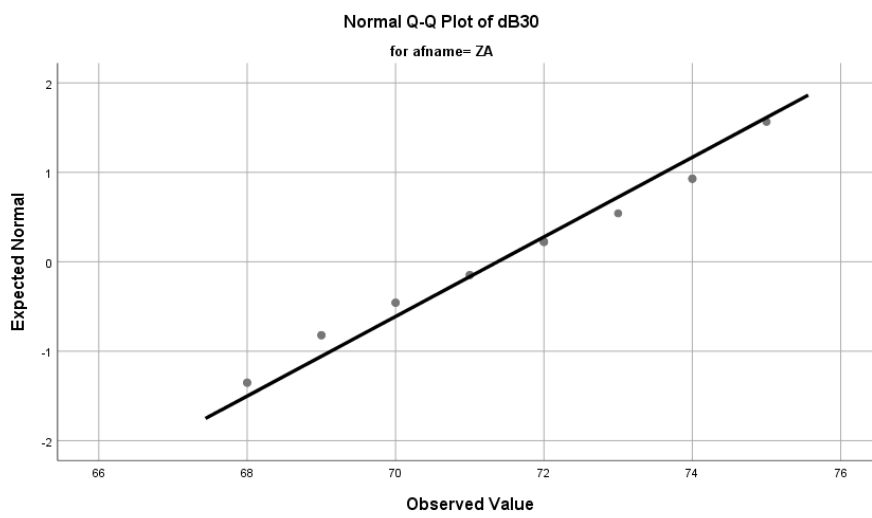
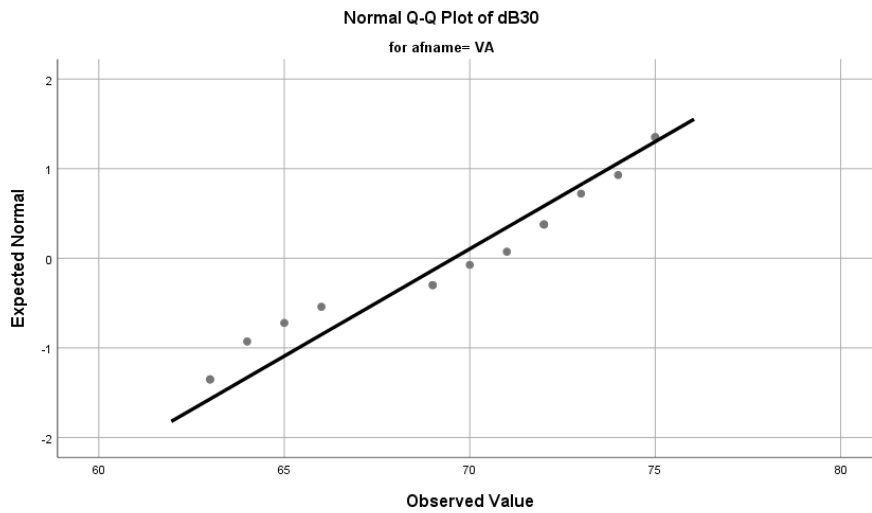
7	45	7	ZA
7	40	8	ZA
7	35	9	ZA
7	30	10	ZA
7	25	11	ZA
7	20	12	ZA
7	45	13	ZA
7	40	14	ZA
7	35	15	ZA
7	30	16	ZA
7	25	17	ZA
7	20	18	ZA
7	45	19	ZA
7	40	20	VA
7	35	21	VA
7	30	22	VA
7	25	23	VA
7	20	24	VA
7	45	25	VA
7	40	26	VA
7	45	1	VA
7	40	2	VA
7	35	3	VA
7	30	4	VA
7	25	5	VA
7	20	6	VA
8	45	8	VA
8	40	9	VA
8	35	10	VA
8	30	11	VA
8	25	12	VA
8	20	13	VA
8	45	14	VA
8	40	15	VA
8	35	16	VA
8	30	17	VA
8	25	18	VA
8	20	19	VA
8	45	20	VA
8	40	21	ZA
8	35	22	ZA
8	30	23	ZA
8	25	24	ZA
8	20	25	ZA
8	45	26	ZA
8	20	1	ZA
8	45	2	ZA
8	40	3	ZA
8	35	4	ZA
8	30	5	ZA
8	25	6	ZA
8	20	7	ZA

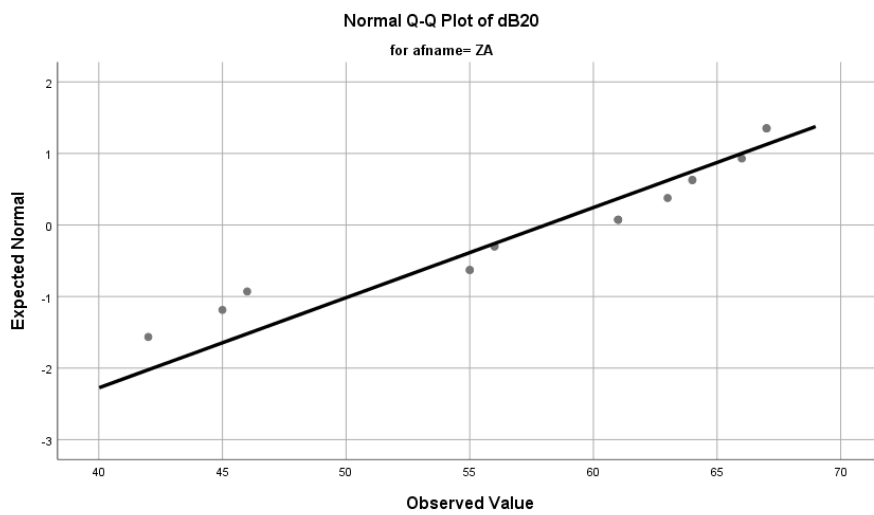
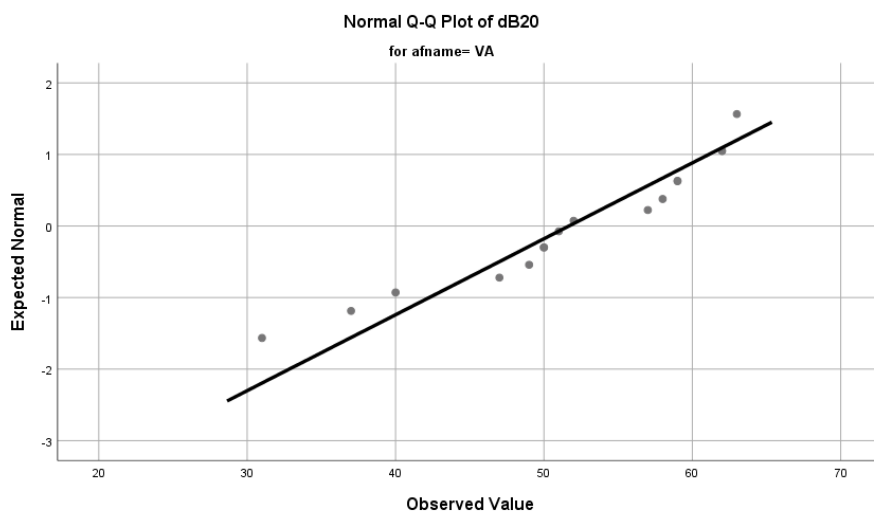
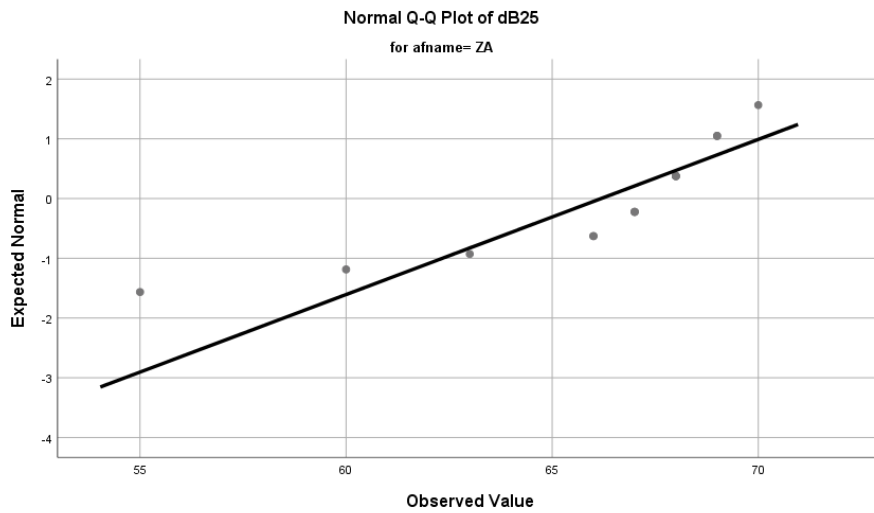
*dB SPL is het geluidsniveau van afname

Appendix I: Normal Q-Q plots van de gemiddelde foneemcores per geluidsniveau op de TM CVC-lijsten









Appendix J: Gemiddelde reactietijd per afnameconditie en geluidsniveau

Geluidsniveau (dB SPL)	VRT (ms)	MRT (ms)
20	1654	1735
25	1236	1523
30	1308	1473
35	1147	1369
40	961	1336
45	916	1374

Appendix K: Normal Q-Q plots van de gemiddelde waarden van de reactietijden per geluidsniveau

