

# Förderpreis 2014

## Zusammenhang zwischen kognitiven und feinmotorischen Fähigkeiten und Sprachverstehen im Störgeräusch

### Masterarbeit

Verfasser: Karin Elisabeth Busse  
Betreuer und  
Erstgutachter: Prof. Dr. Inga Holube  
Zweiter Gutachter: Dr. Markus Meis  
Datum der Abgabe: 22.05.2014

# **E UHA**

Europäische Union der  
Hörgeräteakustiker e.V.

Herausgeber: Europäische Union der Hörgeräteakustiker e.V.  
Neubrunnenstraße 3, 55116 Mainz, Deutschland  
Tel. +49 (0)6131 28 30-0  
Fax +49 (0)6131 28 30-30  
E-Mail: [info@euha.org](mailto:info@euha.org)  
Internet: [www.euha.org](http://www.euha.org)

Alle hier vorhandenen Daten, Texte und Grafiken sind urheberrechtlich geschützt. Eine Verwertung über den eigenen privaten Bereich hinaus ist grundsätzlich genehmigungspflichtig.

© EUHA 2014

## Zusammenfassung

Die Messergebnisse von Sprachverständlichkeitsuntersuchungen im Störgeräusch weisen häufig starke Unterschiede zwischen verschiedenen Personen auf, obwohl deren tonaudiometrische Untersuchungsergebnisse sehr ähnlich sind. Das legt nahe, dass Sprachverstehen nicht nur vom reinen Hörverlust, sondern auch von der kognitiven und feinmotorischen Leistungsfähigkeit abhängt. Eine wichtige Rolle scheint das Arbeitsgedächtnis zu spielen (z. B. Akeroyd, 2008). In der vorliegenden Masterarbeit wurden unterschiedliche kognitive Aspekte untersucht, u. a. zu Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen (selektiv „WAFS“, geteilt „WAFG“ und Daueraufmerksamkeit „WAFV“), zum Arbeitsgedächtnis, zur reaktiven Belastbarkeit und zur Interferenzneigung. Zusätzlich wurden sechs feinmotorische Aspekte zur Hand- und Fingergeschicklichkeit und -schnelligkeit erfasst: Aiming, Tapping, Stifte umstecken, Linien nachfahren und Steadiness. Dazu wurde zum Teil das Wiener Testsystem (Fa. Schuhfried) eingesetzt. Die Sprachverständlichkeitsschwelle (SRT) wurde mit dem Göttinger Satztest (GÖSA) in drei Maskierkonfigurationen (gönoise, ICRA5\_250 und IFFM) erfasst und die Textverständlichkeitsschwelle (TRT) mit dem Satzmaterial des GÖSA gemessen. Die Messungen wurden mit 30 jungen (Mittelwert: 23,1 Jahre), normalhörenden Probanden durchgeführt. Die größten Varianzen traten beim GÖSA im IFFM-Maskierer und beim TRT-Test auf, wobei keine Korrelationen untereinander bestehen. Beide Messungen korrelieren jedoch mit Testungen, die das Arbeitsgedächtnis prüfen: Zahlenmerkspanne und WAFG. Mit einer Hauptkomponentenanalyse ließen sich acht Komponenten extrahieren. TRT-Test, WAFG, Tapping und Aiming bildeten eine Komponente, SRT im IFFM Maskierer, WAFV und Steadiness bildeten eine weitere Komponente. Außerdem bildete der SRT gemessen im gönoise und im ICRA5\_250 Maskierer zusammen eine dritte Komponente. Somit konnten Zusammenhänge zwischen kognitiven und feinmotorischen Fähigkeiten mit dem Sprachverstehen im Störgeräusch nachgewiesen werden.

## Abstract

Measuring individual speech recognition in noise yields big differences in people whose pure-tone thresholds are quite similar. This suggests that speech recognition not only depends on hearing abilities and impairment but as much on cognitive and fine motor skills. The working memory seems to play an important part (e.g. Akeroyd, 2008). The current paper examines different cognitive aspects such as perceptive and attentional functions, working memory, reactive stress tolerance, and interference tendencies. Three different aspects of attentional functions were scrutinised. The following test methods were used: “WAFS” for selective attention, “WAFG” for divided attention, “WAFV” for sustained attention. Comprehensive tests were applied to test six aspects of manual fine motor skills and speed, such as aiming, tapping, line tracking, steadiness, and inserting pins (in parts using the Vienna test system developed by Schuhfried). The speech reception threshold (SRT) for sentences in noise was measured using the Götting Sentence Test (GÖSA). Three

different maskers were used: gönoise, ICRA5\_250, and IFFM. The text reception threshold (TRT) was tested with the same material (GÖSA). Thirty normal hearing young subjects (average age: 23.1 years) participated in the study. The greatest variances occurred in the GÖSA test using an IFFM masker and in the TRT test. But no correlation exists between the results of the two tests. The measuring results of both tests correlate, however, with tests concerning working memory (digit span and WAFG). Using principal component analysis, eight components were extracted, with TRT, WAFG, tapping and aiming forming one component, SRT in IFFM masker noise, WAFV and steadiness forming a second component, and SRT in ICRA5\_250 masker noise and SRT in gönoise forming a third component. Links between cognitive and fine motor skills and speech reception in noise were found.

# Inhaltsverzeichnis

Impressum	i
Zusammenfassung/Abstract	ii
Inhaltsverzeichnis	iv
<b>1. Motivation</b>	<b>1</b>
<b>2. Forschungsstand und Versuchsplanung</b>	<b>3</b>
2.1 Kognitive Fähigkeiten und deren Testverfahren	3
2.2 Sprachverstehen und kognitive Fähigkeiten	4
2.2.1 Mehrfachwortschatztest (MWT-B)	14
2.2.2 Trail Marking Test (TMT)	14
2.2.3 Zahlenmerkspanne (ZMS)	15
2.2.4 Selektive Aufmerksamkeit (WAFS)	15
2.2.5 Geteilte Aufmerksamkeit (WAFG)	15
2.2.6 Vigilanz/Daueraufmerksamkeit (WAFV)	16
2.2.7 Determinationstest (DT)	16
2.2.8 Interferenztest nach Stroop (Stroop)	17
2.3 Kognitive und sensomotorische Zusammenhänge	17
2.4 Selbsteinschätzung der Probanden	19
2.4.1 Modifizierter Hörstat-Fragebogen (Hörstat)	20
2.4.2 Need for Cognitive Closure (NCC)	20
2.4.3 Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ):	21
<b>3. Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Sprachverständlichkeit im Störgeräusch und kognitiven und motorischen Fähigkeiten bei jungen normalhörenden Personen</b>	<b>22</b>
3.1 Einleitung	22
3.1.1 Sprachverständlichkeit und kognitive Fähigkeiten	22
3.1.2 Sprachverständlichkeit und motorische Fähigkeiten	24
3.1.3 Ziele und Versuchsplanung	24
3.2 Methode	25
3.2.1 Probanden	25
3.2.2 Messdurchführung	25
3.2.3 Tonaudiometrie	26
3.2.4 Messung der Sprach- und Textverständlichkeitsschwelle	26
3.2.5 Kognitive Messverfahren	27
3.2.5.1 Mehrfachwortschatztest (MWT-B)	28
3.2.5.2 Trail Marking Test (TMT)	28
3.2.5.3 Zahlenmerkspanne	28
3.2.5.4 Wiener-Testsystem (WTS)	28
3.2.5.5 Selektive Aufmerksamkeit (WAFS)	28
3.2.5.6 Geteilte Aufmerksamkeit (WAFG)	29
3.2.5.7 Daueraufmerksamkeit (WAFV)	29
3.2.5.8 Determinationstest (DT)	29

3.2.5.9 Interferenztest nach Stroop	29
3.2.6 Messung der feinmotorischen Fähigkeiten	30
3.2.7 Charakterisierung der Probanden mittels Fragebögen	31
3.2.7.1 Need for Cognitive Closure (NCC)	31
3.2.7.2 Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ)	31
3.3 Ergebnisse	32
3.3.1 Sprach- und Textverständlichkeitsschwellen	32
3.3.2 Charakterisierung der Probanden	33
3.3.3 Kognitive und feinmotorische Fähigkeiten vs. Sprachverständlichkeit im Störgeräusch	35
3.3.3.1 Analyse der Messergebnisse	35
3.3.3.2 Untersuchung auf signifikante Korrelationen	36
3.3.4 Reduzierung der Testbatterie	39
3.3.4.1 Hauptkomponentenanalyse mit SRT und TRT	39
3.3.4.2 Hauptkomponentenanalyse ohne SRT und TRT	41
3.3.4.3 Reliabilitätsprüfung	42
3.3.4.4 Verstärkung der Komponenten	44
3.3.5 Resümee	46
3.4 Diskussion und Ausblick	47
3.4.1 Probanden	47
3.4.2 Messung der Sprach- und Textverständlichkeitsschwellen	48
3.4.3 Kognitive und feinmotorische Fähigkeiten vs. Sprachverständlichkeit im Störgeräusch	49
3.4.3.1 Korrelationen mit kognitiven Messungen	49
3.4.3.2 Korrelationen mit feinmotorischen Messungen	51
3.4.3.3 Hauptkomponentenanalysen	51
3.4.4 Fazit und Ausblick	52
<b>4. Verzeichnisse</b>	<b>54</b>
4.1 Abkürzungsverzeichnis	54
4.2 Abbildungsverzeichnis	55
4.3 Tabellenverzeichnis	56
4.4 Literaturverzeichnis	57
<b>5. Anhang</b>	<b>60</b>
5.1 Zusammensetzung der Normstichproben	60
5.2 Messprotokoll	61
5.3 Probandeninformation	64
5.4 Einverständniserklärung	66
5.5 Erstellung des persönlichen Codewortes	67
5.6 Modifizierter Hörstat-Fragebogen	68
5.6.1 Verwendeter original Fragebogen	68
5.6.2 Ausgewerteter Hörstat-Fragebogen	74
5.7 SSQ-Fragebogen: Original Fragebogen, Auswertung Boxplots und Mann-Whitney-U-Test	81

5.7.1	Deutsche Kurzform des SSQ-Fragebogens	81
5.7.2	SSQ-Fragebogen	81
5.7.3	Ausgewerteter SSQ-Fragebogen	82
5.7.4	Teststatistik für den eingesetzten SSQ-Fragebogen	83
5.7.5	Darstellung der Korrelationen in Punktdiagrammen	84
5.7.5.1	SRT_IFFM in Abhängigkeit zu SSQ_Frage8	84
5.7.5.2	SRT_IFFM in Abhängigkeit zu SSQ_Frage11	84
5.7.5.3	TRT in Abhängigkeit zu SSQ_Frage9	84
5.8	NCC-Fragebogen	85
5.8.1	NCC-Fragebogen im Original	85
5.8.2	NCC-Fragebogen	85
5.8.3	Ausgewerteter NCC-Fragebogen	86
5.8.4	Teststatistik für den eingesetzten NCC-Fragebogen	87
5.8.5	Darstellung der Korrelationen in Punktdiagrammen	87
5.8.5.1	SRT_gönoise in Abhängigkeit zu NCC_Frage12	88
5.8.5.2	SRT_ICRA5_250 in Abhängigkeit zu NCC_Frage12	88
5.9	Verwendetes Satzmaterial für den TRT-Test	89
5.10	Mehrfachwortschatztest MWT-B	89
5.11	Trail Marking Test (TMT)	89
5.12	Zahlennachsprechen vorwärts und rückwärts	89
5.13	Einweisungen für die Motorische Leistungsserie	90
5.14	Einweisungen für den GÖSA und den TRT-Test	98
5.15	Shapiro-Wilk-Test/Mann-Whitney-U-Test	99
5.16	Untersuchung auf Ausreißer	102
5.16.1	Auflistung der sechs Probanden, die am häufigsten für Extremwerte verantwortlich waren	102
5.16.2	Visualisierung der Extremwerte	104
5.17	Grafische Darstellung der gefundenen Korrelationen	105
5.18	Teststatistik für die verschiedenen Testmoden der Messungen WAFG und WAFS	107

## 1. Motivation

In Deutschland wird die Indikation für eine Hörgeräteversorgung durch den Hals-Nasen-Ohrenarzt festgestellt. Im Regelfall sucht der Patient im Anschluss den Hörgeräteakustiker auf, um dort die eigentliche Hörgeräteversorgung vornehmen zu lassen. Grundlage der Hörgeräteanpassung ist zumeist das Tonaudiogramm. Zusätzlich berücksichtigt der Hörgeräteakustiker die Informationen aus dem Anamnese- und Beratungsgespräch, um die Hörgeräte optimal an die Bedürfnisse des Kunden anzupassen. Wie umfangreich die Beratung ausfällt, ist dabei individuell sehr unterschiedlich und hängt stark vom Hörgeräteakustiker ab. So liegt es häufig an der Erfahrung, Ausbildung und der Kommunikationsfähigkeit des Akustikers, ob weitere Sinneseinschränkungen, wie z. B. die Beeinträchtigung des Sehvermögens oder motorische Defizite, erkannt werden. Noch viel wichtiger ist aber, vor allem im Hinblick auf die steigende Lebenserwartung der Menschen, die Einschätzung der kognitiven Fähigkeiten der Kunden. Dies würde möglicherweise die große Varianz bei den Ergebnissen von Sprachtestuntersuchungen erklären. Häufig lässt sich beobachten, dass trotz gleicher oder ähnlicher tonaudiometrischer Untersuchungsergebnisse die Sprachverständlichkeit verschiedener Sprachtestverfahren, insbesondere bei Messungen mit Störgeräuschen, zwischen den Personen stark differiert. Auch die Höranstrengung in komplexen Situationen wird subjektiv und individuell sehr unterschiedlich bewertet. Deshalb ist es dem Hörgeräteakustiker in den meisten Fällen nicht möglich, den Nutzen einer Hörgeräteversorgung für den Betroffenen im Vorfeld einschätzen zu können. Es wäre wünschenswert, Kriterien zu bestimmen, die eine Klassifizierung der Personen bereits im Vorfeld ermöglicht. Dies ließe eine zielgerichtete Kundenberatung im Hinblick auf den zu erwartenden Rehabilitationserfolg einer Hörgeräteversorgung zu.

In der nachfolgenden Masterarbeit wird untersucht, ob und in welchem Maße Zusammenhänge zwischen auditiven und nicht-auditiven Leistungen bestehen. Durchgeführt wurde die Studie mit 30 jungen normalhörenden Personen an der Jade Hochschule in Oldenburg und umfasste in der Regel drei Termine zu je 120 Min. Dauer. Inhaltlich lassen sich die verschiedenen durchgeführten Tests und Aufgaben drei Teilen zuordnen:

Teil eins diente, neben den Basiserhebungen wie Tonaudiometrie und Anamnese, dazu, die Probanden genauer zu charakterisieren. Dazu wurden drei Fragebögen verwendet. Zwei davon waren standardisierte Fragebögen zur Selbsteinschätzung, und der dritte wurde in Interviewform durchgeführt. Mit diesem wurden u. a. soziodemografische Angaben wie Bildungsabschluss oder Erwerbstätigkeit abgefragt.

Im zweiten Teil wurde der Göttinger Satztest mit drei verschiedenen Maskierern durchgeführt. Ermittelt wurde die Sprachverständlichkeitsschwelle für 50%iges Sprachverstehen (SRT) bei gleichbleibendem Pegel des Maskierers. Analog dazu wurde dieser Test in das Visuelle übertragen und die Textverständlichkeitsschwelle (TRT) ermittelt.

Der dritte Teil ist der umfangreichste, da diesem alle durchgeführten kognitiven und feinmotorischen Tests zugeordnet sind. Je nach Verfügbarkeit wurden die Tests mit Papier und Stift durchgeführt oder mit dem Wiener Testsystem der Firma Schuhfried.

Im Einzelnen wurden die folgenden Tests durchgeführt:

- Kristalline Intelligenz: Mehrfachwortschatztest (MWT-B)
- Test zum Arbeitsgedächtnis: Zahlenmerkspanne vorwärts und rückwärts
- Test zur Verarbeitungsgeschwindigkeit: Trail Marking Test (TMT)
- Aufmerksamkeitstests
- Interferenz- und Determinationstest
- Feinmotorische Tests

Die Masterarbeit besteht inhaltlich aus zwei Teilen: Zunächst ein vorgelagertes, umfangreiches Kapitel über den aktuellen Forschungsstand zu dem hier bearbeiteten Themengebiet und einem für sich abgeschlossenem Artikel. Der Artikel besteht aus einer Einleitung, in der die Motivation und Beweggründe beschrieben werden, die zur Entstehung dieser Arbeit geführt haben. Anschließend wird die Methodik beschrieben, um die Nachvollziehbarkeit der Messergebnisse zu gewährleisten. Im Ergebnisteil werden die erzielten Ergebnisse dargestellt und im Abschnitt Diskussion kritisch hinterfragt sowie mit der vorhandenen Literatur in Beziehung gesetzt.

## 2. Forschungsstand und Versuchsplanung

In diesem Kapitel wird der aktuelle Wissensstand, gegliedert in die unterschiedlichen Forschungsschwerpunkte, dargestellt. Zunächst wird auf die Begriffe Kognition und Intelligenz und deren Zusammenhänge eingegangen. Anschließend werden aktuelle Forschungsergebnisse betrachtet. Zum einen fokussiert auf die Zusammenhänge zwischen kognitiven Faktoren und der Sprachverständlichkeit. Zum anderen wird die Wechselwirkung zwischen kognitiven und sensomotorischen Faktoren betrachtet. Im Mittelpunkt steht dabei die Hinführung zu den eigenen Forschungszielen dieser Arbeit. Das primäre Ziel der Arbeit besteht darin, herauszufinden, warum trotz ähnlicher tonaudiometrischer Befunde die Ergebnisse von Sprachverständlichkeitsuntersuchungen große Varianzen aufweisen und wie diese erklärt werden können. Eine mögliche Erklärung liegt in den individuell unterschiedlichen kognitiven und intellektuellen Fähigkeiten. Diese werden wiederum von Aufmerksamkeits- und Wahrnehmungsfunktionen, aber auch von äußeren Umwelteinflüssen und sensomotorischen Aspekten beeinflusst.

### 2.1 Kognitive Fähigkeiten und deren Testverfahren

„**Kognition** (lat. cognitio Erkennen) für (engl.) cognition; (psychol.) allg. Bez. für Prozesse u. Produkte von Wahrnehmung, Erkennen, Denken, Schlussfolgern, Urteilen, Erinnern usw.; Störungen kognitiver Funktionen sind z. B. Gedächtnisstörung, Denkstörung, Unfähigkeit zur Abstraktion u. sog. Rigidität (Festhalten an Überzeugung), die z. B. bei Schizophrenie u. Demenz vorkommen. Vgl. Dissonanz, kognitive.“

(Pschyrembel, 2007)

Zu den kognitiven Fähigkeiten zählen z. B. Wortschatz, Gedächtnisleistungen oder Wahrnehmungs- bzw. Verarbeitungsgeschwindigkeiten, die in hierarchischer Ordnung zueinander stehen. Das Drei-Ebenen-Modell verdeutlicht diesen Ansatz: Die erste Ebene wird durch den allgemeinen Faktor Intelligenz gebildet. Die zweite Ebene wird von bestimmten Fähigkeitsbereichen gebildet, während der dritten Ebene 69 spezifische Fähigkeiten zugeordnet sind (Dresler, 2011). Dabei kann zwischen kristalliner und fluider Intelligenz unterschieden werden. Unter kristalliner Intelligenz werden erworbenes Wissen und Fertigkeiten verstanden, die im Laufe des Lebens zunehmen. Dagegen ist die fluide Intelligenz angeboren und beschreibt die primäre Denkfähigkeit und Fähigkeit zum Lösen abstrakt-rationaler Probleme (Maltby et al., 2011).

Unter dem Gedächtnisbegriff hingegen wird der Teil des kognitiven Systems verstanden, der Informationen speichert, kodiert, transformiert und wieder abrufen, d. h. ein Erinnern an bestimmte Gedächtnisinhalte ermöglicht. Das Abrufen kann bewusst und unbewusst geschehen. Das Gedächtnis wird dabei in drei Speicher unterteilt: Das Ultrakurzzeitgedächtnis nimmt sensorische Reize der verschiedenen Sinnesorgane auf und hält sie für einen minimalen Moment für evtl. nachfolgende Verarbeitungsprozesse fest. Aufmerksamkeitsprozesse entscheiden darüber, welche Eindrücke in das Arbeitsgedächtnis übertragen

werden (Funke und Frensch, 2006). In diesem Zusammenhang meint Aufmerksamkeit die Fähigkeit zur Aufrechterhaltung eines Aktivierungszustandes, um Informationen zu erfassen und zu selektieren. Dies ermöglicht die bewusste Bereitstellung von Informationen, damit weitere kognitive und motorische Aufgaben ausgeführt werden können. Dabei wird in selektive, geteilte und exekutive Aufmerksamkeitsfunktionen differenziert. Unter selektiver Aufmerksamkeit wird die Fähigkeit zur Fokussierung auf ein bestimmtes Merkmal verstanden, während gleichzeitig unwichtige Reize ausgeblendet werden können. Die geteilte Aufmerksamkeit ist für die gleichzeitige Durchführung verschiedener Aufgaben notwendig, wobei es individuell unterschiedlich ist, wieviel Aufmerksamkeitskapazität zur Verfügung steht. Die exekutive Aufmerksamkeitsfunktion ist die willentliche Kontrolle und Verarbeitung von eingehenden Informationen. Z. B. werden interferierende Informationen ausgeblendet. Im Arbeitsgedächtnis werden die Informationen aus dem Kurzzeitgedächtnis flexibel manipuliert, d. h. auf die nachfolgende Handlung abgestimmt. Ohne das Arbeitsgedächtnis ließen sich keine komplexen kognitiven Aufgaben ausführen. Das Arbeitsgedächtnis kann u. a. durch Aufgaben zum Zahlennachsprechen vorwärts und rückwärts getestet werden (Karnath et al., 2006). Durch häufige Wiederholungen können Informationen des Arbeitsgedächtnisses in das Langzeitgedächtnis übertragen werden, welches Wissen dauerhaft und geordnet abspeichert. Neben der limitierten Kapazität des Arbeitsgedächtnisses ist aber auch die Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung von Bedeutung (Funke und Frensch, 2006).

Mit Hilfe psychologischer Testverfahren sollen einzelne Aspekte wie Arbeitsgedächtnis oder Verarbeitungsgeschwindigkeit systematisch untersucht werden, um im nächsten Schritt künftige Verhaltensweisen vorhersagen zu können (Krohne und Hock, 2007). Dabei werden Fähigkeiten, Eigenschaften, Fertigkeiten oder auch Zustände von Personen erfasst. Häufig können diese Merkmale nicht direkt gemessen werden, sondern nur indirekt über Indikatoren (Bühner, 2011). Ein Beispiel stellt der Test von Stroop dar, ein Farb-Wort-Interferenz-Test, bei dem die Geschwindigkeit gemessen wird, die ein Proband benötigt, um in unterschiedlichen Messanordnungen Farben richtig zu bestimmen. Zusätzlich werden auch die Anzahl der Fehler ermittelt. Dabei ist die Ermittlung der Bearbeitungszeit nur der Indikator dafür, wie gut eine Person in der Lage ist, irrelevante Reiz Aspekte auf den Verarbeitungsprozess zu unterdrücken (Krohne und Hock, 2007).

## 2.2 Sprachverstehen und kognitive Fähigkeiten

An einigen Universitäten und Forschungseinrichtungen wird untersucht, welche Zusammenhänge zwischen Sprachverstehen, insbesondere im Störgeräusch, und bestimmten kognitiven Fähigkeiten bestehen.

In einem Überblicksartikel von Akeroyd (2008) wurden die Ergebnisse von 20 veröffentlichten Studien dargestellt und miteinander verglichen, um die dafür am besten geeigneten kognitiven Tests zu extrahieren. Unter anderem wurden die Hörschwelle mittels

Tonaudiometrie und die Sprachverständlichkeitsschwelle (SRT) der Probanden ermittelt. Das Testmaterial bestand aus Sätzen, Wörtern oder Silben, die teilweise mit stationären oder modulierten Maskierern überlagert wurden. Dazu wurden unterschiedliche kognitive Fähigkeiten geprüft. Darunter waren u. a. Tests zum Intelligenzquotienten (IQ), zum Arbeitsgedächtnis, zur Verarbeitungsgeschwindigkeit und zur Textverständlichkeitsschwelle (TRT). (Für die Messung des TRT erscheint auf einem Computerbildschirm visuell ein definierter Bereich, in dem für kurze Zeit ein Satz auf weißem Hintergrund erscheint. Dieser Bereich wird mit schwarzen geometrischen Mustern überlagert. Adaptiv wird der Prozentsatz der verdeckten Fläche ermittelt, bei dem eine Leseverständlichkeit von 50 % erzielt wird (Zekveld et al., 2007)).

Zunächst ist festzustellen, dass kein einzelner Test extrahiert werden konnte, der zuverlässig über verschiedene Studien hinweg signifikante Korrelationen zwischen Sprachverständlichkeit und kognitiven Ausprägungen aufwies. Es sind aber durchaus Zusammenhänge zwischen dem Sprachverstehen und unterschiedlichen kognitiven Fähigkeiten erkennbar. Diese Effekte traten am deutlichsten bei den Studien hervor, die als Stimuli Sätze verwendeten, insbesondere wenn diese mit Maskierern überlagert waren. Dennoch können keine einheitlichen Schlüsse gezogen werden, welche kognitiven Fähigkeiten das Sprachverstehen in welcher Art und Weise beeinflussen. Durch die unterschiedlichen Studienziele und Abläufe sind Vergleiche auch nicht immer exakt möglich. Es sind jedoch Tendenzen feststellbar:

- Den deutlichsten Prädiktor, wie gut eine Person Sprache verstehen kann, stellt der Hörverlust dar. Mit fortschreitendem Hörverlust und in zunehmend komplexeren Hörsituationen verschlechterte sich im Allgemeinen die Diskriminationsfähigkeit von Sprache.
- Es zeigte sich, dass Intelligenztests eher ungeeignet für die Vorhersage von Sprachverständlichkeit sind.
- Als sehr erfolgreich erwiesen sich Tests, die das Arbeitsgedächtnis prüfen. Am besten schnitt der Reading Span Test ab. Hier muss der Proband zunächst nach Darbietung eines Satzes entscheiden, ob dieser sinnvoll oder nicht sinnvoll ist. Nachdem eine gewisse Anzahl Sätze präsentiert wurde, soll der Proband entweder das erste oder das letzte Wort eines jeden präsentierten Satzes wiederholen.
- Der TRT korrelierte in manchen Studien signifikant mit der Sprachverständlichkeit.

In den Studien, die modulierte und nicht modulierte Störsignale verwendeten, fielen die Korrelationen für die modulierten Maskierer durchschnittlich höher aus. Somit ist anzunehmen, dass Personen mit bestimmten kognitiven Eigenschaften besser in Modulationslücken hineinhören können. Diese erzielen folglich bessere Ergebnisse in Sprachverständlichkeitstests. Die Studien, die auch versorgte schwerhörige Probanden miteinbezogen, kamen zu folgendem Schluss: Unter bestimmten Umständen wirken sich kognitive Fak-

toren auf die Sprachverständlichkeit aus. Jedoch eignen sie sich nicht besser als andere etablierte Prädiktoren, um den Nutzen einer Hörgeräteversorgung vorherzusagen.

Fazit: Zusammenhänge zwischen kognitiven Fähigkeiten und Sprachverständlichkeit lassen sich mit Satztests im Störgeräusch untersuchen. Die SRT-Ergebnisse korrelieren mit bestimmten kognitiven Tests, der dafür am besten geeignete und zuverlässigste Test konnte noch nicht gefunden werden. Das Arbeitsgedächtnis scheint aber eine wichtige Rolle zu spielen (Akeroyd, 2008).

In einer deutschsprachigen Studie von Meister et al. (2011) wurden diese wichtigen Erkenntnisse im Studiendesign berücksichtigt. Ziel war es, in unterschiedlich komplexen Hörsituationen das Sprachverstehen in Abhängigkeit vom Alter der Probanden zu beschreiben und gleichzeitig die allgemeinen kognitiven Fähigkeiten zu erfassen. Dazu wurde der Oldenburger Satztest (OLSA) sowohl in Ruhe, als auch mit stationärem Maskierer (olnoise), mit modulierten Maskierern (ICRA5\_250 und ISTS) und mit konkurrierenden Sätzen (bearbeitete Sätze aus OLSA und GÖSA, um sie einem weiblichen bzw. männlichen Sprecher zuzuordnen) durchgeführt. Mit den neuropsychologischen Untersuchungsverfahren Mini-Mental-Status-Test (MMST) und Test zur Demenzdetektion (DemTect) wurden die Probanden auf kognitive Auffälligkeiten hin untersucht. Die Resultate aus dem Verbalen Lern- und Merkfähigkeitstest (VMLT) zur Prüfung des deklarativen Verbalgedächtnisses (hier primär Kurzzeitgedächtnis) und die Ergebnisse der Sprachverständlichkeitsmessungen wurden von Meister et al. einer Korrelationsanalyse nach Pearson unterzogen. Die Probanden waren unterteilt in zwei Gruppen: 12 jüngere Normalhörende und 14 ältere gut hörende Personen.

Es wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- Der MMST und der DemTect konnten keine kognitiven Auffälligkeiten bei den Studienteilnehmern detektieren. Es sind keine Korrelationen zu den erzielten Ergebnissen des Sprachtests feststellbar.
- Es bestehen signifikante Unterschiede in den SRT-Werten bei Durchführung des OLSA in Ruhe und bei den drei Störschallkonfigurationen zwischen den beiden Studiengruppen. Die Unterschiede sind am größten bei den zwei modulierten Maskierern.
- Die Ergebnisse im VLMT korrelieren teilweise hochsignifikant mit dem Sprachverstehen bei den drei Störschallkonfigurationen.
- In der Konfiguration mit den konkurrierenden Sprechern ergaben sich keine Auffälligkeiten zwischen den zwei Gruppen hinsichtlich der selektiven Aufmerksamkeit. Beide Gruppen konnten sich gleich gut auf den Zielsprecher konzentrieren und den irrelevanten Sprecher ausblenden.

- Signifikante Gruppenunterschiede ergaben sich hingegen bei der Untersuchung der geteilten Aufmerksamkeit. Hier sollten beide Sätze wiederholt und dem jeweiligen Sprecher zugeordnet werden. Die älteren Personen konnten auftretende Redundanzen im Vergleich zu den jüngeren Personen schlechter nutzen.

Fazit: Zwischen den Gruppen bestehen anscheinend Unterschiede hinsichtlich der geteilten Aufmerksamkeit und des Kurzzeitgedächtnisses. Wie im Überblick von Akeroyd finden sich zusätzlich Hinweise darauf, dass das Arbeitsgedächtnis von Wichtigkeit ist (Meister et al., 2011).

Wie sich der typische altersbedingte Abbau von kognitiven und auditorischen Fähigkeiten auf das Sprachverstehen auswirkt, ist noch nicht detailliert erforscht. Von Meister (2012) wurde ein schematisches Modell der Sprachsignalverarbeitung unter Berücksichtigung kognitiver Funktionen entwickelt:

Das Modell nimmt einen auditiven Input in Form verschiedener Sprachsignale an. Zusätzlich kann dieser Input durch Störgeräusche überlagert sein. Mit Hilfe charakteristischer Merkmale wie Modulationsgrad oder Stimmgrundfrequenz kann das auditorische System die eingehenden Signale auditiven Objekten zuordnen. Solange der Input ungestört ist, d. h. Sprache in Ruhe auftritt, finden nach Modellvorstellung überwiegend „bottom-up“-Prozesse statt. Sobald Störgeräusche auftreten, ändert sich dies, es kommen „top-down“-Prozesse hinzu. Die Aufmerksamkeit muss selektiv oder geteilt auf die Eingangssignale gerichtet werden. Im Modell wird dies als Abtastung bezeichnet. Die Ergebnisse werden einem Arbeitsspeicher bzw. dem Arbeitsgedächtnis zugeordnet, wobei nur eine begrenzte Kapazität verfügbar ist. Durch einen Abgleich zwischen Arbeits- und Langzeitgedächtnis werden Übereinstimmungen auf Wortebene getroffen. Durch zusätzliche Einbeziehung der lexikalischen Semantik verbinden sich diese dann zu einem sinnvollen Sprachfluss. Je stärker der auditorische Input mit Störanteilen überlagert ist, desto größer sind die kognitiven Belastungen. Deshalb erscheint es sinnvoll, neben dem peripheren Hörverlust auch kognitive Faktoren in die Hördiagnostik miteinzubeziehen (Meister, 2012).

Wie sich verschiedene Störgeräusche auf die Testergebnisse von unterschiedlichen kognitiven Tests auswirken, wurde von Larsby et al. (2005) untersucht. Dazu wurden vier Probandengruppen zu je zwölf Personen gebildet. Diese führten drei verschiedene Tests zum verbalen Arbeitsgedächtnis durch. Aufgabe war es, Wörter der semantisch richtigen Gruppe zuzuordnen, auf lexikalischer Ebene zu entscheiden, ob eine Kombination von drei Buchstaben ein sinnvolles Wort ergab, oder bestimmte Buchstabenkombinationen zu detektieren. Die Testdurchführung erfolgte in drei verschiedenen Versionen. In der textbasierten Version wurden die Stimuli in Textform auf dem Computerbildschirm präsentiert, analog dazu in der auditorischen akustisch. In der dritten Version erfolgte die Darbietung audiovisuell. Zusätzlich zur akustischen Darbietung sahen die Probanden das Gesicht des Sprechers auf dem Computerbildschirm. Alle Tests wurden in Ruhe und im Störschall

durchgeführt. Zum Einsatz kamen das ICRA-Rauschen, das Hagerman-Rauschen, welches im Aufbau analog zum olnoise des OLSA bzw. gönoise des GÖSA ist, und gesprochene Sprache in Form einer kontinuierlich vorgelesenen Geschichte aus einem Roman. Im Anschluss an jeden Testdurchgang sollten die Probanden auf einer Skala von 0 (überhaupt nicht) bis 10 (extrem schwer) bewerten, wie anstrengend der Test empfunden wurde.

Die wichtigsten Ergebnisse im Überblick:

- Die jüngeren Probanden antworteten häufiger korrekt und hatten niedrigere Reaktionszeiten als die älteren. Dies machte sich am deutlichsten beim ICRA-Störschall und dem Störsprecher bemerkbar.
- Die Normalhörenden schnitten besser als die schwerhörigen Probanden ab und hatten zusätzlich kürzere Reaktionszeiten. Besonders schlecht schnitten die Schwerhörigen beim modulierten Störschall (ICRA und Sprecher) ab.
- Die Testergebnisse aller kognitiven Tests verschlechterten sich über alle Probandengruppen signifikant zwischen der Durchführung in Ruhe und im Störgeräusch. Zusätzlich verlängerten sich die Reaktionszeiten. Die Effekte waren bei den älteren Personen stärker ausgeprägt als bei den jüngeren.
- Am subjektiv anstrengendsten empfanden alle Probanden den auditorischen Test gefolgt vom audiovisuellen. Hingegen wurde der visuelle Test am leichtesten empfunden. Insgesamt gaben die Schwerhörigen bei der Bewertung der einzelnen Tests stets höhere Zahlenwerte als die Normalhörenden an.

Die Eignung der eingesetzten Testbatterie war zuvor in einer separat veröffentlichten Evaluationsstudie von Hällgren et al. unter anderem auf ihre Sensitivität und Reliabilität überprüft worden (Hällgren et al., 2001).

Fazit: Kognitive Tests werden durch Durchführung im Störgeräusch erschwert. Dies hat Auswirkungen auf die Anzahl der Fehler und auf die Reaktionszeit. Besonders große Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen ergaben sich beim ICRA-Störschall und dem Sprecher, der eine Geschichte vorliest. Die jüngeren Probanden schnitten dabei stets besser ab als die älteren. Dies war sowohl bei den Normalhörenden als auch bei den Schwerhörigen der Fall (Larsby et al., 2005).

Meyer et al. (2008) publizierten eine Studie, in der der Einfluss verschiedener fluktuierender Störgeräusche auf die Sprachverständlichkeitsschwelle untersucht wurde. Als Maskierer wurden vier verschiedene fluktuierende Störsignale (drei Varianten vom ICRA-Rauschen und ISTS) und ein informationshaltiges Störsignal (Sätze des Göttinger Satztests) eingesetzt. Die ICRA-Störsignale unterscheiden sich dabei hauptsächlich in ihrer Modulationsfrequenz (keine Modulationen, für Sprache untypische und für Sprache typische Modulationen). Die kognitiven Komponenten beim Sprachverstehen wurden mit dem Lexical Decision Test gemessen. (Es handelt sich dabei um den gleichen lexikalischen Test wie in

der Studie von Larsby et al. (2005)). Dafür wurde die Testdurchführung ins Deutsche übertragen. Es wurden die korrekten Antworten und die Reaktionszeit gemessen. Zusätzlich erfolgte die Messung des TRT mit dem Satzmaterial des Oldenburger Satztests. Die Überlagerung der Sätze erfolgte mit drei unterschiedlichen Mustern. Zum einen randomisiert verteilte Quadrate, Balken mit starr festgelegten Positionen und Balken, deren Verteilung sich an der Einhüllenden des ICRA5\_250 Rauschens orientierte. Zusätzlich wurde für alle fünf Probanden ein Tonaudiogramm aufgenommen und eine Lautheitsskalierung durchgeführt. Folgende Beobachtungen wurden gemacht:

- Alle gemessenen SRT-Werte waren negativ. Der SRT für den ICRA-Maskierer ohne Modulationen war am höchsten (-6,4 und -8,8 dB) und für den ISTS-Maskierer am niedrigsten (-29,5 und -24,9 dB).
- Die Ergebnisse für den TRT-Test schwankten deutlich zwischen den Probanden, tendenziell sind die Prozentzahlen für das sprachähnliche Störmuster am niedrigsten, d. h. diese Testversion ist am schwierigsten.
- Es konnten keine Korrelationen zwischen SRT und TRT nachgewiesen werden.
- Der lexikalische Test unterschied sich hinsichtlich der Trefferquote kaum zwischen den Probanden. Größere Differenzen ergaben sich nur bei der Reaktionszeit.
- Aufgrund der geringen Anzahl von fünf Probanden konnten keine statistisch signifikanten Zusammenhänge ermittelt werden.

Eine andere Fragestellung verfolgte Lunner (2003): In dieser wurde der Zusammenhang zwischen kognitiven Fähigkeiten und dem Gebrauch von Hörgeräten untersucht. Es nahmen 72 unerfahrene Hörgeräteträger teil, die bis zu zwei Experimente durchführten. Im ersten Experiment wurde nach Korrelationen zwischen kognitiven Untersuchungsergebnissen und den Ergebnissen von Sprachverständlichkeitsmessungen im Störgeräusch gesucht. Das Arbeitsgedächtnis wurde mit dem Reading Span Test und die verbale Verarbeitungsgeschwindigkeit mit einem Reimtest getestet. Die Probanden sollten per Knopfdruck entscheiden, ob sich jeweils zwei gleichzeitig präsentierte (schwedische) Wörter reimten. Die Sprachverständlichkeitsmessung wurde mit dem Hagerman-Satztest untersucht. Dieser entspricht vom Aufbau dem deutschen OLSA. Es wurde die Sprachverständlichkeitsschwelle im Störgeräusch für 40%iges Sprachverstehen ermittelt. Die 17 Probanden mit den besten (9 Personen) bzw. schlechtesten (8 Personen) Untersuchungsergebnissen nahmen anschließend am zweiten Experiment teil. Hier wurde untersucht, wie kognitive Faktoren die Fähigkeit beeinflussen, von komplexen Signalverarbeitungsstrategien in Hörgeräten zu profitieren. Die eingesetzten Prototypen-Hörgeräte waren so programmiert, dass sie Schall unterschiedlich verstärkten mit dem Ziel, die Hörbarkeit von Sprache zu optimieren. In Situationen, in denen das Hörgerät keine Sprachanteile detektierte, wurde die Verstärkung deutlich reduziert. Hingegen wurde die Verstärkung deutlich erhöht, sobald Sprachanteile vom Hörgerät erkannt wurden.

Die wichtigsten Erkenntnisse sind die folgenden:

- Experiment 1: Die Leistungsfähigkeit des Arbeitsgedächtnisses und die verbale Verarbeitungsgeschwindigkeit korrelieren mit den erzielten Ergebnissen der Sprachverständlichkeitsuntersuchung im Störgeräusch. Zusätzlich bestehen Korrelationen zwischen kognitiven Fähigkeiten und dem Alter. Je älter die Probanden waren, desto schlechter waren die Ergebnisse der kognitiven Messungen im Vergleich zu den jüngeren Probanden.
- Experiment 2: Probanden mit guten Testergebnissen im Reading Span Test (Arbeitsgedächtnis) profitieren stärker von den komplexen Signalverarbeitungsstrategien der Hörgeräte als diejenigen mit geringen Ressourcen.

Fazit: Auch in diesem Versuch zeigte sich, dass Arbeitsgedächtnis und Verarbeitungsgeschwindigkeit die Verständlichkeit von Sprache im Störgeräusch beeinflussen Lunner (2003).

Der Themenschwerpunkt von Vaughan et al. (2008) lag in der Entwicklung einer geeigneten Testbatterie, um die kognitiven Faktoren, die die Sprachwahrnehmung beeinflussen, zu detektieren. Dafür wurde an 225 älteren Probanden (Mittelwert: 61,6 Jahre) erforscht, welche kognitiven Testverfahren am geeignetsten sind, um die auftretenden Schwierigkeiten im Sprachverstehen, welche nicht durch den Hörverlust zu erklären sind, aufzudecken. Dazu wurde eine Testbatterie mit verschiedenen kognitiven Tests eingesetzt. Diese umfasste jeweils zwei Tests zum visuellen und verbalen Arbeitsgedächtnis, zur Verarbeitungsgeschwindigkeit und zur Aufmerksamkeit. Des Weiteren wurden Sprachtests mit unterschiedlichem Testmaterial durchgeführt. Folgende kognitiven und Sprachverständlichkeitstests kamen zum Einsatz:

- Visuelles Arbeitsgedächtnis:

N-Back-Test: Die Probanden bekamen in Einzelschritten eine Abfolge von Buchstaben präsentiert. Je nach Testvereinbarung sollte immer dann reagiert werden, wenn der gegenwärtige Buchstabe mit dem Buchstaben von vor drei bzw. einer Stufe übereinstimmte (one-back bzw. three-back).

Self-Ordered Pointing Test (SOPT): Auf einem Computerbildschirm erschienen acht- bzw. zehnmal in Folge abstrakte schwarz-weiße Zeichnungen, welche in jedem Testdurchlauf in unterschiedlicher Reihenfolge angeordnet waren. Der Proband sollte in jedem Durchlauf eine dieser Zeichnungen berühren, wobei jede Zeichnung nur einmal ausgewählt werden durfte.

- Verbales Arbeitsgedächtnis:

Digit Span Forward and Backward: Eine Abfolge von Zahlen sollte in der vorgelesenen Reihenfolge bzw. in rückwärtiger Reihenfolge wiederholt werden.

Letter-Number Sequencing (LNS): Eine willkürliche Abfolge von Zahlen und Buchstaben wurde präsentiert und sollte vom Probanden in geordneter Reihenfolge getrennt nach Zahlen (aufsteigend) und Buchstaben (alphabetisch) wiedergeben werden.

■ Verarbeitungsgeschwindigkeit:

Digit Symbol Test (DST): Der Proband musste einer Abfolge von Zahlen innerhalb von 2 Min. vordefinierte Symbole zuordnen. Die Fehleranzahl wurde ermittelt.

Choice Reaction Time (CRT): Auf einen visuellen bzw. akustischen Reiz sollte schnellstmöglich durch Drücken der entsprechenden Taste reagiert werden.

■ Aufmerksamkeit:

Brief Test of Attention (BTA): Eine Abfolge von Zahlen und Buchstaben wurde in zwei Durchläufen präsentiert. Im ersten Teil sollte die Anzahl der Zahlen, im zweiten Teil die Anzahl der Buchstaben gezählt und wiedergegeben werden.

Conners' Continuous Performance Test (CCPT): Dies ist ein Test zur Langzeitaufmerksamkeit, in dem die Probanden visuell oder akustisch Buchstaben präsentiert bekommen. Auf alle Buchstaben sollte reagiert werden, aber nicht auf das X.

■ Sprachverständlichkeit:

Das Testmaterial bestand zum einen aus semantisch und syntaktisch korrekten Sätzen mit geringer Vorhersagbarkeit und zum anderen aus syntaktisch korrekten aber sinnlosen Sätzen. Diese Sätze wurden zeitkomprimiert mit verschiedenen Kompressionsraten angeboten (40 %, 50 %, 60 %, 65 %).

Die Auswertung erfolgte in drei Schritten: Hauptkomponentenanalyse, Korrelationsanalyse und Regressionsanalyse. Die über alle Tests durchgeführte Hauptkomponentenanalyse extrahierte die drei kognitiven Komponenten Verarbeitungsgeschwindigkeit, sequentielles und nicht-sequentielles Arbeitsgedächtnis. Die Zuordnung erfolgte anhand der Ladungszahl in der Hauptkomponentenanalyse (Kriterium:  $\geq 0,5$ ) in folgender Weise:

- Nichtsequentielles Arbeitsgedächtnis: N-Back, SOPT, BTA, DST, CCPT
- Sequentielles Arbeitsgedächtnis: Digits Forward, Digits Backward, LNS
- Verarbeitungsgeschwindigkeit: Akustische CRT, Visuelle CRT

Dadurch lassen sich etwa 61 % der auftretenden kognitiven Varianzen erklären.

Mit der Korrelationsanalyse konnten die kognitiven Tests extrahiert werden, welche besonders stark mit dem Verstehen zeitkomprimierter Sprache korrelierten. Dazu wurden die Ergebnisse der kognitiven Tests mit den Ergebnissen der Sprachverständlichkeitsmessungen bei einer Zeitkompression von 50 % und 60 % verglichen. Diese Sätze wiesen für beide Satztypen die größten interindividuellen Varianzen zwischen den Probanden auf.

Signifikante Korrelationen wiesen die folgenden Tests mit den Ergebnissen der Sprachverständlichkeitsmessung auf:

- Nichtsequentielles Arbeitsgedächtnis: DST ( $\alpha = 0,01$ )
- Sequentielles Arbeitsgedächtnis: Digits Forward, Digits Backward, LNS ( $\alpha = 0,05$ )
- Verarbeitungsgeschwindigkeit: Akustische RT ( $\alpha = 0,05$ )

Mit Hilfe der Regressionsanalyse wurde zusätzlich der Einfluss des Alters und des Hörverlustes untersucht. Etwa 28 % der auftretenden Varianzen lassen sich durch diese zwei Faktoren erklären. D. h. Alter und Hörverlust beeinflussen am deutlichsten die Sprachverstehensleistung von zeitkomprimierter Sprache. Der Letter-Number Sequencing Test (LNS) schnitt bei Vaughan et al. (2008) von allen kognitiven Tests am besten ab: Seine Testergebnisse korrelierten am signifikantesten mit den Ergebnissen aus den Sprachverständlichkeitsuntersuchungen.

#### Aufstellung Versuchsplan „kognitive Messungen“:

In unterschiedlichen Studien mit verschiedenen Forschungsschwerpunkten konnte gezeigt werden, dass Zusammenhänge zwischen einzelnen kognitiven Testverfahren und Sprachverständlichkeitsmessungen darstellbar sind. Der eine, alles erklärende Test konnte jedoch noch nicht gefunden werden. Es kristallisierten sich für das eigene Studiendesign folgende Punkte und Überlegungen heraus:

- Der deutlichste Prädiktor für die zu erwartende Sprachverständlichkeit stellt der Hörverlust dar (siehe Akeroyd, 2008).
- Jüngere Personen schneiden bei kognitiven Untersuchungsmethoden grundsätzlich besser ab als ältere Personen (z. B. Larsby et al., 2005).
- Um Alter- oder Hörverlusteffekte zu minimieren, erfolgte eine Beschränkung des Probandenkollektivs auf junge Normalhörende.
- Für die Untersuchung der Sprachverständlichkeit sind Satzteste am geeignetsten, insbesondere, wenn sie mit modulierten Störgeräuschen maskiert werden. Der Effekt verstärkt sich bei modulierten Maskierern gegenüber statischem Rauschen (Akeroyd, 2008; Meister et al., 2011; Larsby et al., 2005; Lunner, 2003; Vaughan et al., 2008).
- Verwendet wird der Göttinger Satztest mit zwei modulierten Maskierern (ICRA5\_250 und IFFM) und mit dem statischen gönoise. Die Auswahl erfolgt in Anlehnung an die Studien von Meister et al. (2011) und Meyer et al. (2008).
- Der TRT-Test zeigte in einigen Studien signifikante Korrelationen zu Sprachverständlichkeitsmessungen (z. B. Akeroyd, 2008).
- Der TRT-Test wird mit dem Satzmaterial des Göttinger Satztests durchgeführt.

- Die kognitiven Fähigkeiten wurden bereits mit einer Vielzahl verschiedener Tests untersucht. Vielversprechende Untersuchungsergebnisse lieferten Tests, die das Arbeitsgedächtnis prüften, wie der Reading Span Test (z. B. Akeroyd, 2008). Der Digit Forward/Backward Test sowie der LNS-Test, messen ebenfalls das (verbale) Arbeitsgedächtnis und erwiesen sich auch als sehr erfolgreich (Vaughan et al., 2008). Einen Erklärungsansatz liefert das Informationsverarbeitungsmodell von Meister (2012).
- Folgende Testbatterie wird zur Untersuchung der kognitiven Fähigkeiten erstellt:
  - Zahlenmerkspanne vorwärts und rückwärts analog zu Digit Forward/Backward und der Trail Marking Test A und B in Anlehnung an den LNS-Test, wobei vor allem der Teilttest B das Arbeitsgedächtnis und kognitive Flexibilität misst.
  - Zusätzlich wird noch ein Test zur Prüfung der selektiven Aufmerksamkeit und des Arbeitsgedächtnisses aufgenommen (WAFS-Test). Dieser wurde bisher noch nicht im Zusammenhang mit Sprachverständlichkeitsmessungen eingesetzt.
- Unterschiede hinsichtlich der geteilten Aufmerksamkeit (WAFS) bei zwei konkurrierenden Sprechern konnten nachgewiesen werden (siehe Meister et al., 2011).
- Als Test zur geteilten Aufmerksamkeit wird der WAFG-Test eingesetzt.
- Der WAFV-Test (Test zur Daueraufmerksamkeit) wird verwendet, da Aufmerksamkeitsprozesse generell darüber entscheiden, welche Eindrücke in das Arbeitsgedächtnis übertragen werden. Somit stellen sie die Basis für jegliche kognitive Leistung dar. Je länger über einen großen Zeitraum ein hohes Maß an Aufmerksamkeit aufrechterhalten werden kann, desto weniger Informationen gehen verloren. Wie lange die Aufmerksamkeit gleichbleibend aufrechterhalten werden kann, ist u. a. von intrinsischen Faktoren abhängig.
- Tests zum allgemeinen Intelligenzniveau erscheinen eher ungeeignet (Akeroyd, 2008).
- Der MWT-B-Test wird in die Testbatterie aufgenommen, weil er möglicherweise geeignet ist, interindividuelle Unterschiede innerhalb des Probandenkollektivs aufzudecken.
- Neben der reinen Aufmerksamkeit und der Kapazität des Arbeitsgedächtnisses ist aber auch die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit wichtig. Larsby et al. (2005) konnten nachweisen, dass sich die kognitive Leistungsfähigkeit im Störschall gegenüber der Ruhebedingung verschlechtert.
- Reaktive Belastbarkeit und Reaktionsgeschwindigkeit werden mittels Determinations-Test untersucht.
- Wie sich irrelevante Reize auf den Verarbeitungsprozess auswirken, wird mittels Interferenztest nach Stroop gemessen.

- Von Larsby et al. (2005) wurde der Einfluss der Art der Testdurchführung erforscht. Die Belastung der Probanden nahm deutlich zu zwischen visueller, auditorischer und audiovisueller Testdurchführung.
- Für die Testungen WAFS und WAFG stehen jeweils drei bzw. zwei Untertests zur Verfügung (visuell, auditorisch und crossmodal). Alle Untertests werden durchgeführt.

Im folgenden Abschnitt werden die konkret eingesetzten Untersuchungsmethoden, die sich aus der Literatur und der anschließenden Versuchsplanung ergeben haben, beschrieben.

### 2.2.1 Mehrfachwortschatztest (MWT-B)

Mit dem MWT-B von Lehrl (2005) wurde ein Test durchgeführt, der das verbale Intelligenzniveau misst. Der Test besteht aus 37 Wortreihen zu je fünf Wörtern. In jeder Wortreihe steht höchstens ein Wort, welches dem Probanden bekannt ist. Die anderen Wörter sind sinnlos. Aufgabe des Probanden ist es, die Anweisung zu Beginn des Testformulars durchzulesen und anschließend die bekannten Wörter durchzustreichen. Der Schwierigkeitsgrad nimmt dabei stetig zu. Durch das Testkonzept wird erworbenes Wissen, also die kristalline Intelligenz, abgerufen. Die Durchführung geht sehr schnell und nimmt etwa fünf bis zehn Minuten in Anspruch. Für die Auswertung wird die Anzahl der richtig markierten Wörter mit den Werten der Normtabelle verglichen und die entsprechende Intelligenzstufe abgelesen. Zeilen mit mehr als einem oder gar keinem durchgestrichenen Wort werden nicht gewertet. Die Normtabelle gilt nur für Erwachsene und wurde anhand einer repräsentativen Stichprobe im Umfang von 1952 Personen im Alter von 20 bis 64 Jahren erstellt.

### 2.2.2 Trail Marking Test (TMT)

Der TMT von Givagnoli et al. (1996) wird im Deutschen auch als Pfadfindertest bezeichnet und besteht aus zwei Testteilen (A und B) und den dazugehörigen Übungen. In jedem Teilttest müssen jeweils 25 Kreise miteinander verbunden werden, welche entweder nur Zahlen (Teil A) oder Zahlen und Buchstaben (Teil B) enthalten. Ziel ist es, mit einem Bleistift möglichst schnell die Zahlen aufsteigend bzw. die Zahlen und Buchstaben abwechselnd aufsteigend/alphabetisch zu verbinden. Sobald der Proband zwei Kreise falsch miteinander verbindet, muss er von der Testleitung darauf aufmerksam gemacht werden und vom letzten richtigen Kreis ausgehend weiter fortfahren. Die Instruktionen sind genormt und wurden den Probanden jeweils vorgelesen. Die Zeitmessung erfolgte, sobald der Proband die Aufforderung zu starten bekommen hatte. Mit dem Teilttest A wird primär die visuelle Verarbeitungsgeschwindigkeit, mit dem Teilttest B das Arbeitsgedächtnis und kognitive Flexibilität erfasst. Die Zeitdifferenz zwischen Teilttest B und A ist der komplexeren Aufgabenstellung geschuldet. Sie ist ein Indikator für die kognitive Aktivität und Flexibilität. Für den TMT existieren verschiedene Normtabellen, jedoch keine explizite für den deutsch-

sprachigen Raum. Je nach Alter und Bildungsstand sind unterschiedliche Zeiten für die Testteile zu erwarten.

### 2.2.3 Zahlenmerkspanne (ZMS)

Den ZMS-Test beschreiben Beblo und Lautenbacher (2006) und Lautenbacher und Gauggel (2004) als Test, der im Modus vorwärts primär das Kurzzeitgedächtnis und im Modus rückwärts primär das Arbeitsgedächtnis misst. Den Probanden werden Zahlenreihen vorgelesen, die sofort nach Darbietung vorwärts- bzw. rückwärts wiederholt werden sollen. Für jede richtig nachgesprochene Zahlenreihe gibt es einen Punkt. Die Ergebnisse beider Untertests werden addiert. Die Zahlenmerkspanne vorwärts besteht aus drei Ziffern und verlängert sich sukzessiv auf neun Ziffern. Die Zahlenmerkspanne rückwärts besteht aus jeweils einer Ziffer weniger, d. h. verlängert sich von anfangs zwei Ziffern auf acht Ziffern. Gesunde Menschen sind in der Lage, etwa sechs bis sieben Zahlen in beiden Testmodi zu wiederholen.

### 2.2.4 Selektive Aufmerksamkeit (WAFS)

Der Test WAFS misst sowohl die selektive Aufmerksamkeit, welche beispielsweise notwendig ist, um sich auf einen Sprecher im Störgeräusch zu konzentrieren, als auch die Leistungsfähigkeit des Arbeitsgedächtnisses. Der Proband soll auf Veränderungen der relevanten Reize reagieren und dabei die irrelevanten Reize ignorieren. Das Testparadigma erfordert, dass die Aufmerksamkeit auf ein bestimmtes Merkmal gerichtet wird, um Reaktionen auf irrelevante Merkmale zu unterdrücken. Für diese Aufgabe sind unter anderem auch Arbeitsgedächtnisprozesse relevant, wobei Aufmerksamkeitsfunktionen generell Basisleistungen jeglichen zielgerichteten Handelns (praktischen und geistigen) darstellen.

Der Test besteht aus drei Subtests: unimodal (visuell), unimodal (auditiv) sowie crossmodal (visuell & auditiv). Der Proband bekommt eine Vielzahl von Reizen präsentiert, wobei er nur dann reagieren soll, wenn ein relevanter Reiz erscheint. Der relevante Reiz besteht je nach Test aus einer bestimmten geometrischen Figur oder einem bestimmten Ton und verändert sich in seiner Intensität. Auf alle anderen (irrelevanten) Reize darf keine Reaktion erfolgen.

Die beiden unimodalen Subtests bestehen aus jeweils 144 Reizen, von denen auf 30 reagiert werden soll. Die Testbedingung crossmodal kommt mit 100 Reizen aus, wobei nur auf 38 Reize eine Reaktion erfolgen soll. Für die Durchführung werden etwa 24 Minuten benötigt. Als Hauptvariablen werden die mittlere Reaktionszeit (logarithmischer Mittelwert der einzelnen Reaktionszeiten) und ihr Streuungsmaß ermittelt. Die Anzahl der Verspäter bzw. der Falschalarm-Reize wird als Nebenvariable erfasst (Sturm, 2012b).

### 2.2.5 Geteilte Aufmerksamkeit (WAFG)

Unter geteilter Aufmerksamkeit wird die Fähigkeit verstanden, mehrere Reizkanäle zu überwachen und konkurrierende Informationen zu verarbeiten. Die Leistungsfähigkeit

ist von den vorhandenen Verarbeitungsressourcen abhängig und wird maßgeblich vom Arbeitsgedächtnis beeinflusst. Im Alltäglichen finden sich solche Situationen ständig, z. B. Autofahren und gleichzeitiges Führen einer Unterhaltung.

Der Test ist in zwei Subtests unterteilt. Im ersten Subtest muss der Proband zwei visuelle Reizkanäle dahingehend überwachen, dass er, sobald sich das Signal zweimal hintereinander verändert (heller wird), so schnell wie möglich reagiert. Beim zweiten Subtest war der Testmodus crossmodal, d. h. das Reizmaterial wurde auf einem visuellen und auf einem auditiven Kanal präsentiert. Es werden insgesamt 85 Reize vorgegeben, von denen 21 Reaktionen beim Probanden hervorrufen sollen. Immer wenn sich auf einem der beiden Reizkanäle das dargebotene Signal zweimal hintereinander veränderte (visuell: heller; auditiv: leiser), sollte der Proband schnellstmöglich reagieren. Durch das Geringerwerden der Reize lassen sich Popping-Out-Effekte minimieren. Als Hauptvariablen werden die mittlere Reaktionszeit (logarithmischer Mittelwert der einzelnen Reaktionszeiten) und ihr Streuungsmaß ermittelt. Die Anzahl der Verpasser bzw. der Falschalarm-Reize wird als Nebenvariable erfasst (Sturm, 2012a).

### 2.2.6 Vigilanz/Daueraufmerksamkeit (WAFV)

Der Aspekt der Daueraufmerksamkeit erfasst die langfristige Aufrechterhaltung einer gewissen Aktivierungsenergie, um auf Veränderungen reagieren zu können. Sie ist Grundvoraussetzung für jede kognitive und praktische Tätigkeit und deshalb von Interesse. Je seltener die relevanten Reize auftreten, auf die reagiert werden soll, desto eintöniger wird der Test und desto schwerer fällt die langfristige Aufmerksamkeitsaktivierung.

Für die Testdurchführung werden dem Probanden auditiv 900 Reize dargeboten. Davon sind 250 relevant, d. h. diese sollen beim Probanden eine Reaktion hervorrufen, während die restlichen Reize ignoriert werden sollen. Es werden Reize in Form von Tönen unterschiedlicher Tonhöhen (tief, mittel, hoch) vorgegeben. Es soll immer dann reagiert werden, wenn die Reize des hohen oder tiefen Tones an Intensität verlieren. Als Hauptvariablen werden die mittlere Reaktionszeit (logarithmischer Mittelwert der einzelnen Reaktionszeiten) und ihr Streuungsmaß ermittelt. Die Anzahl der Verpasser bzw. der Falschalarm-Reize wird als Nebenvariable erfasst. Alle Variablen werden für den Gesamttest, aber auch nach erster und letzter Testhälfte getrennt, erfasst (Sturm, 2012c).

### 2.2.7 Determinationstest (DT)

Mit dem Determinationstest wird die reaktive Belastbarkeit, Aufmerksamkeit und Reaktionsgeschwindigkeit gemessen, wobei als motorische Leistung das Betätigen von Tasten und Fußpedalen erforderlich ist. Bei diesem Test wird vor allem die Verarbeitungsgeschwindigkeit erfasst. d. h. wie schnell Reizeindrücke innerhalb des Arbeitsgedächtnisses verarbeitet werden können. Die Anzahl der dargebotenen Reize variiert je nach Leistungsniveau des Probanden. Ziel ist es, den Probanden an seine Leistungsgrenze zu führen. Wie schnell die einzelnen Reize aufeinanderfolgen, ist vom Mittelwert der letzten acht Reak-

tionszeiten abhängig und wird adaptiv gesteuert. Dazu bekommt der Proband Farbreize und akustische Signale vorgegeben, auf die durch möglichst schnelles Tastendrücken oder Betätigen der Fußpedale reagiert werden soll. Ausgewertet werden als Hauptvariable die Anzahl der richtigen Reaktionen. Als Nebenvariable wird die Anzahl der falschen Reaktionen und die ausgelassenen Reaktionen gezählt. Zusätzlich wird der Median der Reaktionszeit, die Anzahl der Reize und die Summe aller getätigten Reaktionen erfasst (Schuhfried, 2012b).

### **2.2.8 Interferenztest nach Stroop (Stroop)**

Mit dem Stroop-Test wird die Farb-Wort-Interferenzneigung bestimmt, d. h. wie stark sich interferierende Informationen auf die Lesegeschwindigkeit oder Farberkennung auswirken. Zunächst werden ohne Interferenz die reine Lesegeschwindigkeit eines Farbwortes und die Geschwindigkeit für das Erkennen von Farben ermittelt (Baseline). Im Anschluss werden die Messungen unter Interferenzbedingung wiederholt und jeweils mit den Werten der Baseline verglichen. Die Lesegeschwindigkeit für Farbwörter wird verringert, indem das Wort in einer anderen Farbe geschrieben wird, z. B. steht das Wort „Gelb“ in grüner Schrift geschrieben, der Proband soll nur auf die Bedeutung des eigentlichen Wortes achten. Im anderen Fall muss nur die Farbe, nicht aber der Wortinhalt, detektiert werden, z. B. steht in roter Schrift das Wort „Grün“. Es wird gemessen, wie gut irrelevante Reiz Aspekte auf den Verarbeitungsprozess unterdrückt werden können.

Ausgewertet werden jeweils für die Baseline- und Interferenz-Bedingung die Mediane der Reaktionszeiten für Lesen und Benennen sowie die Anzahl der falschen Reaktionen. Es kam die Testversion S7 mit der normierten Probandentastatur zum Einsatz. Die Messdauer beträgt etwa 10 Minuten (Schuhfried, 2012a).

## **2.3 Kognitive und sensomotorische Zusammenhänge**

Ein Übersichtsartikel von Huxhold et al. (2009) zeigt auf, dass die sensomotorischen und kognitiven Fähigkeiten durch Alterungsprozesse abnehmen. Wobei noch nicht klar ist, ob sich Veränderungen in der Sensorik auf kognitive Bereiche auswirken oder umgekehrt durch kognitive Deprivation auch sensorische Bereiche einer Abnahme unterliegen. Durch sensomotorische Einschränkungen sind ältere Personen stärker als jüngere gezwungen, mehr Aufmerksamkeit auf ihre Sinne zu richten. Für Ältere ist es somit ungleich schwieriger, sensomotorische und kognitive Aufgaben gleichzeitig durchzuführen. Es wird von einem Ressourcenkonflikt berichtet. Interessanterweise scheint sich die körperliche Leistungsfähigkeit nicht nur auf die sensomotorischen Fähigkeiten positiv auszuwirken, sondern auch auf kognitive Faktoren. So zeigen körperlich aktive Testteilnehmer um die 67 Jahre in Interventionsstudien deutlich bessere kognitive Leistungen als untrainierte Probanden aus der Vergleichsgruppe. Dieser Zusammenhang konnte in neurophysiologischen Untersuchungen bestätigt werden. Die Dichte des Gehirngewebes in frontalen,

temporalen und parietalen Bereichen war bei körperlich aktiven signifikant höher als bei inaktiven älteren Personen.

Von Lindenberger et al. (2001) konnte nicht nachgewiesen werden, dass sensorische Einschränkungen messbare kognitive Leistungseinbußen nach sich ziehen. Dazu unterzogen sich 218 Probanden im Alter von 30 bis 50 Jahren, eingeteilt in fünf verschiedene Gruppen, vierzehn unterschiedlichen kognitiven Tests. Es wurde sowohl eine Kontroll- und Placebogruppe gebildet als auch eine Gruppe, bei der die Sehschärfe, die Hörschwelle oder beides so manipuliert wurden, dass sie denen von über 70-Jährigen entsprachen. Dennoch unterschieden sich die Testergebnisse für die durchgeführten kognitiven Tests kaum zwischen den einzelnen Gruppen. Sensorische und kognitive Leistungsmerkmale sind im Alter eng miteinander verknüpft und unterliegen biologischen Abbauprozessen. Dennoch konnte kein direkter Zusammenhang zwischen sensorischen und kognitiven Faktoren gefunden werden, der sich durch die nachlassenden sensorischen Fähigkeiten erklären ließe.

Wie groß der Nutzen einer Hörgeräteversorgung für den Einzelnen ist, hängt nicht nur von der Ausprägung des Hörverlustes, sondern auch von kognitiven und feinmotorischen Fähigkeiten ab. Singh (2009) beschreibt, dass die Bereitschaft, Hörgeräte zu tragen, stärker von der Fingerfertigkeit beeinflusst wird als von anderen Faktoren wie Alter, Geschlecht oder Grad der Schwerhörigkeit.

Robinson (2012) untersuchte genetische Einflüsse und deren Auswirkungen auf das Hörvermögen und die taktile Sensitivität. Einige Genmutationen sind dafür bekannt, eine erblich bedingte Gehörlosigkeit zu verursachen. In der hier genannten Publikation konnte der Beweis erbracht werden, dass diese Gene teilweise auch die Berührungsempfindlichkeit beeinflussen. Die Mutation in mindestens einem Gen korrelierte mit einer herabgesetzten Berührungsempfindlichkeit. Diese Genmutation ist auch für eine bestimmte Art der erblich bedingten Taubheit verantwortlich. Statistische Analysen verschiedener auditorischer und taktiler Messergebnisse zeigten folgenden Zusammenhang auf: Gutes Hörvermögen und hohe Berührungsempfindlichkeit korrelieren miteinander. Somit verursacht die Mutation eines Genes den Verlust zweier Sinne, nämlich des Hör- und des Tastsinns.

#### Aufstellung Versuchsplan „motorische Messungen“:

Die bisherigen Forschungsergebnisse bezüglich der Wechselwirkung zwischen sensorischen, motorischen und kognitiven Fähigkeiten sind eher unbefriedigend und zeigen kein einheitliches Bild. Es ist aber nicht auszuschließen, dass kognitive und motorische Fähigkeiten einander, in welcher Art auch immer, beeinflussen. Vor allem im Hinblick auf die Forschungsarbeit von Singh (2009), dass die Bereitschaft, Hörgeräte zu tragen, stärker von der Fingerfertigkeit als vom eigentlichen Hörverlust abhängt, führt dazu, auch feinmotorische Untersuchungen miteinzubinden. Da hierzu keine weitere Literatur gefunden

werden konnte, wird die Anzahl der eingesetzten Tests großzügig gestellt, um möglichst eine Vielzahl feinmotorischer Aspekte abzudecken. Verwendet wird die motorische Leistungsserie des Wiener Testsystems (Fa. Schuhfried). Mit dieser lassen sich sechs Aspekte feinmotorischer Bewegungen untersuchen, getrennt nach rechter und linker Hand sowie für beidhändige Durchführung. Mangels Vergleichswerten kann an dieser Stelle noch keine Aussage getroffen werden, ob Korrelationen zur Sprachverständlichkeit oder zu kognitiven Fähigkeiten vorhanden sein werden. Der Untertest Aiming misst die Zielgerichtetheit der Bewegung. Dazu muss der Proband eine Reihe von Kreisen der Reihe nach berühren, wobei die Zeit gestoppt und die Fehleranzahl ermittelt wird. Die Kreise weisen dabei eine Größe auf, die eine geringe Fehlerzahl vermuten lässt. Somit erfordert dieser Test eher weniger reine Fingergeschicklichkeit, sondern Konzentrationsfähigkeit. Von daher geht die Vermutung in die Richtung, dass Aiming evtl. mit kognitiven oder Sprachtests korrelieren könnte.

### **Motorische Leistungsserie (MLS)**

Die motorische Leistungsserie erfasst sechs Faktoren feinmotorischer Bewegungen durch statische und dynamische Aufgaben für Finger-, Hand- und Armbewegungen. Für die Auswertung werden für die linke und rechte Hand bei ein- und beidhändiger Durchführung Geschwindigkeits- und Genauigkeitsmaße bestimmt. Dabei handelt es sich um:

- Aiming: Zielgerichtetheit der Bewegung
- Steadiness: Handunruhe/Tremor
- Linien nachfahren: Präzision von Arm-Hand-Bewegungen
- Lange und kurze Stifte einstecken: Handgeschicklichkeit und Fingerfertigkeit
- Aiming und Linien nachfahren: Geschwindigkeit von Arm- und Handbewegungen
- Tapping: Handgelenk-Finger-Geschwindigkeit

Im Forschungslabor von Schuhfried konnten nur geringe Korrelationen zwischen den Variablen der MLS und kognitiven Anforderungen (u. a. Stroop-Test) gefunden werden ( $r = 0,35$ ), genauso wie zwischen der MLS und allgemeinen Intelligenzleistungen (Neuwirth und Benesch, 2012).

## **2.4 Selbsteinschätzung der Probanden**

In den erwähnten Studien wurden die Probandengruppen nur anhand ihres Alters oder Hörverlustes unterschieden. Gerade im Hinblick auf Sprachverständlichkeitsmessungen und kognitive Fähigkeiten erscheint es erstrebenswert, eine genauere Charakterisierung und Einschätzung der Probanden vorzunehmen. Gerade kognitive Faktoren sind individuell sehr unterschiedlich und sowohl von inneren als auch äußeren Einflüssen geprägt, z. B. durch die Schulbildung, individuelle Neigungen und Interessen oder das soziale Umfeld.

### Aufstellung Versuchsplan „Selbsteinschätzung mittels Fragebögen“:

Soziodemografische Aspekte wie Schulbildung, Berufsabschluss und Erwerbstätigkeit sollten bei der Auswahl und beim interindividuellen Vergleich der Probanden miteinbezogen werden. Aber auch Aspekte wie Lärmexposition, Ohrerkrankungen und der allgemeine Gesundheitsstatus können sich unter Umständen auf die kognitive Leistungsfähigkeit oder Hörfähigkeit auswirken. Bewiesen ist der Einfluss von neurologischen oder psychiatrischen Erkrankungen wie Schlaganfall oder Depressionen (z. B. Sturm, 2012b). Ein weiterer wichtiger Aspekt liegt in der Selbsteinschätzung der Probanden von alltäglichen Hörsituationen. Spiegeln sich in der Beurteilungstendenz eventuell vorhandene Probleme beim Verstehen im Störgeräusch wider? Wird das Sprachverstehen von so subjektiven Faktoren wie der kognitiven Aufgeschlossenheit gegenüber ungewissen und unbekannt Situationen in irgendeiner Weise beeinflusst? Vielleicht lassen sich Zusammenhänge mit dem Sprachtest herstellen, indem Probanden mit Ausreißer-Ergebnissen intensiver beleuchtet werden.

#### **2.4.1 Modifizierter Hörstat-Fragebogen (Hörstat)**

Als Interview-Fragebogen eingesetzt, wurden verschiedene Themengebiete wie Gesundheitsstatus, Ohrerkrankungen, Lärmexposition und soziodemografische Angaben abgefragt. Ursprünglich war dieser Fragebogen für „A representative study of hearing ability in North West Germany“ von Holube und von Gablenz (2011) entwickelt worden, kurz Projekt „Hörstat“. Die Originalversion wurde den Zielen und dem Probandenkollektiv dieser Studie angepasst. So entfallen beispielsweise die Fragen nach dem Gebrauch eines Hörgerätes und zum Jahreseinkommen.

#### **2.4.2 Need for Cognitive Closure (NCC)**

Das Bestreben nach kognitiver Geschlossenheit (need for cognitive closure) lässt sich als das Streben nach einer eindeutigen Antwort anstelle von Ungewissheit und Ambiguität erklären (Webster und Kruglanski, 1994). Die verwendete deutsche Kurzform von Schlink und Walther (2007) erfasst, entgegen der englischsprachigen Originalversion, nur noch zwei von ursprünglich fünf Dimensionen und kommt mit 16 Fragen aus (Original: 42 Fragen). Das sind die zwei Dimensionen: Bedürfnis nach Struktur und Geschlossenheit sowie Entschiedenheit des Urteilens. Mit Hilfe des Fragebogens lassen sich Personen nach ihrem Bedürfnis nach kognitiver Geschlossenheit klassifizieren. Diejenigen mit einem hohen Bedürfnis bevorzugen eindeutige Situationen. Außerdem neigen sie dazu, für Problemlösungen nur wenige Lösungsstrategien und Hypothesen zu generieren. Es werden zudem nur wenige Informationsquellen herangezogen. Gleichzeitig besitzen diese Personen ein hohes Vertrauen in die eigenen Urteile und Standpunkte. Personen mit einem geringen Bedürfnis nach kognitiver Geschlossenheit bevorzugen dagegen uneindeutige Situationen und stehen Neuem aufgeschlossener gegenüber. Es standen sechsstufige Antwortskalen zum Ankreuzen bereit mit den Anfangs- und Endpunkten von 1 (stimme gar nicht zu) bis

6 (stimme völlig zu). Es wird die Hypothese aufgestellt, dass sich das Antwortverhalten in den Sprachverständlichkeitsmessungen widerspiegelt.

### **2.4.3 Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ):**

Der Fragebogen wurde von Gatehouse und Noble (2004) entwickelt und umfasst 49 Fragen, welche in die drei Themengebiete Sprachverstehen (Speech), räumliches Hören (Spatial) und Hörqualität (Quality) gegliedert sind. In der hier angewendeten deutschen Kurzversion von Kießling et al. (2011) liegen zu jedem der drei Themengebiete fünf bis sechs Fragen vor. Diese beschreiben verschiedene alltägliche Situationen, die bewertet werden sollen. Dazu stehen 11-stufige Antwortskalen von 0 (überhaupt nicht) bis 10 (perfekt) zur Verfügung. Zusätzlich kann „Trifft nicht zu“ angekreuzt werden, falls die beschriebene Hörsituation nicht bekannt ist. Ziel des Fragebogens ist es, herauszufinden, wie sich die Probanden bezüglich verschiedener Hörsituationen selbst einschätzen. Dieser Erkenntnisgewinn hilft beispielsweise, Hörschwierigkeiten zu detektieren und zu ergründen bzw. im Rahmen der Hörgeräteversorgung verschiedene Geräte oder Einstellungen miteinander vergleichen zu können. Im Rahmen dieser Arbeit liegt der Fokus auf der reinen Selbsteinschätzung. Falls Probanden als Ausreißer bei den Sprachverständlichkeitsmessungen auffallen, kann auf diese Weise nachvollzogen werden, ob generell Hörschwierigkeiten angegeben werden.

### **3. Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Sprachverständlichkeit im Störgeräusch und kognitiven und motorischen Fähigkeiten bei jungen normalhörenden Personen**

#### **3.1 Einleitung**

Unter erschwerten Hörbedingungen, wenn Sprachanteile von gleichzeitig auftretenden Störgeräuschen überlagert werden, ist die Sprachverständlichkeitsschwelle gegenüber Ruhebedingungen herabgesetzt (Stichwort Cocktailparty-Effekt). Dies lässt sich unter Laborbedingungen durch Sprachverständlichkeitsmessungen quantitativ erfassen. Bei der Durchführung solcher Tests lässt sich häufig beobachten, dass trotz gleicher oder ähnlicher tonaudiometrischer Untersuchungsdaten die gemessenen Sprachverständlichkeitsschwellen der Probanden große Varianzen aufweisen. Von daher scheint es, dass das Sprachverstehen nicht vom alleinigen Hörvermögen abhängt, sondern auch von anderen Faktoren beeinflusst wird. Die folgende Masterarbeit befasst sich mit der Fragestellung, ob Zusammenhänge zwischen der Sprachverständlichkeit im Störgeräusch und kognitiven und motorischen Fähigkeiten bestehen (Unterkapitel 3.1.1 und 3.1.2). Zusätzlich werden mittels verschiedener Fragebogeninventare soziodemografische Aspekte oder die Selbstbeurteilung der eigenen Hörfähigkeit erfasst. Um den Einfluss von Schwerhörigkeit oder Alterseffekten zu minimieren, wurden als Zielgruppe junge normalhörende Personen ausgewählt. Die Versuchsplanung und die daraus generierten Hypothesen finden sich im Unterkapitel 3.1.3.

„Kognition ist die allgemeine Bezeichnung für Prozesse und Produkte von Wahrnehmung, Erkennen, Denken, Schlussfolgern, Urteilen, Erinnern usw.“ (vgl. Pschyrembel, 2007). Zu den kognitiven Fähigkeiten zählen z. B. Wortschatz, Gedächtnisleistungen oder Wahrnehmungs- bzw. Verarbeitungsgeschwindigkeiten (Dresler, 2011). Unter dem Gedächtnisbegriff wird der Teil des kognitiven Systems verstanden, der Informationen speichert, kodiert, transformiert und wieder abrufen kann. Unter Aufmerksamkeit wird die Fähigkeit zur Aufrechterhaltung eines Aktivierungszustandes verstanden, um Informationen zu erfassen und zu selektieren. Dies ermöglicht wiederum die bewusste Bereitstellung von Informationen, damit weitere kognitive und motorische Aufgaben ausgeführt werden können (Funke und Frensch, 2006).

#### **3.1.1 Sprachverständlichkeit und kognitive Fähigkeiten**

Akeroyd (2008) wertete in seinem Überblicksartikel 20 veröffentlichte Studien aus, die den Zusammenhang zwischen Sprachverständlichkeit und nicht-auditorischen Faktoren thematisierten. Die deutlichsten Zusammenhänge ließen sich bei den Studien feststellen, die für die Messung der Sprachverständlichkeit als Testmaterial Sätze verwendeten und modulierte Maskierer einsetzten. Von den kognitiven Fähigkeiten wurden unter anderem die Intelligenz, das Arbeitsgedächtnis, die Verarbeitungsgeschwindigkeit oder die Textver-

ständigkeitsschwelle (TRT) geprüft. (Für die Messung des TRT erscheint auf einem Computerbildschirm eine definierte Fläche, in der für kurze Zeit ein Satz auf weißem Hintergrund erscheint. Diese Fläche wird mit schwarzen geometrischen Mustern überlagert. Es wird adaptiv der Prozentsatz der verdeckten Fläche ermittelt, bei dem eine Leseverständlichkeit von 50 % erzielt wird (Zekveld et al., 2007.)) Dieser zeigte in einigen Studien signifikante Korrelationen zu den Sprachverständlichkeitsmessungen. Wobei Meyer et al. (2008) keine Korrelationen zwischen dem Oldenburger Satztest (OLSA) und dem TRT-Test (Satzmaterial aus dem OLSA) nachweisen konnten. Von den kognitiven Tests schnitt am besten der Reading Span Test ab, ein Test zur Messung des Arbeitsgedächtnisses. Nach Darbietung eines Satzes muss zunächst beurteilt werden, ob dieser sinnvoll war oder nicht, anschließend müssen bestimmte Zielwörter wiederholt werden. Auch von Lunner (2003) konnte gezeigt werden, dass das Arbeitsgedächtnis (Reading Span Test) und die verbale Verarbeitungsgeschwindigkeit (schwedischer Reimtest) mit den erzielten Ergebnissen der Sprachverständlichkeitsuntersuchung im Störgeräusch korrelieren. Vaughan et al. (2008) berichten von signifikanten Korrelationen zwischen Sprachverständlichkeitsmessungen mit zeitkomprimierter Sprache und dem Arbeitsgedächtnis, gemessen mit dem Digit Span Forward and Backward Test und dem Letter-Number Sequencing Test (LNS). Beim Digit Span Test soll eine zuvor vorgelesene Abfolge von Zahlen vorwärts oder rückwärts nachgesprochen werden. Aufgabe beim LNS Test ist es, eine willkürliche Abfolge von Zahlen und Buchstaben in geordneter Reihenfolge, getrennt nach Zahlen und Buchstaben, wiederzugeben. Das Sprachverstehen in unterschiedlich komplexen Hörsituationen und die kognitive Leistungsfähigkeit untersuchten Meister et al. (2011). Dazu bildeten sie zwei Gruppen mit jungen und älteren Normalhörenden, die den Oldenburger Satztest in Ruhe und Störlärm durchführten: stationär (olnoise), moduliert (ICRA5\_250 und ISTS) und konkurrierender Sprecher. Das Kurzzeitgedächtnis wurde mit dem Verbalen Lern- und Merkfähigkeitstest (VLMT) getestet. Zwischen den Gruppen bestehen signifikante Unterschiede hinsichtlich des Kurzzeitgedächtnisses (erster Testdurchgang des VLMT) und der Fähigkeit, sich auf den Zielsprecher zu konzentrieren, also bezüglich der geteilten Aufmerksamkeit. Einen Erklärungsansatz liefert die Modellvorstellung von Meister (2012). Dieser untersuchte, wie sich der typische altersbedingte Abbau von kognitiven und auditorischen Fähigkeiten auf das Sprachverstehen auswirkt. Solange der auditorische Input ungestört ist, d. h. Sprache in Ruhe auftritt, finden überwiegend „bottom-up“-Prozesse statt. Sobald Störgeräusche dazukommen, ändert sich dies: Es kommen „top-down“-Prozesse hinzu. Die Aufmerksamkeit muss entweder selektiv auf die Eingangssignale gerichtet werden („selektive“ Aufmerksamkeit) oder der Aufmerksamkeitsfokus muss wechselweise auf zwei oder mehr Quellen gerichtet werden („geteilte“ Aufmerksamkeit). Die Ergebnisse werden einem Arbeitsgedächtnis zugeordnet, wobei nur eine begrenzte Kapazität vorhanden ist. Je stärker der auditorische Input mit Störanteilen überlagert ist, umso mehr kognitive Ressourcen werden beansprucht. Wie sich Störgeräusche auf die Verarbeitungsgeschwindigkeit und die Art der Testdurchführung auf die Probanden auswirkt, wurde von

Larsby et al. (2005) untersucht. Vier Probandengruppen führten drei verschiedene Tests zum verbalen Arbeitsgedächtnis auf drei Arten durch: visuell, akustisch und audiovisuell. Die Testdurchführung erfolgte in Ruhe und im Störgeräusch: ICRA-Rauschen, vorgelesene Geschichte und Hagerman-Rauschen. Als am leichtesten wurde der Test in der visuellen Variante empfunden und als am schwierigsten in der akustischen Variante. Die Anzahl der Fehler vergrößerte sich und die Reaktionszeit wurde länger bei Durchführung im Störgeräusch (besonders ICRA und Vorleser) gegenüber der Ruhebedingung.

### 3.1.2 Sprachverständlichkeit und motorische Fähigkeiten

Bisher ist die Wechselwirkung zwischen sensorischen, motorischen und kognitiven Fähigkeiten ungenügend untersucht. Es ist aber nicht auszuschließen, dass kognitive und motorische Fähigkeiten in Wechselwirkung zueinander stehen. In ihrem Überblicksartikel zeigen Huxhold et al. (2009) auf, dass sensomotorische und kognitive Fähigkeiten durch Alterungsprozesse abnehmen. Wobei noch nicht klar ist, ob sich sensorische Veränderungen auf kognitive Faktoren auswirken oder umgekehrt. Durch die sensomotorische Einschränkungen sind ältere Personen gezwungen, mehr Aufmerksamkeit auf ihre Sinne zu richten. Von Robinson (2012) wurden genetische Einflüsse auf das Hörvermögen und die taktile Sensitivität untersucht. Er konnte den Beweis erbringen, dass die Mutation eines bestimmten Gens nicht nur zu einer bestimmten Art der erblich bedingten Schwerhörigkeit führt, sondern auch mit einer herabgesetzten Berührungsempfindlichkeit einhergeht. Somit verursacht die Mutation eines Genes den Verlust zweier Sinne, nämlich des Hör- und des Tastsinns. Vor allem im Hinblick auf die Forschungsarbeit von Singh (2009), dass die Bereitschaft, Hörgeräte zu tragen, stärker von der Fingerfertigkeit beeinflusst wird als von anderen Faktoren (wie z. B. Alter, Geschlecht oder Grad der Schwerhörigkeit) führen dazu, auch feinmotorische Aspekte miteinzubinden.

### 3.1.3 Ziele und Versuchsplanung

Bislang lassen sich aus der oben genannten Literatur noch keine eindeutigen Schlüsse ziehen, in welcher Art und Weise kognitive und feinmotorische Aspekte mit dem Sprachverstehen im Störgeräusch zusammenhängen. Ziel der eigenen Untersuchung ist es, aus einer breit aufgestellten Testbatterie die Tests zu extrahieren, welche sich besonders dazu eignen, die Varianzen in Sprachverständlichkeitsmessungen zu erklären. Dazu wird der Göttinger Satztest im stationären (gönoise) und modulierten (ICRA5 und IFFM) Störschall durchgeführt, um eine möglichst große Varianz in den Messergebnissen zu erhalten.

Es werden folgende Hypothesen generiert:

- Das Sprachverstehen im Störgeräusch und die kognitive Leistungsfähigkeit hängen zusammen. Die größten Effekte werden bezüglich des Arbeitsgedächtnisses erwartet. Zum einen erfolgt die Messung von kognitiven Faktoren mit bewährten Methoden, wie dem Test zur Zahlenmerkspanne vorwärts und rückwärts (Arbeitsgedächtnis). Zum anderen werden Tests verwendet, die in diesem Zusammenhang

noch nicht angewendet wurden (Wiener Testsystem). Falls möglich, werden die Tests in unterschiedlichen Versionen durchgeführt, also visuell, auditiv und crossmodal. Es wird angenommen, dass der subjektiv gefühlte Schwierigkeitsgrad variiert und sich in den Resultaten widerspiegelt. Des Weiteren wird u. a. der TRT-Test eingesetzt. Dieser Test korrelierte in einigen Studien signifikant mit den Sprachverständlichkeitsmessungen.

- Das Sprachverstehen im Störgeräusch und die feinmotorische Leistungsfähigkeit hängen zusammen, denn Feinmotorik setzt Konzentrationsfähigkeit voraus. Dies stellt wiederum eine kognitive Leistung dar. Mit diesem Ansatz wird Neuland betreten. Um dies zu überprüfen, werden insgesamt sechs feinmotorische Aspekte gemessen.
- Mit Hilfe von Fragebögen lassen sich die Probanden genauer als bisher charakterisieren und somit Testergebnisse differenzierter auswerten.

## 3.2 Methode

Im Nachfolgenden werden die angewendeten Methoden und Tests näher beschrieben. Für die statistische Auswertung wurden die Programme IBM SPSS Version 21, Matlab R2011a und Microsoft Excel 2013 verwendet.

### 3.2.1 Probanden

An den Untersuchungen nahmen 30 junge normalhörende Probanden (13 männlich, 17 weiblich) im Alter von 19 bis 28 Jahren (Mittelwert (MW): 23,1 Jahre) teil. Diese meldeten sich auf eine Annonce bei Ebay-Kleinanzeigen oder wurden von Kommilitonen rekrutiert. Die Probanden unterschieden sich in ihren Schulabschlüssen und wurden zwei Gruppen zugeordnet: Vierzehn Probanden besaßen die allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife (Gruppe 1), elf die mittlere Reife und fünf einen Hauptschulabschluss (Gruppe 2). Zusätzlich konnten einige eine abgeschlossene Berufsausbildung in den unterschiedlichsten Tätigkeitsfeldern nachweisen. Die Muttersprache war bei allen Probanden Deutsch. Hinsichtlich des angegebenen Gesundheitsstatus oder der Lärmexposition am Arbeitsplatz bzw. bei Freizeitaktivitäten unterschieden sich die Probandengruppen nicht voneinander. Innerhalb der Gruppen verwendete jeweils die Hälfte der Probanden durchschnittlich eine Stunde ein tragbares Audiogerät. Für die Teilnahme bekamen die Probanden eine Aufwandsentschädigung von 10 € pro Stunde bezahlt.

### 3.2.2 Messdurchführung

Die Messungen fanden an der Jade Hochschule in Oldenburg am Institut für Hörtechnik und Audiologie an drei Messterminen zu je 90 bis 120 Minuten Dauer statt. In wenigen Ausnahmefällen wurden die Messungen an zwei Terminen durchgeführt. Auf ausreichende Pausenzeiten wurde geachtet. Vor Beginn der Messungen erhielten die Probanden

eine ausführliche Aufklärung (Anhang 5.3) über das Ziel der Untersuchungen, die Art der Messungen, über etwaige Risiken. Sie mussten im Anschluss eine Einverständniserklärung (Anhang 5.4) unterzeichnen. Um dem Datenschutz gerecht zu werden, wurden die Daten ausschließlich anonymisiert in das Computersystem aufgenommen. Dazu erstellten die Probanden nach bestimmten Kriterien ein eigenes Codewort (Anhang 5.5). Die Messergebnisse wurden genau protokolliert, inklusive Anmerkungen bei auftretenden Schwierigkeiten oder sonstigen Bemerkungen (Anhang 5.2).

### 3.2.3 Tonaudiometrie

Das Hörvermögen wurde mit dem mobilen Audiometer ear2.0 von Auritec in Verbindung mit dem Kopfhörer HDA200 von Sennheiser getestet. Die Hörprüfung fand in der gleichen Testumgebung statt, in der auch alle folgenden Messungen, bis auf die Sprachverständlichkeitsmessung, durchgeführt wurden. Es handelte sich dabei um einen ruhigen, tageslichthellen Raum zwischen mehreren Büros. Gemessen wurde die Luftleitungsschwelle bei neun Frequenzen zwischen 125 und 8000 Hz. Die Ergebnisse der tonaudiometrischen Untersuchung sind für jede gemessene Frequenz als Boxplot, unterteilt in rechtes und linkes Ohr, dargestellt (Abbildung 3.1). Die Länge der Box wird durch den Interquartilsabstand bestimmt. An der Stelle des Medians ist die Box unterteilt. Die Whisker verbinden den minimalen und maximalen Wert mit der Box, wobei die Whisker in diesem Fall den 1,5-fachen Interquartilsabstand umfassen. Ausreißer werden mit Kreisen markiert.

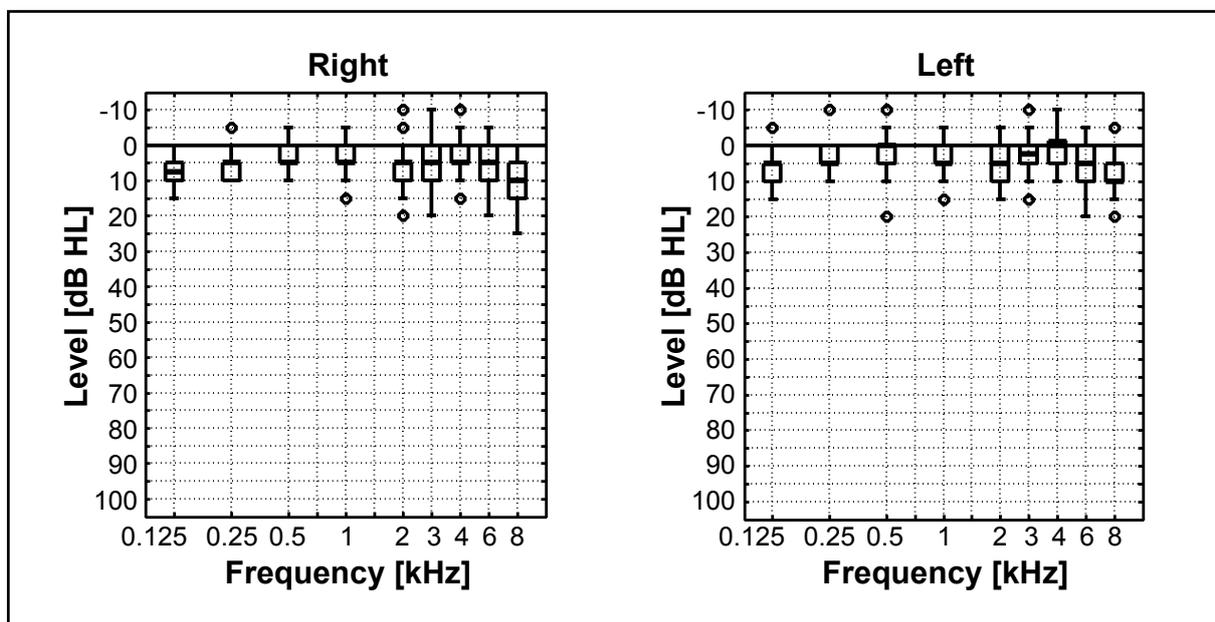


Abbildung 3.1: Tonaudiometrischer Hörverlust des rechten und linken Ohres der Probanden. Dargestellt sind der Median, der Interquartilsabstand, die Whisker und die Ausreißer.

### 3.2.4 Messung der Sprach- und Textverständlichkeitsschwelle

Die sprachaudiometrischen Messungen fanden in einer schallgedämmten Hörkabine des Instituts für Hörtechnik und Audiologie an der Jade Hochschule, Studienort Oldenburg,

statt. Es wurde die Oldenburger Messapparatur Version 1.3.6.1 verwendet. Die Signalausgabe erfolgte über eine Soundkarte RME Fireface 400 (Audio AG), einen Kopfhörerverstärker HB 7 (Tucker-Davis Technologies) und einen Kopfhörer HDA200 (Sennheiser). Die Messapparatur wurde im Vorfeld der Versuchsreihe kalibriert. Der Göttinger Satztest (GÖSA) wurde durchgeführt. Dieser besteht aus sinnhaften Alltagssätzen unterschiedlicher Länge (Kollmeier und Wesselkamp, 1997). Als Störsignale wurde gönoise eingesetzt, dabei handelt es sich um ein stationäres Rauschen (Kollmeier und Wesselkamp, 1997). Beim ebenfalls verwendeten ICRA5\_250 Maskierer handelt es sich um ein fluktuierendes Rauschen (Dreschler et al., 2011). Das IFFM-Störsignal geht aus dem internationalen Sprachtestsignal ISTS (Holube et al., 2011) hervor, mit auf 250 ms verkürzter Pausendauer. Die Sprachverständlichkeitsschwelle (SRT) wurde jeweils adaptiv ermittelt. Der SRT ist definiert als Signal-Rausch-Abstand zwischen Nutz- und Störschall, der für ein Sprachverstehen von 50 % benötigt wird (Kollmeier und Wesselkamp, 1997). Der Pegel des Maskierers war mit 65 dB SPL fest eingestellt. Sowohl die verwendeten 20er-Testlisten als auch die Reihenfolge der Maskierer waren randomisiert. Zehn Probanden hatten die folgende Maskier-Reihenfolge: gönoise, ICRA5\_250, IFFM, zehn weitere Probanden die Reihenfolge ICRA5\_250, IFFM, gönoise und die restlichen zehn Probanden die Reihenfolge IFFM, gönoise und ICRA5\_250. Vorab wurden die ersten zehn Sätze aus einer 20er-Testliste zum Eingewöhnen mit dem jeweils ersten Maskierer dargeboten. Die Einweisung für den Test erfolgte schriftlich und entsprach der Einweisung der HörTech gGmbH (2011), siehe Anhang 5.14. Verbal wurde sie um den Hinweis ergänzt, dass die Messung dreimal mit verschiedenen Störmaskierern erfolgt.

Für die Messung des TRT wurde ein von Meyer (Universität Oldenburg, Abteilung für Medizinische Physik) für den Oldenburger Satztest (OLSA) entwickeltes Matlab-Skript verwendet. Dieses wurde für den Göttinger Satztest angepasst, unter Beibehaltung der Fünf-Wort-Struktur. Das Material bestand aus 20 Sätzen, die zuvor in der auditiven GÖSA-Durchführung nicht verwendet wurden. Diese unterschieden sich nur geringfügig in der Gesamtzeichenlänge, um eine möglichst einheitliche Satzlänge zu gewährleisten (27 Zeichen  $\pm 2$ ), siehe Anhang 5.9. Umlaute wurden durch zwei Buchstaben ausgedrückt, worauf die Probanden verbal hingewiesen wurden. Gestartet wurde mit 50 % Überdeckungswirkung. Der Satz wurde in schwarzer Schriftfarbe auf weißem Hintergrund mittig auf einem Computerbildschirm angezeigt und mit randomisiert angeordneten schwarzen Quadraten überlagert. Die Testeinweisung erfolgte schriftlich (Anhang 5.14) und wurde um den Hinweis ergänzt, dass Umlaute durch ae, oe, ue ausgedrückt werden.

### 3.2.5 Kognitive Messverfahren

Im Nachfolgenden werden die verwendeten kognitiven Testverfahren kurz dargestellt.

### 3.2.5.1 Mehrfachwortschatztest (MWT-B)

Test zur Messung des allgemeinen Intelligenzniveaus von Lehrl (2005). Durch das Testkonzept wird erworbenes Wissen, also die kristalline Intelligenz, abgerufen. In 37 Wortreihen zu jeweils fünf Wörtern steht in jeder Wortreihe höchstens ein bekanntes Wort. Die anderen Wörter sind sinnlos. Für die Auswertung wird die Anzahl der richtig markierten Wörter mit den Werten der Normtabelle verglichen und der entsprechende IQ-Wert abgelesen (Anhang 5.10).

### 3.2.5.2 Trail Marking Test (TMT)

Der Test besteht aus zwei Teiltesten (A und B) und den dazugehörigen Übungen (Givagnoli et al., 1996; Tischler und Petermann, 2010). Teilttest A erfasst primär die visuelle Verarbeitungsgeschwindigkeit, Teilttest B das Arbeitsgedächtnis und kognitive Flexibilität. In jedem Teilttest müssen jeweils 25 Kreise miteinander verbunden werden, welche entweder nur Zahlen (Teil A) oder Zahlen und Buchstaben (Teil B) enthalten. Es wird die Zeit erfasst, die benötigt wird, um die Zahlen aufsteigend (Teil A) oder die Zahlen und Buchstaben abwechselnd aufsteigend oder alphabetisch zu verbinden (Anhang 5.11).

### 3.2.5.3 Zahlenmerkspanne

Messung des Arbeitsgedächtnisses mit dem Zahlenmerkspanne-Test vorwärts und rückwärts. Dazu werden anwachsende Zahlenreihen vorgelesen, die sofort nach Darbietung vorwärts bzw. rückwärts wiederholt werden sollen. Für jede richtig memorierte Zahlenreihe gibt es einen Punkt, die für beide Konditionen addiert werden (Beblo und Lautenbacher, 2006; Lautenbacher und Gauggel, 2004), siehe Anhang 5.12.

### 3.2.5.4 Wiener-Testsystem (WTS)

Die Firma Schuhfried vertreibt weltweit psychologische Tests, die u. a. klinisch in der Neuropsychologie eingesetzt werden und auch im deutschsprachigen Raum weit verbreitet sind. Für jeden Test sind altersabhängige Normstichproben, ermittelt an großen Probandenkollektiven, verfügbar (Anhang 5.1). Die Installation des Wiener Testsystems erfolgte auf einem handelsüblichen Notebook, das mit einem externen 19-Zoll-Monitor (Format 3:4) verbunden wurde. Die Testdurchführung ist jeweils in eine Instruktions-, Übungs- und Messphase gegliedert, welche automatisiert aufgerufen wird. Falls nötig, wurden für die Testeinweisung die vorgebenden Instruktionen aus dem Manual dem Sinn nach verwendet. Mit dem WTS wurde eine Vielzahl verschiedener Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen sowie feinmotorische Fähigkeiten geprüft.

### 3.2.5.5 Selektive Aufmerksamkeit (WAFS)

Der Test WAFS (Sturm, 2012b) misst sowohl die selektive Aufmerksamkeit als auch die Leistungsfähigkeit des Arbeitsgedächtnisses. Aufmerksamkeitsfunktionen stellen generell Basisleistungen jeglichen zielgerichteten Handelns dar. Das Testparadigma erfordert, dass die Aufmerksamkeit auf ein bestimmtes Merkmal gerichtet wird, um Reaktionen auf irre-

levante Merkmale zu unterdrücken. Der Test wurde mit allen drei Subtests durchgeführt: visuell, auditiv sowie crossmodal visuell und auditiv. Der Proband bekommt eine Vielzahl von Reizen präsentiert, wobei er nur dann reagieren soll, wenn ein relevanter Zielreiz erscheint. Der relevante Reiz besteht je nach Test aus einer bestimmten geometrischen Figur oder einem bestimmte Ton und verändert sich in seiner Intensität. Auf alle anderen (irrelevanten) Reize darf keine Reaktion erfolgen.

### **3.2.5.6 Geteilte Aufmerksamkeit (WAFG)**

Unter geteilter Aufmerksamkeit (Sturm, 2012a) wird die Fähigkeit verstanden, mehrere Reizkanäle zu überwachen und konkurrierende Informationen zu verarbeiten. Die Leistungsfähigkeit ist von den vorhandenen Verarbeitungsressourcen abhängig und wird maßgeblich vom Arbeitsgedächtnis beeinflusst. Die Testdurchführung erfolgte auf zwei Arten. Bei beiden musste der Proband jeweils zwei Reizkanäle (visuell & visuell oder visuell & akustisch) überwachen und schnellstmöglich reagieren, sobald sich auf einem Kanal die Reize zweimal hintereinander in gleicher Weise veränderten.

### **3.2.5.7 Daueraufmerksamkeit (WAFV)**

Der Aspekt der Daueraufmerksamkeit (Sturm, 2012c) erfasst die langfristige Aufrechterhaltung einer gewissen Aktivierungsenergie, um auf Veränderungen reagieren zu können. Sie ist Grundvoraussetzung für jede kognitive und praktische Tätigkeit und deshalb von Interesse. Je seltener die relevanten Reize auftreten, auf die reagiert werden soll, desto eintöniger wird der Test und desto schwerer fällt die langfristige Aufmerksamkeitsaktivierung. Der Proband bekommt Reize in Form von Tönen unterschiedlicher Tonhöhen (tief, mittel, hoch) vorgegeben und soll reagieren, wenn die Reize des hohen oder tiefen Tones etwas an Intensität verlieren.

### **3.2.5.8 Determinationstest (DT)**

Mit dem Determinationstest (Schuhfried, 2012b) wird die reaktive Belastbarkeit, Aufmerksamkeit und Reaktionsgeschwindigkeit gemessen, wobei als motorische Leistung das Betätigen von Tasten und Fußpedalen erforderlich ist. Bei diesem Test wird vor allem die Verarbeitungsgeschwindigkeit erfasst, d. h. wie schnell Reizeindrücke innerhalb des Arbeitsgedächtnisses verarbeitet werden können. Die Anzahl der dargebotenen Reize variiert je nach Leistungsniveau des Probanden. Ziel ist es, den Probanden an seine Leistungsgrenze zu führen. Wie schnell die einzelnen Reize aufeinanderfolgen, ist vom Mittelwert der letzten acht Reaktionszeiten abhängig und wird adaptiv gesteuert.

### **3.2.5.9 Interferenztest nach Stroop**

Mit dem Stoop-Test (Schuhfried, 2012a) wird die Farb-Wort-Interferenzneigung bestimmt, d. h. wie stark sich interferierende Informationen auf die Lesegeschwindigkeit oder Farberkennung auswirken. Zunächst werden ohne Interferenz die reine Lesegeschwindigkeit eines Farbwortes und die Geschwindigkeit für das Erkennen von Farben ermittelt (Base-

line). Im Anschluss werden die Messungen unter Interferenzbedingungen wiederholt und jeweils mit den Werten der Baseline verglichen. Die Lesegeschwindigkeit für Farbwörter wird verringert, indem das Wort in einer anderen Farbe geschrieben wird, z. B. steht das Wort „Gelb“ in grüner Schrift geschrieben, der Proband soll nur auf die Bedeutung des eigentlichen Wortes achten. Im anderen Fall muss nur die Farbe, nicht aber der Wortinhalt, detektiert werden, z. B. steht in roter Schrift das Wort „Grün“. Es wird gemessen, wie gut irrelevante Reiz Aspekte auf den Verarbeitungsprozess unterdrückt werden können.

### 3.2.6 Messung der feinmotorischen Fähigkeiten

Gemessen werden sechs Faktoren feinmotorischer Bewegungen durch statische und dynamische Aufgaben für Finger-, Hand- und Armbewegungen:

- Aiming: Zielgerichtetheit der Bewegung
- Steadiness: Handunruhe/Tremor
- Linien nachfahren: Präzision von Arm-Hand-Bewegungen
- Lange und kurze Stifte einstecken: Handgeschicklichkeit und Fingerfertigkeit
- Aiming und Linien nachfahren: Geschwindigkeit von Arm- und Handbewegungen
- Tapping: Handgelenk-Finger-Geschwindigkeit

Für die Auswertung werden für die linke und rechte Hand bei ein- und beidhändiger Durchführung Geschwindigkeits- und Genauigkeitsmaße bestimmt. Die Einweisung der Probanden erfolgte mündlich und orientierte sich an den vorgegebenen Anweisungen aus dem Handbuch (Neuwirth und Benesch, 2012), siehe Anhang 5.13.

Test	Testdurchführung	Schwerpunkt
WAFS Selektive Aufmerksamkeit	Aufmerksamkeit und Reaktion auf bestimmte Stimuli bei gleichzeitiger Unterdrückung irrelevanter Reize	Selektive Aufmerksamkeit, Arbeitsgedächtnisleistung
WAFV (S8) Vigilanz/Daueraufmerksamkeit	Aufrechterhaltung von Aufmerksamkeit; Reaktion auf relevante Stimuli bei Unterdrückung irrelevanter Reize	Daueraufmerksamkeit, Aufrechterhaltung einer gewissen Aktivierungsintensität (Basis kognitiver Leistung)
WAFG (S2) Geteilte Aufmerksamkeit	Überwachung zweier Kanäle hinsichtlich Stimuli-Änderung; Reaktion auf relevante Stimuli und Unterdrückung irrelevanter Reize	Geteilte Aufmerksamkeit, Fähigkeit, konkurrierende Informationen zu verarbeiten, Arbeitsgedächtnisleistung
DT Determinationstest	Reaktion auf Farbreize, Töne und optische Befehle mittels Tastendruck und Fußpedalen; Ermittlung der Leistungsgrenze	Reaktive Belastbarkeit, Aufmerksamkeit und Reaktionsgeschwindigkeit
Stroop Interferenztest nach Stroop	Auswirkung interferierender Informationen auf die Lesegeschwindigkeit oder Farberkennung	Messung der Interferenzneigung

ZMS Zahlenmerkspanne	Memorierung von Zahlenreihen; Wiederholung vorwärts oder rückwärts	Vorwärts: Kurzzeitgedächtnis Rückwärts: Langzeitgedächtnis
TMT Trail Marking Test	2 Teilteste (A und B): Verbinden von Zahlen bzw. Zahlen und Buchstaben in aufsteigender Reihenfolge	Teilttest A: visuelle Verarbei- tungsgeschwindigkeit Teilttest B: Arbeitsgedächtnis und kognitive Flexibilität
MWT-B Mehrfachwortschatztest B	Kenntlichmachung des sinn- haften Wortes in einer Reihe zu je fünf Wörtern; 37 Wortreihen	Verbale Intelligenz, insbesondere kristalline Intelligenz

*Tabelle 1: Übersicht über die verwendeten kognitiven Testverfahren mit dem WTS. In Klammern steht (falls vorhanden) die genaue Bezeichnung des verwendeten Untertests. Die Informationen sind den jeweiligen Manuals entnommen.*

### 3.2.7 Charakterisierung der Probanden mittels Fragebögen

#### 3.2.7.1 Need for Cognitive Closure (NCC)

Die verwendete deutsche Kurzform von Schlink und Walther (2007) erfasst die zwei Dimensionen Bedürfnis nach Struktur und Geschlossenheit sowie Entschiedenheit des Urteils. Mit Hilfe des Fragebogens lassen sich Personen nach ihrem Bedürfnis nach kognitiver Geschlossenheit klassifizieren. Diejenigen mit einem hohen Bedürfnis bevorzugen eindeutige Situationen. Außerdem neigen sie dazu, für Problemlösungen nur wenige Lösungsstrategien und Hypothesen zu generieren. Es werden zudem nur wenige Informationsquellen herangezogen. Gleichzeitig besitzen diese Personen ein hohes Vertrauen in die eigenen Urteile und Standpunkte. Personen mit einem geringen Bedürfnis nach kognitiver Geschlossenheit bevorzugen dagegen uneindeutige Situationen und stehen Neuem aufgeschlossener gegenüber. Es standen sechstufige Antwortskalen zum Ankreuzen bereit mit den Anfangs- und Endpunkten von 1 (stimme gar nicht zu) bis 6 (stimme völlig zu). Es wird die Hypothese aufgestellt, dass sich das Antwortverhalten in den Sprachverständlichkeitsmessungen widerspiegelt.

#### 3.2.7.2 Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ)

In der hier angewendeten deutschen Kurzversion von Kießling et al. (2011) liegen zu den drei Themengebieten Sprachverstehen (Speech), räumliches Hören (Spatial) und Hörqualität (Quality) fünf bis sechs Fragen vor. Diese beschreiben verschiedene alltägliche Situationen, die bewertet werden sollen. Dazu stehen 11-stufige Antwortskalen von 0 (überhaupt nicht) bis 10 (perfekt) zur Verfügung. Zusätzlich kann „Trifft nicht zu“ angekreuzt werden, falls die beschriebene Hörsituation nicht bekannt ist. Ziel des Fragebogens ist es, herauszufinden, wie sich die Probanden bezüglich verschiedener Hörsituationen selbst einschätzen. Falls Probanden als Ausreißer bei den Sprachverständlichkeitsmessungen auffallen, kann auf diese Weise nachvollzogen werden, ob generell Hörschwierigkeiten angegeben werden.

### 3.3 Ergebnisse

#### 3.3.1 Sprach- und Textverständlichkeitsschwellen

Der GÖSA wurde mit drei verschiedenen Maskierern (gönoise, ICRA5\_250 und IFFM) durchgeführt. Ermittelt wurde der SRT in dB. In der Abbildung 3.2: Sprachverständlichkeitsschwelle (SRT) des Göttinger Satztests durchgeführt mit drei verschiedenen Maskierern. Dargestellt sind die Mediane, der Interquartilsabstand, die Whisker, und mit einem Kreis sind Ausreißer markiert. sind die erzielten Messergebnisse für die 30 Probanden aufgetragen.

Die Mediane für den SRT variieren zwischen den drei Maskierern und werden absteigend jeweils negativer: gönoise (-6 dB), ICRA5\_250 (-14,6 dB) und IFFM (-15,7 dB). Gleichzeitig nimmt die Datenspannweite, der Bereich zwischen dem Datenminimum und -maximum, zu. Die Spannweite in den Daten beträgt beim gönoise nur 2,7 dB, beim ICRA5\_250 bereits 5,9 dB, und beim IFFM vergrößert sie sich auf 8,4 dB. Das statische gönoise verdeckt also am stärksten das Nutzsignal, weshalb die SRT-Schwellen am wenigsten negativ sind. Durch die Fluktuationen innerhalb des ICRA5\_250- und IFFM-Maskierers ist die Verdeckungswirkung insgesamt geringer. Die Mediane sind deshalb deutlich negativer. Wie gut in die Lücken hineingehört werden kann, scheint individuell sehr unterschiedlich zu sein, was sich in der Datenspannweite ausdrückt. Insbesondere scheint dies für das IFFM-Signal zu gelten: Der maximale Wert liegt hier bei -11,5 dB und liegt somit deutlich oberhalb des Maximums des ICRA5\_250-Maskierers (-12,9 dB). Der IFFM-Maskierer erreicht ein Minimum von -19,9 dB und liegt damit 1,1 dB unterhalb des ICRA5\_250-Maskierers. Insgesamt weist das IFFM-Signal die geringste Verdeckungswirkung auf, jedoch konnten einige wenige Probanden schlechter in dessen Modulationslücken hineinhören als beim ICRA5\_250-Maskierer. Zusätzlich kommt hinzu, dass vor allem der IFFM-Maskierer stärker ablenkt, da einzelne Wortbruchstücke, aus denen der Maskierer besteht, u. U. verstanden werden können.

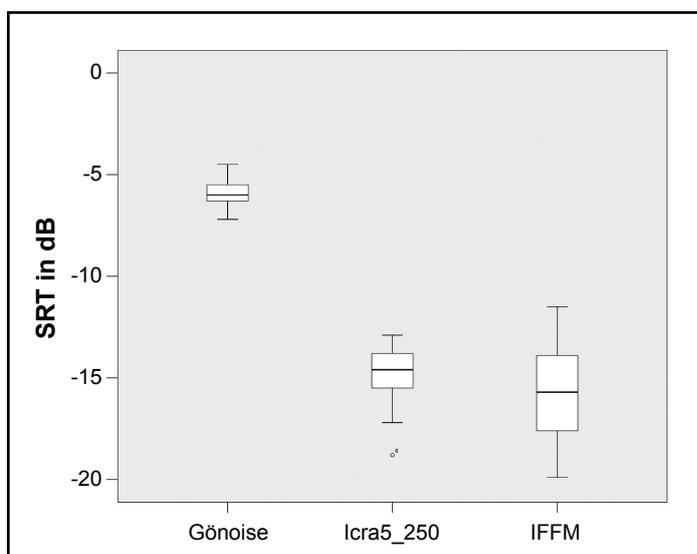


Abbildung 3.2: Sprachverständlichkeitsschwelle (SRT) des Göttinger Satztests durchgeführt mit drei verschiedenen Maskierern. Dargestellt sind die Mediane, der Interquartilsabstand, die Whisker, und mit einem Kreis sind Ausreißer markiert.

Der TRT wurde gemessen. In der Abbildung 3.3: Textverständlichkeitsschwelle (TRT) durchgeführt mit dem Satzmaterial des Göttinger Satztests. Dargestellt sind die Mediane, der Interquartilsabstand und die Whisker. <sup>3</sup> ist das Messergebnis als Boxplot dargestellt. Der Median liegt bei 52,4 % und somit nur knapp über dem Startwert von 50 %. Es fällt aber auf, dass die Daten eine große Datenspannweite von 16,9 % aufweisen: Das Minimum liegt bei 42,9 % und das Maximum bei 59,8 %. Der Interquartilsabstand beträgt 8,3 %. Die Varianz innerhalb der Daten des TRT-Tests ist somit relativ groß.

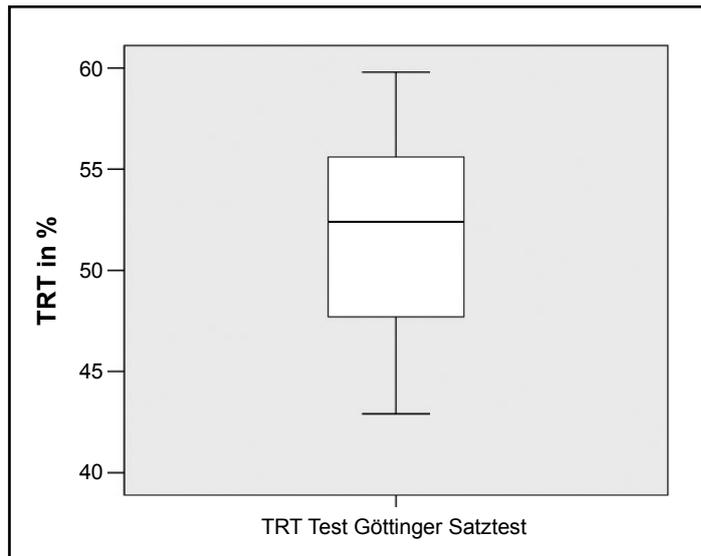


Abbildung 3.3: Textverständlichkeitsschwelle (TRT) durchgeführt mit dem Satzmaterial des Göttinger Satztests. Dargestellt sind die Mediane, der Interquartilsabstand und die Whisker.

### 3.3.2 Charakterisierung der Probanden

Die Probanden wurden anhand der ausgefüllten Fragebögen (Anhang 5.7.1 und 5.7.2) charakterisiert. Zuerst wurden die Daten auf ihre Verteilungsform getestet. Aufgrund der kleinen Stichprobe wurde der Shapiro-Wilk-Test verwendet. Die Nullhypothese  $H_0$  lautet für diesen Test: Die Daten weisen Normalverteilung auf (z. B. Bühl, 2008, oder Hatzinger, 2013).

Erwartungsgemäß muss  $H_0$  für den SSQ- und NCC-Fragebogen, basierend auf einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$ , widerrufen werden. Die Daten sind nicht normalverteilt, siehe Anhang 5.7.2 und 5.8.2. Beim SSQ-Fragebogen weisen nur die Fragen 6 (Verstehen), 7, 10 und 11 (Räumliches Hören) Normalverteilung auf, beim NCC nur die Frage 12. Die Daten des SSQ-Fragebogens sind linksschief verteilt (Anhang 5.7.3). Dies ist erwartungskonform und der Tatsache geschuldet, dass junge normalhörende Probanden den Fragebogen ausfüllten. Beim NCC-Fragebogen wurde das zur Verfügung stehende Skalenniveau insgesamt stärker ausgenutzt als beim SSQ-Fragebogen, wobei auch hier die Daten eine deutliche Schiefe aufweisen (Anhang 5.8.3). Auffallend ist, dass einzelne Fragen eine rechtsschiefe, andere eine linksschiefe Verteilung aufweisen. Der Grund hierfür liegt in der unterschiedlichen Fragestellung. Einige Fragen sind negativ formuliert, wie z. B. Frage 3 „Ich mag keine unvorhersehbaren Situationen“, andere sind positiv formuliert, wie z. B.

Frage 12 „Ich liebe die Ungewissheit und die Überraschung, die oft im Alltäglichen steckt“. Personen, die bei Frage 3 zustimmen und Frage 12 ablehnen, werden auf der Skala (1: stimme gar nicht zu; 6: stimme völlig zu) einmal weiter rechts und einmal weiter links von der Mitte ankreuzen.

Die Probanden wurden nach ihrem höchsten erreichten Schulabschluss in zwei Gruppen zu je 14 Personen (Gruppe 1: allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife) bzw. 16 Personen (Gruppe 2: Real- oder Hauptschulabschluss) eingeteilt. Es wurde ein Test verwendet, der auf der Unabhängigkeit der Daten basiert, nämlich der Mann-Whitney-U-Test. Die Nullhypothese  $H_0$  „in beiden Gruppen ist die zentrale Tendenz gleich“ wird beibehalten, wenn das Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  nicht unterschritten wird (Hatzinger, 2013). Dies trifft weder für den SSQ- noch für den NCC-Fragebogen zu (siehe Anhang 5.7.4 und 5.8.4), d. h. die Gruppen unterscheiden sich nicht signifikant in ihrer zentralen Tendenz voneinander. Die unterschiedlichen Schulabschlüsse haben keinen messbaren Einfluss. Aus diesem Grund werden die Probanden im Nachfolgenden als eine homogene Gruppe betrachtet und nicht mehr in zwei Untergruppen gesplittet.

#### Untersuchung auf Korrelationen mit dem SRT und TRT:

Die beiden Fragebögen und die Ergebnisse aus dem SRT- und TRT-Test wurden einer Rangkorrelation von Spearman unterzogen, siehe Tabelle 2: Rangkorrelation nach Spearman zwischen Sprach- und Textverständlichkeit und Fragen aus den SSQ- und NCC-Fragebögen. Hier werden als Ausschnitt nur die Fragen dargestellt, bei denen signifikante Korrelationen vorliegen. 2. Drei Fragen des SSQ-Fragebogens aus dem zweiten Teil „Räumliches Hören“ korrelieren signifikant mit den Ergebnissen des GÖSA im IFFM-Maskierer (Frage 8 und Frage 11), mit dem GÖSA im ICRA5\_250-Maskierer (Frage 11) oder mit dem TRT-Test (Frage 9). Aus dem Frageinventar des NCC korreliert Frage 12 signifikant mit dem GÖSA im gönoise und im ICRA-Maskierer. Die anderen Fragen weisen keine Korrelationen auf.

Es liegen folgende Zusammenhänge vor:

- Je besser sich die Probanden beim räumlichen Hören einschätzten (Frage 8 und 11 des SSQ-Fragebogens), desto besser schnitten sie beim SRT-Test ab (siehe Anhang 5.7.5.1 und 5.7.5.2).
- Je schlechter sich die Probanden beim räumlichen Hören einschätzten (Frage 9 des SSQ-Fragebogens), desto besser schnitten sie beim TRT-Test ab (siehe Anhang 5.7.5.3).
- Je geringer das Bedürfnis nach kognitiver Geschlossenheit (Frage 12 des NCC-Fragebogens), desto besser sind die Testresultate des SRT-Tests im statischen (gönoise) und fluktuierenden (ICRA5\_250) Maskierer (siehe Anhang 5.8.5.1 und 5.8.5.2).

			SSQ_Frage8	SSQ_Frage9	SSQ_Frage11	NCC_Frage12
<b>Spearman-Rho</b>	GÖSA_gönoise	Korrelationskoeffizient	-,114	,049	-,095	<b>-,559**</b>
		Sig. (2-seitig)	,549	,798	,623	,001
	GÖSA_ICRA5_250	Korrelationskoeffizient	-,054	-,189	<b>-,388*</b>	<b>-,396*</b>
		Sig. (2-seitig)	,776	,317	,038	,030
	GÖSA_IFFM	Korrelationskoeffizient	<b>-,421*</b>	-,238	<b>-,571**</b>	,061
		Sig. (2-seitig)	,020	,206	,001	,748
	TRT-Test	Korrelationskoeffizient	-,012	<b>-,471**</b>	-,178	-,304
		Sig. (2-seitig)	,948	,009	,356	,102

\*\* . Die Korrelation ist auf dem 0,01-Niveau signifikant (zweiseitig).

\* . Die Korrelation ist auf dem 0,05-Niveau signifikant (zweiseitig).

Tabelle 2: Rangkorrelation nach Spearman zwischen Sprach- und Textverständlichkeit und Fragen aus den SSQ- und NCC-Fragebögen. Hier werden als Ausschnitt nur die Fragen dargestellt, bei denen signifikante Korrelationen vorliegen.

### 3.3.3 Kognitive und feinmotorische Fähigkeiten vs. Sprachverständlichkeit im Störgeräusch

Pro Person ließen sich für alle durchgeführten Testungen 91 Messwerte ermitteln. Zunächst wurden die Messwerte mittels Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung untersucht. Für die meisten Testparameter muss  $H_0$  „die Daten weisen Normalverteilung auf“ verworfen werden (siehe Anhang 5.15 linke Spalte). Analog zu 3.3.2 wurde auf Unabhängigkeit zwischen den beiden bezüglich des Parameters Schulabschluss getestet. Bei den meisten Variablen bestehen keine Unterschiede zwischen den Gruppen mit allgemeiner/fachgebundener Hochschulreife und Real-/Hauptschulabschluss. Somit werden die Probanden weiterhin als eine homogene Gruppe betrachtet. Die größte Sensitivität weisen in diesem Zusammenhang die Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsmessungen WAFS und WAFV auf: Hier konnten signifikante Gruppenunterschiede bei einzelnen Testvariablen gefunden werden (siehe Anhang 5.15, rechte Spalte).

#### 3.3.3.1 Analyse der Messergebnisse

Im nächsten Schritt wurde die Teststatistik für alle Messungen betrachtet (Tabelle 3) und die Messergebnisse mittels Extremwertanalyse auf Ausreißer untersucht. Dazu wurden für jeden Test die fünf größten und fünf kleinsten Messwerte tabellarisch ausgegeben und zusätzlich per Boxplot visualisiert. Sechs Personen waren auffällig häufig für die Extremwerte verantwortlich, wobei i. d. R. nur einzelne Testungen betroffen waren. Vor allem traf dies auf die Messwerte von WAFS und WAFV zu (Anhang 5.16.1). Die Abweichungen mussten

größer als der 1,5-fache Interquartilsabstand sein, um als Extremwerte in der grafischen Ausgabe visualisiert zu werden. In Anhang 5.16.2 finden sich drei beispielhafte Boxplots. Extreme Abweichungen in den Messvariablen können Hinweise auf nicht testkonformes Verhalten geben (lt. Herr Debelak, Fa. Schuhfried). Aufgrund dessen wurde Proband P13 von der weiteren statistischen Auswertung ausgeschlossen. Zum einen waren die Abweichungen über alle Testungen und erhobenen Messvariablen des Wiener Testsystems (ohne MLS) relativ groß (häufig größer als der dreifache Interquartilsabstand) und zum anderen war diese Person bereits bei der Durchführung der Messungen negativ im Hinblick auf ihr Verhalten und ihre Motivation aufgefallen. Bei den anderen fünf Probanden waren die Abweichungen kleiner und nur einzelne Testungen betroffen, weshalb sie weiter in der statistischen Auswertung berücksichtigt wurden.

	N	Spannweite	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung	Varianz
SRT_gönoise in dB	30	2,70	-7,20	-4,50	-5,8767	,75962	0,577
SRT_ICRA5_250 in dB	30	5,90	-18,80	-12,90	-14,8733	1,37187	1,882
SRT_IFFM in dB	30	8,40	-19,90	-11,50	-15,4933	2,34520	5,500
TRT in %	30	20,80	39,00	59,80	51,5667	5,36903	28,826

Tabelle 3: Ausschnitt aus der Teststatistik: Darstellung der Messergebnisse für die gemessenen Sprachverständlichkeitsschwellen (SRT) und der Textverständlichkeitsschwelle (TRT)

Eine Wiederholung des Mann-Whitney-U-Tests im Hinblick auf die Unabhängigkeit zwischen den Gruppen ohne Proband P13 mit der Gruppenvariable Schulbildung führte zu keinem anderen statistischen Testergebnis. Dies bestätigte noch einmal die Annahme, dass sich die Messergebnisse der Probanden trotz unterschiedlicher Schulabschlüsse nicht signifikant voneinander unterscheiden.

### 3.3.3.2 Untersuchung auf signifikante Korrelationen

Die erhobenen Messdaten wurden in einer Korrelationsmatrix dargestellt. Aufgrund der kleinen Stichprobengröße wurde der Korrelationskoeffizient nach Spearman berechnet. Er ist eine Maßzahl für den monotonen Zusammenhang zweier Merkmale und liegt zwischen -1 und +1. (Hatzinger, 2013). Signifikante Korrelationen beziehen sich auf ein Signifikanzniveau von 0,05 (in der Ausgabe gekennzeichnet mit einem Sternchen) und hochsignifikante Korrelationen (in der Ausgabe gekennzeichnet mit zwei Sternchen) auf das Signifikanzniveau von 0,01. Aufgrund des großen Umfangs der Korrelationsmatrix sind nur die Korrelationen zwischen SRT/TRT und kognitiven (Tabellen 3 und 4) sowie zu den feinmotorischen Fähigkeiten (5) dargestellt. Tabelle 4 zeigt zusätzlich noch die Korrelationen der Sprach- und Textverständlichkeitsmessungen untereinander. Die Daten aus den Tabellen wurden in Punktdiagramme übertragen, um die Art des Zusammenhangs zwischen den dargestellten Variablen besser beurteilen zu können: Es liegen überwiegend positive aber auch negative lineare Zusammenhänge vor. Die Grafiken sind in Anhang 5.17 zu finden.

Es liegen signifikante oder hochsignifikante Korrelationen zwischen dem TRT und einigen kognitiven Testparametern der Testungen WAFG crossmodal, WAFS auditiv und WAFV vor. Zusätzlich bestehen Korrelationen zu den Variablen der rechten Hand bei einhändiger oder beidhändiger Durchführung für die feinmotorischen Tests Aiming, Tapping und Steadiness. Auch zwischen dem SRT und der Testung WAFV finden sich signifikante Korrelationen sowie zum Stroop-Test und zur Zahlenmerkspanne. Wobei sich die gefundenen Korrelationen überwiegend auf den SRT, aufgenommen im IFFM-Störmaskierer, beziehen. Für den GÖSA im gönoise liegen keine Korrelationen vor. Interessanterweise bestehen keine Korrelationen zwischen dem SRT und dem TRT. Der SRT\_gönoise korreliert mit dem SRT\_ICRA5\_250.

		WAFG Anzahl „Verpasser“ {crossmodal (visuell/auditiv)}	WAFS Anzahl „falscher Alarm“ {unimodal (auditiv)}	WAFS Streuungsmaß Reaktionszeit {unimodal (auditiv)}	WAFV Anzahl „Verpasser“	WAFV Anzahl „Verpasser“ {erste Testhälfte}	WAFV Streuungsmaß Reaktionszeit {erste Testhälfte}	WAFV Anzahl „Verpasser“ {zweite Testhälfte}
SRT_gönoise in dB	Korrelationskoeffizient	,312	,155	,226	,239	,233	,207	,225
	Sig. (2-seitig)	,099	,421	,238	,211	,223	,281	,240
SRT_ICRA5_250 in dB	Korrelationskoeffizient	,136	,149	,137	,249	,233	,031	,265
	Sig. (2-seitig)	,481	,439	,478	,193	,224	,874	,164
SRT_IFFM in dB	Korrelationskoeffizient	-,169	,176	,298	,204	<b>,370*</b>	<b>,383*</b>	,022
	Sig. (2-seitig)	,382	,361	,117	,288	,048	,040	,910
TRT-Test	Korrelationskoeffizient	<b>-,415*</b>	<b>-,387*</b>	<b>-,432*</b>	<b>-,471**</b>	-,367	-,123	<b>-,377*</b>
	Sig. (2-seitig)	,025	,038	,019	,010	,050	,526	,044

Tabelle 4: Korrelationsmatrix zwischen Sprach- und Textverständlichkeitsschwellen und Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionstests (WAF)

		Stroop Median der Reaktionszeiten – Lesen (sec.) {Baseline}	Stroop Median der Reaktionszeiten – Benennen (sec.) {Baseline}	Zahlenmerkspanne vorwärts	Zahlenmerkspanne Gesamt	SRT_gönoise in dB	SRT_ICRA5_250 in dB	SRT_IFFM in dB	TRT-Test
SRT_gönoise in dB	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig)	,029 ,881	-,035 ,856	,147 ,447	,108 ,576	1,000	,437* ,018	,150 ,438	,137 ,479
SRT_ICRA5_250 in dB	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig)	-,278 ,145	<b>-,394*</b> ,034	,109 ,575	,074 ,704	<b>,437*</b>	1,000	,152 ,431	,069 ,722
SRT_IFFM in dB	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig)	<b>,422*</b> ,023	,134 ,490	<b>-,506**</b> ,005	<b>-,429*</b> ,020	,150 ,438	,152 ,431	1,000	,045 ,819
TRT Test	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig)	-,196 ,309	-,101 ,602	,096 ,620	,216 ,262	,137 ,479	,069 ,722	,045 ,819	1,000

Tabelle 5: Korrelationsmatrix zwischen Sprach- und Textverständlichkeitsschwellen untereinander und mit dem Interferenztest nach Stroop und der Zahlenmerkspanne

		Aiming Fehlerzahl {rechte Hand}	Aiming Gesamtdauer (in Sekunden) {linke Hand}	Aiming Fehlerzahl – rechts {beidhändig}	Steadiness Fehlerzahl {rechte Hand}	Steadiness Fehlerzahl – rechts {beidhändig}	Linien nachfahren Fehlerzahl {rechte Hand}	Tapping Trefferzahl zweite Testhälfte rechts	Tapping Trefferzahl {rechte Hand}
SRT_gönoise in dB	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig)	-,137 ,479	,118 ,542	,138 ,474	-,286 ,133	-,115 ,552	,138 ,474	,015 ,940	,020 ,918
SRT_ICRA5_259 in dB	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig)	,131 ,498	,098 ,614	-,209 ,277	-,345 ,066	-,214 ,265	-,209 ,277	-,247 ,197	-,273 ,152
SRT_IFFM in dB	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig)	-,176 ,361	<b>,407*</b> ,029	<b>-,421*</b> ,023	,055 ,775	,045 ,818	<b>-,421*</b> ,023	,024 ,903	-,010 ,959
TRT-Test	Korrelationskoeffizient Sig. (2-seitig)	<b>-,407*</b> ,028	-,057 ,769	-,134 ,488	<b>-,527**</b> ,003	<b>-,506**</b> ,005	-,134 ,488	<b>,394*</b> ,034	<b>,370*</b> ,048

Tabelle 6: Korrelationsmatrix zwischen Sprach- und Textverständlichkeitsschwellen und feinmotorischen Faktoren der Motorischen Leistungsserie

### 3.3.4 Reduzierung der Testbatterie

Die durchgeführten Messungen waren umfangreich von der Anzahl der Tests und setzen sich aus einer Vielzahl verschiedener Variablen pro Test und Messung zusammen. So werden beispielsweise für den Stroop-Test oder WAFV zwölf Messwerte pro Testdurchlauf ermittelt. Insgesamt führt dies zu 91 Variablen für alle Messungen pro Person. Deshalb ist eine Reduktion der Daten und somit auch eine Verkleinerung der Testbatterie notwendig.

Um dies zu erreichen, wurde eine Hauptkomponentenanalyse durchgeführt. Diese Methode wird zur explorativen Faktorenanalyse gezählt und dient dazu, Zusammenhänge zwischen einer Anzahl von gemessenen Variablen aufzuzeigen, die Daten zu reduzieren und zu systematisieren (Wolf und Best, 2010). Die Hauptkomponenten ergeben sich durch eine optimal gewichtete Kombination und Zusammenfassung von Items. Die Faktorladungen berechnen sich aus der Korrelation zwischen den Items und den extrahierten Komponenten. Um die inhaltliche Interpretation der Hauptkomponenten zu erleichtern, werden diese rotiert, d. h. es erfolgt eine Drehung der Koordinatenachsen. Dies sorgt dafür, dass die einzelnen Variablen möglichst hoch auf eine Komponente laden und gleichzeitig möglichst gering auf die restlichen Komponenten (Bühner, 2011; Wolf und Best, 2010). Als Rotationsmethode wurde für die nachfolgenden Berechnungen Varimax eingestellt, und das Extrahieren der Hauptkomponenten beruht auf Eigenwerten größer als eins.

#### 3.3.4.1 Hauptkomponentenanalyse mit SRT und TRT

Insgesamt ließen sich mit dieser Methode 20 Hauptkomponenten extrahieren, die knapp 96 % der gesamten Varianz in den Daten erklären. Es werden nur Items berücksichtigt und Faktoren zugeordnet, die eine Ladungszahl von  $\geq 0,5$  aufweisen. Auf die ersten Komponenten laden die meisten Items (bis zu 16 Stück), und sie besitzen die größte Erklärungskraft, vor allem die ersten zwei Komponenten mit deutlich über 10 % (erste Komponente: 14,7 % und zweite Komponente: 12,3 %). Ab Komponente zwölf liegt die Erklärungskraft nur noch bei 2 bis 3 %, siehe dazu Tabelle 6. In dieser Tabelle wird zusätzlich für jede Komponente das Item mit der höchsten Ladungszahl angegeben. Tabelle 7 zeigt einen Ausschnitt aus der Hauptkomponentenanalyse. Es werden die drei Hauptkomponenten gezeigt, auf die der SRT oder TRT laden (grau hinterlegt). Diese Komponenten (wie generell die letzten neun Komponenten) werden nur noch von 2 bis 3 Items gebildet werden. Die Aussagekraft dieser Komponenten ist somit als weniger bedeutsam anzusehen (Bortz, 2005).

Erklärte Gesamtvarianz							
Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Rotierte Summe der quadrierten Ladungen			Hauptvariable Item mit der höchsten Ladungszahl
	Gesamt	% der Varianz	kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	kumulierte %	
1	23,527	24,765	24,765	13,993	14,729	14,729	WAFV Anzahl „Verpaser“ {zweite Testhälfte}
2	9,192	9,676	34,441	11,693	12,308	27,037	Tapping Trefferzahl erste Testhälfte beidhändig links
3	7,691	8,096	42,537	6,465	6,806	33,843	Stroop Bearbeitungszeit aller Testteile
4	6,115	6,437	48,973	5,752	6,055	39,898	Kurze Stifte einstecken Gesamtdauer (in Sekunden) – rechts {beidhändig}
5	5,182	5,455	54,428	5,334	5,615	45,513	WAFS Anzahl „Verpaser“ {unimodal (visuell)}
6	5,010	5,274	59,702	4,437	4,671	50,184	TMT-Test B-A in sec.
7	4,303	4,530	64,231	4,030	4,242	54,426	WAFS Anzahl „Verpaser“ {crossmodal (visuell/auditiv)}
8	4,201	4,422	68,654	3,846	4,049	58,475	Steadiness Fehlerzahl – links {beidhändig}
9	3,615	3,806	72,460	3,686	3,880	62,355	Stroop Lese-Interferenzneigung (sec.)
10	3,585	3,774	76,233	3,400	3,579	65,935	Stroop Anzahl falscher Reaktionen – Lesen {Interferenz}
11	2,976	3,133	79,366	3,361	3,538	69,473	DT Ausgelassene
12	2,695	2,837	82,203	3,259	3,431	72,903	WAFG Anzahl „Verpaser“ {unimodal (visuell)}
13	2,377	2,502	84,705	3,207	3,376	76,279	WAFG Mittlere Reaktionszeit {unimodal (visuell)}
14	2,151	2,264	86,969	3,132	3,297	79,576	WAFV Anzahl „Falscher Alarm“ {erste Testhälfte}
15	1,807	1,902	88,870	3,106	3,269	82,845	Zahlenmerkspanne vorwärts
16	1,597	1,681	90,552	3,012	3,170	86,015	Linien nachfahren Gesamtdauer (in Sekunden) {rechte Hand}
17	1,410	1,485	92,036	2,730	2,874	88,889	WAFG Anzahl „falscher Alarm“ {crossmodal (visuell/auditiv)}
18	1,387	1,460	93,496	2,349	2,473	91,362	WAFS Anzahl „falscher Alarm“ {crossmodal (visuell/auditiv)}
19	1,073	1,129	94,626	2,109	2,220	93,582	Göttinger Satztest im gönoise, SRT in dB
20	1,048	1,103	95,729	2,039	2,147	95,729	Aiming Fehlerzahl {rechte Hand}

Tabelle 7: Komponentenmatrix über alle aufgenommenen Variablen. Auf die farblich hinterlegten Komponenten laden die Variablen der Sprach- bzw. Textverständlichkeitsschwellen (SRT und TRT).

Zahlenmerkspanne vorwärts	-,783		
Göttinger Satztest im IFFM, SRT in dB	,717		
Zahlenmerkspanne Gesamt	-,602		
WAFG Anzahl „falscher Alarm“ {crossmodal (visuell/auditiv)}		,789	
WAFG Anzahl „Verpasser“ {crossmodal (visuell/auditiv)}		,614	
TRT Test Göttinger Satztest		-,589	
Göttinger Satztest im gönoise, SRT in dB			,851
Göttinger Satztest im ICRAAusachen, SRT in dB			,557

Tabelle 8: Ausschnitt aus der Hauptkomponentenanalyse: Dargestellt sind nur die drei Komponenten, auf die Variablen der Sprach- bzw. Textverständlichkeitsschwelle (SRT und TRT) laden.

Die Variablen des SRT und TRT scheinen bei dieser Art der Auswertung nur eine untergeordnete Rolle zu spielen. Zudem fällt ein starkes Ungleichgewicht zwischen der Anzahl der Testvariablen untereinander auf. Insbesondere fließen viele Messvariablen für die Testungen mit dem WTS ein, die untereinander naturgemäß hoch korrelieren. Dies führt dazu, dass die Variablen für den SRT und TRT möglicherweise unzureichend berücksichtigt werden.

Um diese Möglichkeit auszuschließen, wurde die Hauptkomponentenanalyse ein weiteres Mal durchgeführt, jedoch diesmal ohne die Variablen des SRT und TRT.

### 3.3.4.2 Hauptkomponentenanalyse ohne SRT und TRT

Auf diese Art ließen sich 18 Komponenten extrahieren, welche 94 % der Gesamtvarianz in den Daten erklären. Auf die einzelne Komponente lädt jeweils eine unterschiedlich große Anzahl von Items. In den meisten Fällen bilden die Variablen eines bestimmten Tests eine Komponente, z. B. Komponente eins wird überwiegend aus Variablen des Tests zur Daueraufmerksamkeit WAFV gebildet und Komponente zwei ausschließlich von Variablen des Subtests Tapping (MLS). Dennoch finden sich bereits in der ersten Komponente auch Items zur selektiven Aufmerksamkeit WAFS auditiv, zum Tapping oder zum Linien nachfahren wieder. Es werden wiederum nur Items mit Faktorladungen  $\geq 0,5$  berücksichtigt. Die ersten neun Komponenten sind fast identisch mit der in Abschnitt 3.3.4.1 beschriebenen Hauptkomponentenanalyse. Bei Komponente drei weist nun das Item „Stroop Median der Reaktionszeiten – Benennen (sec.)“ die höchste Ladungszahl auf und nicht mehr „Stroop – Bearbeitungszeit aller Testteile“. Komponente 8 und 9 vertauschen ihre Reihenfolge, wobei der Erklärungswert beider Komponenten mit 4,0 % und 3,9 % ähnlich hoch ist. Während die ersten zwei Komponenten mit 15,4 % und 12,3 % die höchsten Beiträge zur Erklärung der Gesamtvarianz liefern, ist der Beitrag der letzten sechs Komponenten mit 2 bis 3 % deutlich geringer, siehe hierzu Tabelle 8. Die Anzahl der Items pro Komponente schwankt stark. Die letzten acht Komponenten werden überwiegend von weniger als drei Items gebildet. Dies verringert die Erklärungskraft dieser Komponenten deutlich. Eine gängige Empfehlung lautet, dass Komponenten von mindestens vier Items gebildet werden sollten (Bortz, 2005).

### 3.3.4.3 Reliabilitätsprüfung

Unter Reliabilität wird die Messgenauigkeit bzw. die interne Konsistenz eines Tests verstanden. Abschätzen lässt sie sich über Konsistenzkoeffizienten. Eine Standardmethode hierfür stellt der Cronbach- $\alpha$ -Koeffizient dar. Cronbach- $\alpha$  ist eine kombinierte Maßzahl, die nicht nur die Höhe der Itemkorrelationen berücksichtigt, sondern auch die Itemanzahl. Die mittlere Itemkorrelation (MIC) ist ein Maß dafür, wie hoch die Items einer Komponente untereinander korrelieren. Die Trennschärfe gibt an, wie gut ein bestimmtes Item eine Komponente repräsentiert. Sie berechnet sich aus der Korrelation zwischen einem Item und dem Gesamtwert aller übrigen Items einer Komponente (Bühner, 2011 ; Bortz und Döring, 2006).

Bevor die Reliabilität mittels Cronbach- $\alpha$  berechnet werden konnte, mussten zunächst einige Datensätze in ihrer Polung verändert werden. Aufgrund der unterschiedlichen Dateieigenschaften (Skalenniveau, Einheiten usw.) erfolgte eine z-Transformierung der Daten.

Für die Komponenten 17 und 18 konnte keine Reliabilitätsprüfung vorgenommen werden, da sie nur von einem Item gebildet werden. Ansonsten wurde im ersten Schritt der Cronbach- $\alpha$ -Koeffizient berechnet, welcher für die einzelnen Komponenten zwischen 0,978 (sehr hoch) und 0,447 (niedrig) lag. Die interne Konsistenz bzw. Reliabilität der Faktoren ist insgesamt als überwiegend hoch anzusehen. Acht Faktoren weisen Cronbach- $\alpha$ -Koeffizienten  $> 0,8$  auf. Im zweiten Schritt erfolgte die Berechnung der Trennschärfe für die Hauptvariablen aller Komponenten (zwischen 0,943 und 0,288). In den meisten Fällen stellte das Item mit der höchsten Trennschärfe auch die Hauptvariable dar. Die mittlere Itemkorrelation (MIC) variierte zwischen 0,850 und 0,288. Abschließend wurden die Items ermittelt, die pro Faktor weggelassen werden müssten, um den Cronbach- $\alpha$ -Koeffizienten zu erhöhen. Dies traf bei acht Faktoren auf jeweils ein Item zu. Genauer ist der Tabelle 9 zu entnehmen. Mit Hilfe der Reliabilitätsprüfung lässt sich also die Anzahl der Items für die jeweiligen Komponenten nicht wesentlich reduzieren. Es könnten maximal acht Items entfernt werden.

Erklärte Gesamtvarianz							
Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Rotierte Summe der quadrierten Ladungen			Hauptvariable Item mit der höchsten Ladungszahl
	Gesamt	% der Varianz	kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	kumulierte %	
1	23,270	25,571	25,571	14,035	15,423	15,423	WAFV Anzahl „Verpasser“ {zweite Testhälfte}
2	9,055	9,951	35,523	11,207	12,315	27,738	Tapping Trefferzahl erste Testhälfte beidhändig links
3	7,527	8,272	43,794	7,100	7,802	35,540	Stroop Median der Reaktionszeiten – Benennen (sec.) {Interferenz}
4	5,960	6,550	50,344	5,853	6,432	41,972	Kurze Stifte einstecken Gesamtdauer (in Sekunden) – rechts {beidhändig}
5	5,089	5,592	55,936	5,384	5,916	47,888	WAFS Anzahl „Verpasser“ {unimodal (visuell)}
6	4,736	5,205	61,141	4,339	4,768	52,657	TMT-Test B-A in sec.
7	4,222	4,640	65,780	3,887	4,271	56,928	WAFS Anzahl „Verpasser“ {crossmodal (visuell/auditiv)}
8	4,134	4,543	70,323	3,662	4,024	60,952	Stroop Lese-Interferenzneigung (sec.)
9	3,521	3,869	74,192	3,542	3,893	64,845	Steadiness Fehlerzahl – links {beidhändig}
10	3,102	3,409	77,602	3,488	3,833	68,678	WAFG Anzahl „Verpasser“ {unimodal (visuell)}
11	2,657	2,920	80,521	3,418	3,756	72,434	Linien nachfahren Gesamtdauer (in Sekunden) {rechte Hand}
12	2,654	2,917	83,438	3,315	3,643	76,077	Stroop Anzahl falscher Reaktionen – Lesen {Interferenz}
13	2,217	2,437	85,875	3,306	3,633	79,710	WAFG Mittlere Reaktionszeit {crossmodal (visuell/auditiv)}
14	1,988	2,185	88,059	3,124	3,433	83,143	Zahlenmerkspanne vorwärts
15	1,566	1,721	89,780	2,848	3,130	86,273	WAFV Anzahl „Falscher Alarm“ {erste Testhälfte}
16	1,441	1,583	91,363	2,505	2,753	89,026	Lange Stifte einstecken Gesamtdauer (in Sekunden) {rechte Hand}
17	1,347	1,480	92,843	2,284	2,510	91,536	Aiming Fehlerzahl {rechte Hand}
18	1,062	1,167	94,010	2,251	2,474	94,010	WAFG Anzahl „falscher Alarm“ {crossmodal (visuell/auditiv)}

Tabelle 9: Komponentenmatrix über alle aufgenommenen Variablen außer den Variablen der Sprach- bzw. Textverständlichkeitsschwellen (SRT und TRT)

Faktor	Cronbach- $\alpha$	Anzahl	MIC	Trennschärfe der Hauptvariable aus der Komponentenantalyse	Erhöhung $\alpha$ , wenn Item weggelassen
1	0,974	16	0,697	WAFV Anzahl Verpasser 2. Testhälfte (0,943)	WAFV Streuungsmaß Reaktionszeit erste Testhälfte (0,975)
2	0,978	10	0,819	Tapping Trefferzahl links beidhändig 1. Testhälfte (0,942)	Tapping Trefferzahl zweite Testhälfte rechts (0,981)
3	0,913	7	0,599	Stroop Median der Reaktionszeiten-Benennen (sec.) Interferenz (0,861)	DT Richtige (0,917)
4	0,922	6	0,662	Kurze Stifte Gesamtdauer (sec) rechts bdh. (0,925)	-
5	0,902	6	0,606	WAFS Anzahl Verpasser Unimodal visuell (0,683)	WAFS Anzahl falscher Alarm Unimodal auditiv (0,904)
6	0,873	4	0,631	TMT Test B-A sec. (0,763)	WAFG Anzahl Verpasser Crossmodal visuell/auditiv (0,882)
7	0,900	4	0,692	WAFS Anzahl Verpasser Crossmodal v/a (0,869)	-
8	0,822	4	0,535	Stroop Lese Interferenzneigung (sec) (0,805)	WAFG Streuungsmaß Reaktionszeit Crossmodal v/a (0,904)
9	0,743	4	0,420	Steadiness Fehlerzahl links bdh (0,698)	-
10	0,919	2	0,850	WAFG Anzahl Verpasser Unimodal visuell (0,850)	-
11	0,742	3	0,490	Liniennachfahren Gesamtdauer (sec.) Rechte Hand (0,634)	Stroop Benenn-Interferenzneigung (sec.) (0,800)
12	0,770	4	0,455	Stroop Anzahl falsche Reaktionen Lesen Interferenz (0,545)	-
13	0,839	2	0,722	WAFG Mittl Reaktionszeit Crossmodal v/a (0,722)	-
14	0,831	3	0,621	Zahlenmerkspanne vorwärts (0,671)	Steadiness Fehlerzahl (0,909)
15	0,478	2	0,314	WAFV Anzahl falscher Alarm 1. Testhälfte (0,314)	-
16	0,447	2	0,288	Lange Stifte Gesamtdauer (sec.) Rechte Hand (0,288)	-
17				Nicht berechenbar, da nur 1 Item vorhanden	
18				Nicht berechenbar, da nur 1 Item vorhanden	

Tabelle 10: Reliabilitätsprüfung der 18 extrahierten Faktoren aus der Hauptkomponentenanalyse: Es werden die Cronbach- $\alpha$ -Koeffizienten, die Anzahl der Items je Komponente, die mittlere Itemkorrelation (MIC) und die Trennschärfe des Items mit der höchsten Ladungszahl aus der zuvor durchgeführten Komponentenantalyse aufgelistet. Zuletzt werden die Items genannt, die zu einer Erhöhung von  $\alpha$  führen, wenn das Item weggelassen würde.

### 3.3.4.4 Verstärkung der Komponenten

Um die Anzahl der Variablen deutlich zu verringern, wurde für jede der 18 Komponenten das Item mit der höchsten Ladungszahl ausgewählt und mit den Variablen der Sprach- bzw. Textverständlichkeitsmessungen einer abschließenden Hauptkomponentenanalyse unterzogen. Mit dieser Methode ließen sich acht Komponenten extrahieren, welche eine Gesamtvarianz von 70,5 % in den Daten erklären (siehe Tabelle 10). Die erste Komponente weist mit 12,3 % die höchste Erklärungskraft auf. Auf diese Komponente laden die Items des kognitiven Tests WAFG, des motorischen Tests Tapping und der TRT. Zusätzlich ist Aiming mit dem TRT-Test in der dritten Komponente miteinander verbunden. Die zweite Komponente bilden die Items WAFV, Steadiness und die Sprachverständlichkeitsschwelle GÖSA\_IFFM mit einer Erklärungskraft von 9,4 %. Der GÖSA\_gönoise und der GÖSA\_ICRA bilden die fünfte extrahierte Komponente. Ihr Anteil an der Varianzaufklärung beträgt 8,2 %. Berücksichtigt wurden nur Items mit einer Faktorladungszahl von mindestens 0,5. Tabelle 11 bildet die gesamte Hauptkomponentenanalyse ab.

Erklärte Gesamtvarianz						
Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Rotierte Summe der quadrierten Ladungen		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	3,299	14,994	14,994	2,701	12,276	12,276
2	2,366	10,755	25,749	2,076	9,436	21,711
3	2,121	9,640	35,388	1,882	8,553	30,264

4	1,970	8,954	44,343	1,843	8,378	38,643
5	1,697	7,712	52,054	1,806	8,209	46,852
6	1,533	6,969	59,023	1,767	8,033	54,885
7	1,276	5,800	64,824	1,724	7,837	62,722
8	1,229	5,584	70,408	1,691	7,686	70,408

Tabelle 11: Erklärte Gesamtvarianz der acht extrahierten Hauptkomponenten. Grau hinterlegte Felder markieren die Komponenten, auf die Variablen des SRT oder TRT laden.

Rotierte Komponentenmatrixa								
	Komponente							
	1	2	3	4	5	6	7	8
WAFG Anzahl „falscher Alarm“ {crossmodal (visuell/auditiv)}	,862	,084	,089	,021	,000	,075	-,042	,034
TRT Test	-,630	-,049	,614	,065	,105	,092	-,102	,087
Tapping Trefferzahl erste Testhälfte beidhändig links	-,540	-,029	-,449	-,242	-,199	,311	-,215	,056
WAFG Anzahl „Verpasser“ {unimodal (visuell)}	,503	-,351	,209	,105	-,353	,322	-,158	-,073
Stroop Anzahl falscher Reaktionen - Lesen {Interferenz}	,490	-,118	-,059	-,004	,363	,375	-,305	-,175
WAFV Anzahl „Verpasser“ {zweite Testhälfte}	,442	,197	-,146	,155	,325	-,071	,309	-,171
WAFV Anzahl „Falscher Alarm“ {erste Testhälfte}	,082	,796	-,016	,195	,114	-,052	-,011	,136
SRT_IFFM in dB	-,187	,600	,099	-,034	,337	,340	,097	-,329
Steadiness Fehlerzahl - links {beidhändig}	,060	,539	-,126	-,405	-,243	-,163	-,024	,043
Aiming Fehlerzahl {rechte Hand}	-,112	,017	-,899	-,009	-,066	-,046	-,108	-,008
WAFS Anzahl „Verpasser“ {unimodal (visuell)}	,141	,106	,057	,848	,002	-,009	-,009	,147
WAFG Mittlere Reaktionszeit {crossmodal (visuell/auditiv)}	,494	,111	,229	-,555	,175	,030	,243	,298
SRT_gönoise in dB	,065	,073	,113	-,201	,743	,098	,106	,163
SRT_ICRA5_250 in dB	,037	-,022	,088	,438	,677	-,191	,074	-,120
Linien nachfahren Gesamtdauer (in Sekunden) {rechte Hand}	,000	-,148	,028	,071	,065	,781	,056	-,033
Stroop Median der Reaktionszeiten - Benennen (sec.) {Interferenz}	,097	,267	,059	-,202	-,170	,669	,306	,162
WAFS Anzahl „Verpasser“ {crossmodal (visuell/auditiv)}	,120	,148	-,043	-,208	,080	,198	,724	-,054
Lange Stifte einstecken Gesamtdauer (in Sekunden) {rechte Hand}	-,204	-,280	,274	,189	,204	,087	,700	,090
Kurze Stifte einstecken Gesamtdauer (in Sekunden) - rechts {beidhändig}	,229	,408	,219	,358	-,259	-,153	,414	-,157
Stroop Lese-Interferenzneigung (sec.)	-,139	-,012	,007	,071	,043	-,034	,120	,756
TMT-Test B-A in sec.	,216	,186	,114	-,100	-,042	,189	-,237	,602
Zahlenmerkspeane vorwärts	-,263	-,425	-,416	,121	,097	-,220	-,040	,580

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.<sup>a</sup>

a. Die Rotation ist in 14 Iterationen konvergiert.

Tabelle 12: Hauptkomponentenanalyse, in deren Berechnung die Items mit der höchsten Ladungszahl für jede Komponente aus der vorherigen Hauptkomponentenanalyse und die Variablen der Sprach- bzw. Textverständlichkeitsschwellen (SRT bzw. TRT) eingingen

### 3.3.5 Resümee

Im Folgenden werden die wichtigsten im Vorfeld bereits genannten Punkte zusammengefasst und übersichtlich dargestellt:

- SRT: Die Varianzen innerhalb der Daten sind bei der Durchführung mit dem IFFM-Maskierer am größten. Die Datenspannweite zwischen Minimum und Maximum beträgt 8,4 dB.
- TRT: Es bestehen keine Korrelationen mit dem SRT. Die Daten weisen aber große Varianzen auf und liegen zwischen 42,9 und 59,8 %.
- Probanden: Die Fragebögen weisen eine überwiegend schiefe Verteilung auf, und es konnten Korrelationen zwischen einzelnen Fragen und dem SRT bzw. TRT gefunden werden. Bezüglich der Schulbildung bestehen keine Unterschiede innerhalb der Gruppen (Mann-Whitney-U-Test).
- Ein Proband wurde ausgeschlossen. Sein Verhalten während der Messungen war inadäquat und führte zu nicht brauchbaren Testergebnissen.
- Korrelationsmatrix (Spearman): Der SRT mit gönoise und ICRA5\_250-Maskierer korrelieren signifikant. Zwischen dem TRT und einigen kognitiven Testparametern der Testungen WAFG crossmodal, WAFS auditiv und WAFV bestehen signifikante Korrelationen, genauso wie mit den feinmotorischen Testparametern der Testungen Aiming, Tapping und Steadiness. Der SRT\_IFFM weist Korrelationen mit den kognitiven Testungen WAFV, Zahlenmerkspanne und Stroop auf sowie mit den feinmotorischen Testparametern der Testungen Aiming und Linien nachfahren.
- Hauptkomponentenanalyse, inkl. SRT und TRT: Zwanzig Hauptkomponenten ließen sich extrahieren. Die Komponenten, auf die der SRT oder TRT laden, weisen nur eine Erklärungskraft von 2 bis 3 % auf und werden nur von zwei bis drei Items gebildet. Der SRT\_IFFM bildet eine Komponente mit der Zahlenmerkspanne, eine zweite Komponente bilden der SRT\_gönoise und der SRT\_ICRA5\_250 und eine dritte Komponente der TRT und der WAFG.
- Hauptkomponentenanalyse ohne SRT und TRT: 18 Hauptkomponenten ließen sich extrahieren. Die gebildeten Komponenten sind sehr ähnlich wie in der zuvor durchgeführten Analyse.
  - Reliabilität: Die interne Konsistenz in den einzelnen Komponenten ist hoch (Cronbach- $\alpha$ -Koeffizient), und das Entfernen von einzelnen Items erhöht die Reliabilität nur unwesentlich.
  - Verstärkung der Komponenten: Für jede Komponente wurde das Item mit der höchsten Ladungszahl ausgewählt, die Variablen für SRT und TRT hinzugefügt und eine weitere Hauptkomponentenanalyse durchgeführt. Der SRT\_IFFM bildet eine Komponente mit WAFV und Steadiness, eine zweite Komponente bilden der

SRT\_gönoise und der SRT\_ICRA5\_250, und eine dritte Komponente bilden der TRT, WAFG, Tapping und Aiming.

Eine reduzierte Testbatterie sollte folglich aus mindestens diesen kognitiven und feinmotorischen Tests bestehen, da diese sich besonders eignen, die auftretenden Varianzen in der Sprach- und Textverständlichkeit zu erklären:

- bei den kognitive Testverfahren:
  - Daueraufmerksamkeit WAFV
  - Arbeitsgedächtnis: Zahlenmerkspanne
  - Geteilte Aufmerksamkeit WAFG crossmodal
- bei den feinmotorischen Testverfahren:
  - Tapping bdh.
  - Steadiness bdh.
  - Aiming (dominante Hand)

### 3.4 Diskussion und Ausblick

Bei Sprachverständlichkeitsmessungen im Störgeräusch variieren die gemessenen Ergebnisse, trotz objektiv gleicher oder ähnlicher Hörverluste, deutlich von Person zu Person. Ziel dieser Masterarbeit war es, die Sprach- und Textverständlichkeit in Relation zu kognitiven und feinmotorischen Untersuchungsergebnissen zu setzen und Zusammenhänge aufzuzeigen. Dreißig normalhörende Probanden unterzogen sich dem Testverfahren.

#### 3.4.1 Probanden

Bei der Auswahl der Probanden wurde explizit auf unterschiedliche Schulabschlüsse geachtet. Angestrebt wurden drei gleichgroße Probandengruppen bestehend aus Hauptschülern, Realschülern und Abiturienten. Da sich nicht ausreichend Hauptschüler finden ließen, wurden nur zwei Gruppen gebildet (Haupt-/Realschüler und Abiturienten). Diese unterscheiden sich weder hinsichtlich der erzielten Messergebnisse bei den kognitiven und feinmotorischen Tests noch hinsichtlich der Auswertung der Fragebögen. Folglich wurden alle Probanden als eine Gruppe betrachtet. Einige der Probanden mit Realschulabschluss machen gerade auf dem zweiten Bildungsweg das Abitur. Dadurch kommt es möglicherweise zu einer leichten Verzerrung in den Bildungsabschlüssen, die evtl. dafür verantwortlich ist, dass sich die beiden Untergruppen nicht deutlicher voneinander differenzieren.

Der SSQ-Fragebogen bewährte sich bezüglich der Selbsteinschätzung der Probanden. Die Bewertung der drei Fragen „Sie sind im Freien. Ein Hund bellt laut. Können Sie sofort sagen, wo der Hund ist, ohne hinzuschauen?“, „Sie stehen auf dem Bürgersteig an einer belebten Straße. Können Sie sofort hören, aus welcher Richtung ein Bus oder Lastwagen

kommt, bevor Sie ihn sehen?“ und „Können Sie anhand der Stimme oder der Schritte einer Person sagen, ob sie Ihnen entgegen kommt oder sich entfernt?“ korrelieren signifikant mit den Ergebnissen des SRT oder TRT-Tests. Die drei genannten Fragen stammen alle aus dem Abschnitt „Räumliches Hören“. Im Vergleich mit den Abschnitten „Sprachverstehen“ und „Hörqualität“ weist dieser die größten Varianzen auf (Anhang 5.7.3). Das räumliche Hören wurde in dieser Studie nicht explizit durch Hörversuche untersucht. Dennoch scheint es so, dass sich die Probanden diesbezüglich unterscheiden. Je besser sich die Probanden bezüglich ihrer räumlichen Hörfähigkeit einschätzten, desto besser war das Verstehen beim Sprachverständlichkeitstest. Gleichzeitig schneiden die Probanden beim Textverständlichkeitstest besonders gut ab, die sich beim räumlichen Hören schlechter einschätzten. Das mangelnde räumliche Hören scheint durch eine erhöhte visuelle Leistungsfähigkeit kompensiert zu werden.

Mit dem NCC-Fragebogen wurde erstmalig die innere Einstellung der Probanden in Relation zu Sprachverständlichkeitsmessungen untersucht. Die Antworten auf die Frage „Ich liebe die Ungewissheit und die Überraschung, die oft im Alltäglichen steckt“ korrelieren signifikant mit den Ergebnissen des SRT im statischen (gönoise) und im fluktuierenden Maskierer (ICRA5\_250). D. h. je geringer das Bedürfnis nach kognitiver Geschlossenheit ausgeprägt ist, desto besser ist die Sprachverstehensleistung. Dies ist ein sehr interessanter Zusammenhang, der nochmals verdeutlicht, dass das Sprachverstehen womöglich nicht nur vom reinen Hörvermögen abhängt, sondern auch von ganz persönlichen Eigenschaften, wie der inneren Lebenseinstellung.

### 3.4.2 Messung der Sprach- und Textverständlichkeitsschwellen

Der SRT wurde mit dem Satzmaterial des GÖSA in drei Störschallkonfigurationen gemessen. Besonders negative Signal-Rausch-Abstände und die größten Varianzen in den Messergebnissen traten bei den modulierten Maskierern ICRA5\_250 und IFFM auf. Beim statischen gönoise waren die Varianzen sehr klein (siehe Abbildung 3.2). Dies deckt sich mit den Beobachtungen, die Akeroyd (2008) in seinem Überblicksartikel beschreibt. Meister et al. (2011) und Meyer et al. (2008) verwendeten in ihren Studien als Maskierer ebenfalls den ICRA5\_250-Maskierer und das ISTS-Störsignal, welches sich vom hier verwendeten IFFM nur in der Länge der Modulationslücken unterscheidet. Wie in dieser Masterarbeit sind die Schwellen für das ISTS- bzw. IFFM-Störsignal am niedrigsten, bei gleichzeitig größter beobachtbarer Varianz. Wie gut in die Modulationslücken der Maskierer hineingehört werden kann, scheint intraindividuell sehr unterschiedlich ausgeprägt zu sein. Damit eignen sich die modulierten Maskierer deutlich besser, um zwischen den Probanden zu differenzieren.

Zwischen dem SRT\_Gönoise und SRT\_ICRA5\_250 bestehen signifikante Korrelationen. Nicht aber zwischen den beiden Messungen mit den modulierten Maskierern, wie zu erwarten gewesen wäre. Entweder war es für die Probanden unterschiedlich schwer, in die Modulationslücken der beiden Maskierer (ICRA5\_250 und IFFM) hineinzuhören und/oder

der IFFM-Maskierer hatte, bedingt durch den sprachähnlicheren Aufbau, ein größeres Ablenkungspotential.

Der TRT-Test wurde mit dem Satzmaterial des GÖSA gemessen. Der GÖSA variiert in seiner Satzlänge zwischen drei und sieben Wörtern (Kollmeier und Wesselkamp, 1997). In diesem Fall wurden als Stimuli 20 Sätze ausgewählt, die eine Fünf-Wort-Struktur aufwiesen und sich in ihrer Zeichenlänge kaum unterschieden ( $27 \pm 2$  Zeichen). Das hatte den Vorteil, dass die Probanden innerhalb der 3,5 sec Präsentationsdauer immer die gleiche Satzlänge zu überblicken hatten. Ein korrelativer Zusammenhang zwischen dem SRT und TRT konnte, entgegen den Erwartungen (z. B. Zekveld et al., 2007), nicht festgestellt werden. Wobei auch Meyer et al. (2008) keine Korrelationen zwischen dem SRT und TRT bei Verwendung des Oldenburger Satzmaterials und ähnlichen Maskierern aufdecken konnten. Gleiches gilt für Akeroyd (2008). Dieser fasst in seinem Artikel zusammen, dass signifikante Korrelationen zwischen dem TRT-Test und Sprachverständlichkeitsmessungen nur in einigen Studien vorlagen. So ergibt sich kein einheitliches Bild darüber, welche Zusammenhänge zwischen Sprach- und Textverständlichkeit vorliegen.

### **3.4.3 Kognitive und feinmotorische Fähigkeiten vs. Sprachverständlichkeit im Störgeräusch**

Bei der Durchsicht der Literatur finden sich deutliche Hinweise darauf, dass das Arbeitsgedächtnis im Hinblick auf das Sprachverstehen im Störgeräusch eine entscheidende Position einnimmt (Akeroyd, 2008; Vaughan et al., 2008; Lunner, 2003, und Meister et al., 2011). Diesen Trend bestätigen auch die eigenen Messergebnisse.

#### **3.4.3.1 Korrelationen mit kognitiven Messungen**

Der TRT-Test und der GÖSA, durchgeführt in modulierten Maskierern (IFFM und ICRA5\_250), zeigen signifikante Korrelationen zu einigen kognitiven und feinmotorischen Variablen. Der SRT, der im statischen Gönöise bestimmt wurde, korreliert mit keiner Messvariablen, was sich mit den zu geringen Varianzen innerhalb der Messergebnisse erklären lässt. Siehe hierzu Tabellen 3 bis 5 in Kapitel 3.3.3.2.

Im Bereich der kognitiven Fähigkeiten weist die Textverständlichkeit signifikante korrelative Zusammenhänge mit der Fähigkeit der geteilten Aufmerksamkeit (crossmodal), der selektiven Aufmerksamkeit (auditiv) und der Daueraufmerksamkeit auf (Tabelle 3). Die Sprachverständlichkeit in modulierten Maskieren korreliert ebenfalls signifikant mit der Daueraufmerksamkeit. Und zusätzlich noch mit dem Interferenztest nach Stroop und dem Arbeitsgedächtnis, welches mit dem Zahlenmerkspanne-Test geprüft wurde. Die beschriebenen Zusammenhänge sind linear (siehe Anhang 5.17).

Somit bestehen für den TRT und SRT, wie erwartet, Zusammenhänge zum Arbeitsgedächtnis. Für den TRT ist dies der Test zur selektiven Aufmerksamkeit (WAFS) im unimodalen (auditiven) Testmodus und zur geteilten Aufmerksamkeit (WAFG) im crossmodalen Test-

modus. Ohne die involvierten Arbeitsgedächtnisprozesse wäre es weder möglich, die Aufmerksamkeit selektiv auf ein bestimmtes Testparadigma zu richten und gleichzeitig unwichtige Reiz Aspekte zu unterdrücken, noch die Aufmerksamkeit auf zwei konkurrierende Reize aufzuteilen (Sturm, 2012a, und Sturm, 2012b). Der SRT ist mit dem Zahlenmerkspanne-Test verbunden, welcher das Kurz- und Arbeitsgedächtnis misst. Damit bestätigen die eigenen Messergebnisse den Zusammenhang zwischen Arbeitsgedächtnis und Sprach- bzw. Textverständlichkeit, wie er auch beispielsweise schon von Akeroyd (2008), Vaughan et al. (2008), Lunner (2003) und Meister et al. (2011) publiziert wurde, wobei diese überwiegend den Reading Span Test einsetzten.

Die Testungen WAFS und WAFG wurden in drei bzw. zwei Testmodi durchgeführt, wobei jeweils nur einer davon signifikant korreliert: der TRT mit dem WAFS im Testmodus unimodal (auditiv) und der SRT mit dem WAFG im Testmodus crossmodal. Der subjektive Schwierigkeitsgrad für die Messungen ist also, in Abhängigkeit der Art der Testdurchführung (visuell, auditiv oder crossmodal) unterschiedlich, was sich in der Varianz der Daten ausdrückt (siehe Anhang 5.18). Gleiches beobachteten Larsby et al. (2005), die untersuchten, wie sich Störgeräusche auf die kognitive Leistungsfähigkeit auswirken.

Der Test zur Daueraufmerksamkeit (WAFV) korreliert signifikant mit dem SRT und dem TRT. Die Daueraufmerksamkeit bildet die Basis jeglicher kognitiver Leistungen und ist die Fähigkeit, eine gewisse Aktivierungsenergie über einen längeren Zeitraum aufrechtzuerhalten. Aufmerksamkeitsprozesse entscheiden darüber, welche Reizinformationen in das Arbeitsgedächtnis übertragen werden (Funke und Frensch, 2006, und Sturm, 2012c). Je eintöniger die Reizvorgabe, desto schwieriger ist die dauerhafte Konzentration darauf. Die Probanden, die sich über einen längeren Zeitraum konzentrieren konnten, ohne zu ermüden, scheinen bezüglich des Sprachverstehens im Störgeräusch und der Textverständlichkeit im Vorteil zu sein. Diese Annahme bestätigen die Messergebnisse von Vaughan et al. (2008), die signifikante Korrelationen zwischen der Langzeitaufmerksamkeit und Sprachmessungen mit zeitkomprimierter Sprache aufdeckten. Huxhold et al. (2009) berichteten von einem Ressourcenkonflikt bei älteren Personen, die durch sensorische Einschränkungen gezwungen werden, mehr Aufmerksamkeit auf ihre Sinne zu richten, die dann zur Bewältigung kognitiver Aufgaben fehlen. Die Testung der Daueraufmerksamkeit ist somit ein recht vielversprechendes Messinstrument, um die Zusammenhänge zwischen der Sprachverständlichkeit und kognitiven Fähigkeiten besser zu verstehen.

Die Sprachverständlichkeit, gemessen in den modulierten Maskierern, korreliert signifikant mit den beiden Variablen des Interferenztests nach Stoop, die die Reaktionszeiten in Sekunden für die Baseline Lesen und Benennen erfassen (Tabelle 4). D. h. diese Messwerte erfassen – ohne Interferenzbedingung – die Zeit, die zwischen dem Aufleuchten eines farbigen Balkens oder dem Erscheinen eines geschriebenen Farbwortes (z. B. „grün“) und des entsprechenden Tastendrucks vergeht. In diesem Fall liegen keine Korrelationen zum eigentlichen Interferenztest vor, sondern vielmehr zur Reaktionsgeschwindigkeit. Einen

ähnlichen Zusammenhang haben Vaughan et al. (2008) aufgezeigt: In diesem Fall korrelierte die Reaktionsgeschwindigkeit auf akustisch präsentierte Reize mit der Verständlichkeit von zeitkomprimierter Sprache.

### 3.4.3.2 Korrelationen mit feinmotorischen Messungen

Der TRT-Test weist signifikante lineare Zusammenhänge mit den feinmotorischen Testungen Aiming, Steadiness (Signifikanzniveau  $\alpha = 0,01$ ) und Tapping auf. Der SRT\_IFFM korreliert ebenfalls signifikant mit Aiming und zusätzlich mit Linien nachfahren (Tabelle 5), wobei beide Tests in Bezug auf die Testziele sehr ähnlich sind.

Aiming und Linien nachfahren setzen die präzise Koordination von Arm-Handbewegungen voraus. Dabei ist die feinmotorische Präzision des Bewegungsablaufs von der Genauigkeit der kognitiven Informationsverarbeitung abhängig. Ohne die ständige Überwachung und Anpassung der eigentlichen Handlung auf das Testumfeld (Kreisgröße, Linienverlauf, der nachgefahren werden soll) wäre diese Aufgabe nicht zu bewältigen. Für Steadiness muss eine bestimmte Hand-Arm-Stellung eingenommen und in dieser für längere Zeit verharret werden. Ein Ausgleich der Handruhe erfolgt nach visueller Rückmeldung, durch kleine Gegenbewegungen. Mit Tapping wird die Handgelenk-Finger-Geschwindigkeit erfasst. Es kommt weniger auf präzise Bewegungsabläufe, als vielmehr auf reine Geschwindigkeit und Ausdauer an (Neuwirth und Benesch, 2012). Aiming, Linien nachfahren und Steadiness werden vermutlich durch kognitive Fähigkeiten beeinflusst, die sich wiederum auf die Sprach- bzw. Textverständlichkeit auswirken. Welche Wechselwirkungen und Beeinflussungen genau bestehen, kann diese Masterarbeit nicht beantworten. Ob und in welcher Art insbesondere Tapping und der TRT-Test miteinander verbunden sind, müssen ggf. weitere differenziertere Untersuchungen zeigen.

### 3.4.3.3 Hauptkomponentenanalysen

Wie gezeigt wurde, bestehen zwischen einigen kognitiven und feinmotorischen Variablen signifikante lineare Zusammenhänge mit den Ergebnissen des TRT und SRT. Wenn auch nicht explizit erwähnt, bestehen zusätzlich einige signifikante und hochsignifikante Korrelationen zwischen den kognitiven und feinmotorischen Messergebnissen untereinander. Um diese Zusammenhänge zu strukturieren und deutlicher darzustellen, wurden Hauptkomponentenanalysen durchgeführt (siehe 3.3.4).

Der interne Zusammenhalt zwischen dem SRT\_Gönoise und dem SRT\_ICRA5\_250 ist so deutlich ausgeprägt, dass beide Items bei jeder durchgeführten Hauptkomponentenanalyse zusammen eine Komponente bilden. Der TRT-Test bildet bei der Hauptkomponentenanalyse über alle Variablen eine Komponente mit dem WAFG crossmodal. Nach der Methode der Verstärkung der Komponenten durch Beschränkung auf das Item mit der höchsten Ladungszahl bildet der TRT-Test eine Komponente mit dem kognitiven Test WAFG crossmodal und zusätzlich mit den feinmotorischen Tests Tapping und Aiming. Der SRT\_IFFM bildet im ersten Fall eine Komponente mit den Messergebnissen der Zahlen-

merkspanne. Im zweiten Fall wird eine Komponente aus SRT\_IFFM, WAFV und Steadiness gebildet. Dies erscheint zunächst widersprüchlich. Bei genauerer Betrachtung der Ladungszahlen ist jedoch zu erkennen, dass auch die Zahlenmerkspanne auf diese Komponente lädt, wenn auch deutlich schwächer mit einer Ladungszahl von 0,425 (siehe Tabelle 11). Zwischen dem SRT\_IFFM bestehen somit vielschichtige Verbindungen zu kognitiven (WAFV, Zahlenmerkspanne) und feinmotorischen (Steadiness) Messgrößen.

Durch die Hauptkomponentenanalysen ließen sich die stärksten Zusammenhänge zwischen den Variablen untereinander extrahieren. War die Korrelationsanalyse noch relativ weit gestreut, so zeichnet sich nach der Betrachtung der Komponenten doch ein eindeutigeres Bild ab. Der SRT\_Gönoise und SRT\_ICRA5\_250 sind nicht geeignet, um Zusammenhänge mit kognitiven und feinmotorischen Fähigkeiten aufzuklären. Weitaus besser funktioniert dies mit dem SRT\_IFFM. Zusammenhänge sind zur Daueraufmerksamkeit (WAFV), zum Arbeitsgedächtnis (Zahlenmerkspanne) und zu Steadiness vorhanden. Letzteres überrascht, da Steadiness in der Korrelationsanalyse lineare Zusammenhänge mit dem TRT Test aufwies und nicht mit dem SRT\_IFFM. Reaktionsgeschwindigkeit (Baseline für Lesen und Benennen beim Interferenztest nach Stroop), Aiming und Linien nachfahren spielen bei dieser Art der Auswertung keine Rolle mehr, unabhängig von den zuvor gefundenen signifikanten Korrelationen. Zwischen dem TRT-Test, der geteilten Aufmerksamkeit (WAFG) – die auch Arbeitsgedächtnisleistung erfordert – und Tapping besteht eine enge Verbindung. Dies kommt nicht unerwartet, da zwischen diesen Variablen, und den Variablen der Testungen WAFS, WAFV, Aiming und Steadiness, auch schon signifikante Korrelationen zum TRT bestanden.

#### 3.4.4 Fazit und Ausblick

Mit den hier verwendeten Methoden konnten lineare Zusammenhänge zwischen dem Sprachverstehen im Störgeräusch und kognitiven und feinmotorischen Fähigkeiten gefunden werden, primär zum Arbeitsgedächtnis. Wie genau sich kognitive und insbesondere feinmotorische Fähigkeiten auf das Sprachverstehen auswirken, müssen genauere Untersuchungen noch zeigen. Die eingesetzten Testverfahren stellen für den deutschsprachigen Raum eine Alternative zu den sonst verwendeten, meist englischsprachigen Tests dar. Die verwendeten Fragebögen halfen dabei, die Probanden genauer zu charakterisieren. Zwischen der Beantwortung einzelner Fragen und dem Abschneiden in bestimmten Tests bestehen teilweise Beziehungen.

Interessant wäre nun zu erfahren, wie schwerhörige oder ältere Personen, im Vergleich zu den eingesetzten jungen normalhörenden Probanden, bei den kognitiven und feinmotorischen Messverfahren abschneiden. Erwartungsgemäß müssten sich die Messwerte allgemein verschlechtern. Dies gilt vor allem auch für die Sprachverständlichkeitsmessungen. Durch die zu erwartenden größeren Varianzen lassen sich noch deutlichere Tendenzen erwarten.

Eingesetzt werden könnte die reduzierte Testbatterie, bestehend aus den kognitiven Testungen WAFV, WAFG crossmodal, Zahlenmerkspanne und den feinmotorischen Testungen Tapping, Aiming und Steadiness. Bei der Sprachverständlichkeit hat sich besonders das IFFM-Signal als Maskierer für den GÖSA bewährt. Der TRT-Test könnte entweder in der gleichen Art wie hier eingesetzt werden (Fünf-Wort-Struktur) oder mit variierender Satzlänge (drei bis sieben Wörter je Satz). In letzterem Fall sollte unbedingt nochmals auf Korrelationen zwischen dem TRT und dem SRT untersucht werden. Des Weiteren ist zu überlegen, ob nicht der Reading Span Test in die Testbatterie mit einbezogen werden sollte. Damit stünde eine besser vergleichbare Referenzgröße zur (englischsprachigen) Literatur zur Verfügung.

Die nachfolgenden Forschungsergebnisse sind mit Spannung zu erwarten, ermöglichen sie doch eine ganz neue Sichtweise auf die Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen kognitiven und feinmotorischen Fähigkeiten und dem Sprachverstehen. Gerade im Hinblick auf den demografischen Wandel und die zunehmende Überalterung der Gesellschaft tragen die gewonnenen und zukünftigen Forschungsergebnisse hoffentlich zu einem besseren Verstehen bei und ermöglichen somit eine noch zielführendere und individuellere Hörrehabilitation.

## 4. Verzeichnisse

### 4.1 Abkürzungsverzeichnis

BTA	Brief Test of Attention
CCPT	Conners' Continuous Performance Test
CRT	Choice Reaction Time
DST	Digit Symbol Test
DT	Determinationstest
GÖSA	Göttinger Satztest
IQ	Intelligenzquotient
ISTS	Internationales Sprachtestsignal
LNS	Letter-Number Sequencing
MANOVA	Multivariate Analysis of Variance
MIC	Mittlere Itemkorrelation
MLS	Motorische Leitungsserie
MMST	Mini Mental Status Test
MW	Mittelwert
MWT-B	Mehrfachwortschatztest Version B
NCC	Need for Cognitive Closure
OLSA	Oldenburger Satztest
P	Proband
SOPT	Self-Ordered Pointing Test
SRT	Sprachverständlichkeitsschwelle/Speech Reception Threshold
SSQ	Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale
STROOP	Interferenztest nach Stroop
TMT	Trail Marking Test
TRT	Textverständlichkeitsschwelle/Text Reception Threshold
VLMT	Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest
WAFG	Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen: Geteilte Aufmerksamkeit
WAFS	Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen: Selektive Aufmerksamkeit
WAFV	Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen: Vigilanz/Daueraufmerksamkeit
WTS	Wiener Testsystem
ZVT	Zahlenverbindungstest

## 4.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1: Tonaudiometrischer Hörverlust des rechten und linken Ohres der Probanden. Dargestellt sind der Median, der Interquartilsabstand, die Whisker und die Ausreißer.	26
Abbildung 3.2: Sprachverständlichkeitsschwelle (SRT) des Göttinger Satztests durchgeführt mit drei verschiedenen Maskieren. Dargestellt sind die Mediane, der Interquartilsabstand, die Whisker, und mit einem Kreis sind Ausreißer markiert.	32
Abbildung 3.3: Textverständlichkeitsschwelle (TRT) durchgeführt mit dem Satzmaterial des Göttinger Satztests. Dargestellt sind die Mediane, der Interquartilsabstand und die Whisker.	33

### 4.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über die verwendeten kognitiven Testverfahren mit dem WTS. In Klammern steht (falls vorhanden) die genaue Bezeichnung des verwendeten Untertests. Die Informationen sind den jeweiligen Manuals entnommen.	31
Tabelle 2: Rangkorrelation nach Spearman zwischen Sprach- und Textverständlichkeit und Fragen aus den SSQ- und NCC-Fragebögen. Hier werden als Ausschnitt nur die Fragen dargestellt, bei denen signifikante Korrelationen vorliegen.	35
Tabelle 3: Ausschnitt aus der Teststatistik: Darstellung der Messergebnisse für die gemessenen Sprachverständlichkeitsschwellen (SRT) und der Textverständlichkeitsschwelle (TRT)	36
Tabelle 4: Korrelationsmatrix zwischen Sprach- und Textverständlichkeitsschwellen und Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionstests (WAF)	37
Tabelle 5: Korrelationsmatrix zwischen Sprach- und Textverständlichkeitsschwellen untereinander und mit dem Interferenztest nach Stroop und der Zahlenmerkspanne	38
Tabelle 6: Korrelationsmatrix zwischen Sprach- und Textverständlichkeitsschwellen und feinmotorischen Faktoren der Motorischen Leistungsserie	38
Tabelle 7: Komponentenmatrix über alle aufgenommenen Variablen. Auf die farblich hinterlegten Komponenten laden die Variablen der Sprach- bzw. Textverständlichkeitsschwellen (SRT und TRT).	40
Tabelle 8: Ausschnitt aus der Hauptkomponentenanalyse: Dargestellt sind nur die drei Komponenten, auf die Variablen der Sprach- bzw. Textverständlichkeitsschwelle (SRT und TRT) laden.	41
Tabelle 9: Komponentenmatrix über alle aufgenommenen Variablen außer den Variablen der Sprach- bzw. Textverständlichkeitsschwellen (SRT und TRT)	43
Tabelle 10: Reliabilitätsprüfung der 18 extrahierten Faktoren aus der Hauptkomponentenanalyse: Es werden die Cronbach- $\alpha$ -Koeffizienten, die Anzahl der Items je Komponente, die mittlere Itemkorrelation (MIC) und die Trennschärfe des Items mit der höchsten Ladungszahl aus der zuvor durchgeführten Komponentenanalyse aufgelistet. Zuletzt werden die Items genannt, die zu einer Erhöhung von $\alpha$ führen, wenn das Item weggelassen würde.	44
Tabelle 11: Erklärte Gesamtvarianz der acht extrahierten Hauptkomponenten. Grau hinterlegte Felder markieren die Komponenten, auf die Variablen des SRT oder TRT laden.	45
Tabelle 12: Hauptkomponentenanalyse, in deren Berechnung die Items mit der höchsten Ladungszahl für jede Komponente aus der vorherigen Hauptkomponentenanalyse und die Variablen der Sprach- bzw. Textverständlichkeitsschwellen (SRT bzw. TRT) eingingen	45

## 4.4 Literaturverzeichnis

- Akeroyd, M. A. (2008). „Are individual differences in speech reception related to individual differences in cognitive ability? A survey of twenty experimental studies with normal and hearing-impaired adult,“ *International Journal of Audiology* 47 (Suppl. 2), S. 53-71.
- Beblo, T. und Lautenbacher, S. (2006). „Neuropsychologie der Depression,“ Göttingen, Bern, Wien, Toronto, Seattle, Oxford, Prag, Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG.
- Bortz, J. (2005). „Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler,“ 6. Auflage, Heidelberg, Springer Medizin Verlag.
- Bortz, J. und Döring, N. (2006). „Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler,“ 4. Auflage, Heidelberg, Springer Medizin Verlag.
- Bühl, A. (2008). „SPSS 16: Einführung in die moderne Datenanalyse,“ 11. Auflage, München, Boston, San Francisco, Harlow, Don Mills, Sydney, Mexico City, Madrid, Amsterdam, Pearson Studium.
- Bühner, M. (2011). „Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion,“ 3. Auflage, München, Boston, San Francisco, Harlow, Don Mills, Sydney, Mexico City, Madrid, Amsterdam, Pearson Studium.
- Dreschler, W. A., Verschuure, H., Ludvigsen, C. und Westermann, S. (2001). „ICRA noises: artificial noise signals with speech-like spectral and temporal properties for hearing instrument assessment,“ *International Collegium for Rehabilitative Audiology, Audiology* 40(3), S. 148–157.
- Dresler, M. (2011). „Kognitive Leistungen - Intelligenz und mentale Fähigkeiten im Spiegel der Neurowissenschaften,“ Heidelberg, Spektrum Akademischer Verlag.
- Funke, J. und Frensch, P. (2006). „Handbuch der Allgemeinen Psychologie - Kognition,“ Göttingen, Bern, Wien, Toronto, Seattle, Oxford, Prag, Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG.
- Gatehouse, S. und Noble, W. (2004). „The Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ),“ *International Journal of Audiology* 43, S. 85-99.
- Givagnoli, A. R., Del Pesce, M., Mascheroni, S., Somoncelli, M., Laiacona, M. und Capitani, E. (1996). „Trail Marking Test: normative values from 287 normal adult controls,“ *The Italian Journal of Neurological Sciences* 17, S. 305-309.
- Hällgren, M., Larsby, B., Lyxell, B. und Arlinger, S. (2001). „Evaluation of a Cognitive Test Battery in Young and Elderly Normal-Hearing and Hearing-Impaired Persons,“ *Journal of the American Academy of Audiology* 12(7), S. 357-370.
- Hatzinger, R. (2013). „Statistik mit SPSS: Fallbeispiele und Methoden,“ 2. Auflage, München, Harlow, Amsterdam, Madrid, Boston, San Francisco, Don Mills, Mexico City, Sydney, Pearson Deutschland GmbH.
- Holube, I. und von Gablenz, P. (2011). „A representative study of hearing ability in North West Germany,“ *Audiology Research* 1(e3), S. 6-8.
- Holube, I., Böld, T., Gerdes, T., Jensen, B., Müller, J. und Schmuck, C. (2011). „Internationales Sprachtestsignal (ISTS) als fluktuierender Maskierer im Satztest,“ Deutsche Gesellschaft für Audiologie. Jena.

- HörTech gGmbH (2011). „Göttinger Satztest: Bedienungsanleitung für den manuellen Test auf Audio-CD,“ KM-20100923-5, Version 1.0, Oldenburg.
- Huxhold, O., Schäfer, S. und Lindenberger, U. (2009). „Wechselwirkungen zwischen Sensorik und Kognition im Alter - Überblick über ein internationales Forschungsfeld,“ Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie 42(2), S. 93-98.
- Karnath, H.-O., Hartje, W., Ziegler, W. (2006). „Kognitive Neurologie,“ Stuttgart, Georg Thieme Verlag KG.
- Kießling, J., Grugel, L., Meister, H. und Meis, M. (2011). „Übertragung der Fragebögen SADL, ECHO und SSQ ins Deutsche und deren Evaluation,“ Zeitschrift für Audiologie 50(1):6, S. 6-16.
- Kollmeier, B. und Wesselkamp, M. (1997). „Development and evaluation of a German sentence test for objective and subjective speech intelligibility assessment,“ Journal of the Acoustical Society of America: 102(4), S. 2412-2421.
- Krohne, H. W. und Hock, M. (2007). „Psychologische Diagnostik: Grundlagen und Anwendungsfelder,“ Stuttgart, Kohlhammer GmbH & Co. KG.
- Larsby, B., Hällgren, M., Lyxell, B. und Arlinger, S. (2005). „Cognitive performance and perceived effort in speech processing tasks: Effects of different noise backgrounds in normal-hearing and hearing-impaired subjects,“ International Journal of Audiology 44(3), S. 131-143.
- Lautenbacher, S. und Gauggel, S. (2004). „Neuropsychologie psychischer Störungen: mit 43 Tabellen,“ Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag.
- Lehrl, S. (2005). „Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest MWT-B,“ 5. Auflage, Balingen: Spitta Verlag.
- Lindenberger, U., Scherer, H. und Baltes, P. B. (2001). „The Strong Connection between Sensory and Cognitive Performance in Old Age: Not Due to Sensory Acuity Reductions Operating During Cognitive Assessment,“ Psychology and Aging 16(2), S. 196-205.
- Lunner, T. (2003). „Cognitive function in relation hearing aid use,“ International Journal of Audiology 42 (1), S. 49-58.
- Maltby, J., Day, L. und Macaskill, A. (2011). „Differentielle Psychologie, Persönlichkeit und Intelligenz,“ 2. aktualisierte Auflage, München, Pearson Studium.
- Meister, H. (2012). „Sprachwahrnehmung und kognitive Funktionen,“ Zeitschrift für Audiologie 51(2), S. 68-72.
- Meister, H., Schreitmüller, S., Grugel, L., Landwehr, M., von Wedel, H., Walger, M. und Meister, I. (2011). „Untersuchungen zum Sprachverstehen und zu kognitiven Fähigkeiten im Alter,“ HNO 59(7), S. 689-695.
- Meyer, R., Brand, T. und Kollmeier, B. (2008). „Zusammenhang zwischen Sprachverständlichkeitsschwelle in fluktuierenden Störgeräuschen und nicht-auditorischen Faktoren bei Normalhörenden,“ 11. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Audiologie in Kiel, Programm und Abstractband.
- Neuwirth, W. und Benesch, M. (2012). „Manual - Motorische Leistungsserie,“ Version 29, Mödling, Schuhfried GmbH.

- Pschyrembel, W. (2007). „Klinisches Wörterbuch,“ 261. Auflage, Berlin, Walter de Gruyter GmbH & Co. KG.
- Robinson, R. (2012). „Hear Less, Feel Less: One Mutation Causes Loss of Two Senses,“ *PLoS Biol* 10(5), e1001322, doi:10.1371/journal.pbio.1001322.
- Schlink, S. und Walther, E. (2007). „Kurz und gut: Eine deutsche Kurzskala zur Erfassung des Bedürfnisses nach kognitiver Geschlossenheit,“ *Zeitschrift für Sozialpsychologie* 38(3), S. 153-161.
- Schuhfried, G. (2012a). „Manual Interferenztest nach Stroop,“ Version 25, Mödling, Schuhfried GmbH.
- Schuhfried, G. (2012b). „Manual Determinationstest,“ Version 35, Mödling, Schuhfried GmbH.
- Singh, G. (2009). „The Aging Hand and Handlings of Hearing Aids: A Review In The Challenge of Aging,“ *Proceedings of the Second International Adult Conference, Phonak, S.* 265-276.
- Sturm, W. (2012a). „Manual Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen: Geteilte Aufmerksamkeit,“ Version 24, Mödling, Schuhfried GmbH.
- Sturm, W. (2012b). „Manual Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen: Selektive Aufmerksamkeit,“ Mödling, Schuhfried GmbH.
- Sturm, W. (2012c). „Manual - Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen: Vigilanz,“ Version 23, Rev. 2, Mödling, Schuhfried GmbH.
- Vaughan, N., Storzbach, D. und Furukawa, I. (2008). „Investigation of Potential Cognitive Tests for Use with Older Adults in Audiology Clinics,“ *Journal of the American Academy of Audiology* 19(7), S. 533-541.
- Webster, D. M. und Kruglanski, A. W. (1994). „Individual Differences in Need for Cognitive Closure,“ *Journal of Personality and Social Psychology* 67 (6), S. 1049-1062.
- Wolf, C. und Best, H. (2010). „Handbuch der sozialwissenschaftlichen Datenanalyse,“ Wiesbaden, Springer Fachmedien GmbH.
- Zekveld, A., George, E., Kramer, S., Goverts, T. und Houtgast, T. (2007). „The Development of the Text Reception Threshold Test: A Visual Analogue of the Speech Reception Threshold Test,“ *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*: 50(3), S. 576-584.

## 5. Anhang

### 5.1 Zusammensetzung der Normstichproben

Übersicht über die Zusammensetzung der repräsentativen Normstichprobe, die für die jeweilige Testauswahl relevant ist. Die Daten sind den jeweiligen Test-Manuals des Wiener Testsystems entnommen und orientieren sich an der bevölkerungstypischen Alters- und Bildungsverteilung von Deutschland und Österreich.

Bezeichnung	Personen	Alter	Schulabschluss
WAFS	295 (46,4 % männlich, 53,6 % weiblich)	16–77 Jahre	11,5 % Haupt-/Realschule 41 % Fachschule/Berufsausbildung 39,7 % Abitur 7,8 % FH/Universität
WAFG und WAFV	309 (45,3 % männlich, 54,7 % weiblich)	16–80 Jahre	13,9 % Haupt-/Realschule 33 % Fachschule/Berufsausbildung 35,6 % Abitur 17,5 % FH/Universität
DT	1179 (49 % männlich, 51 % weiblich)	15–86 Jahre	Nicht näher benannt
Stroop	270 (44,8 % männlich, 55,2 % weiblich)	15–80 Jahre	0,4 % keinen Schulabschluss 16,7 % Haupt-/Realschule 45,2 % Fachschule/Berufsausbildung 28,5 % Abitur 9,3 % FH/Universität
MLS	107 (50,5 % männlich, 49,5 % weiblich)	18–91 Jahre	10,3 % Haupt-/Realschule 46,7 % Fachschule/Berufsausbildung 31,8 % Abitur 11,2 % FH/Universität

## 5.2 Messprotokoll

<b>Messprotokoll</b>	<b>Probandenkennziffer:</b> _____								
Datum: ____ . ____ . ____    Untersucher/in _____									
<b>1. Termin:</b>									
1. Allgemeines:									
<input type="checkbox"/> Probandeninformation ausgehändigt <input type="checkbox"/> Einverständniserklärung unterschrieben <input type="checkbox"/> In Probandenliste eingetragen	<input type="checkbox"/> Termine abgesprochen <input type="checkbox"/> Sonstiges: _____								
2. Otoskopie und Tonaudiometrie (LL):									
Linkes Ohr	Rechtes Ohr								
<b>Freq. in Hz</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>3000</b>	<b>4000</b>	<b>6000</b>	<b>8000</b>
	20 dB	20 dB	20 dB	20 dB	20 dB	20 dB	20 dB	20 dB	25 dB
<b>Rechts</b>									
<b>Links</b>									
3. Fragebögen:									
<input type="checkbox"/> Hörstat_modifiziert <input type="checkbox"/> SSQ									
4. Ergebnis MWT-B:									
Anzahl Richtige									
Entspricht IQ-Wert von									
5. Wiener Testsystem:									
<input type="checkbox"/> WAFS alle Subtests Besonderheiten: _____									
<input type="checkbox"/> WAFG S2 Besonderheiten: _____									
Messprotokoll_Probanden	Karin Busse	[1]							

**2. Termin:**

1. Wiener Testsystem:

- WAFV S8  
Besonderheiten: \_\_\_\_\_

2. Fragebogen:

- NCC

3. Zahlenverbindungstest:

	Zeit	Fehler
Test A		
Test B		

4. Zahlenmerkspanne:

Summe vorwärts	
Summe rückwärts	
Summe gesamt	

5. Wiener Testsystem:

- DT S1  
Besonderheiten: \_\_\_\_\_
- Stroop S7  
Besonderheiten: \_\_\_\_\_

**3. Termin:**

1. Göttinger Satztest und TRT Test:

Messung	Reihenfolge	Liste	Ergebnis SRT in dB
Training 10er Liste			
Gönoise 20er Liste			
Icra5 20er Liste			
ISTS 20er Liste			
TRT			

2. Wiener Testsystem:

- MLS S1  
Besonderheiten: \_\_\_\_\_

**Notizen:**

---



---



---



---

## 5.3 Probandeninformation

Institut für Hörtechnik und Audiologie

JADE HOCHSCHULE Wilhelmshaven/Oldenburg/Elsfleth • Studienort Oldenburg  
Ofener Straße 16/19 • 26121 Oldenburg

An die  
Teilnehmerinnen und Teilnehmer



**JADEHOCHSCHULE**  
Wilhelmshaven **Oldenburg** Elsfleth

Prof. Dr. Inga Holube

Auskunft erteilt  
E-Mail  
Inga.Holube@jade-hs.de  
Durchwahl  
(0 441) 7708 – 3723  
Web  
www.hoertechnik-audiologie.de

**Messung von Sprachverständlichkeit und Durchführung weiterer Tests**

Liebe Probandinnen, liebe Probanden,

damit Sie wissen, worum es bei der Untersuchung geht und was Sie erwartet, haben wir wichtige Informationen und häufige Fragen mit Antworten zusammengestellt:

**Was soll erforscht werden?**

Beim Ohrenarzt oder Hörgeräteakustiker wird die Hörschwelle mittels Tonaudiometrie ermittelt. Diese Daten werden für die Einstellung von Hörgeräten genutzt. Um den Erfolg einer Hörgeräteversorgung zu überprüfen werden Sprachverständlichkeitstests durchgeführt. Für eine besonders hohe Messgenauigkeit wird die Sprache im Hintergrundrauschen präsentiert. Trotz ähnlicher Hörschwellen fallen die erzielten Resultate solcher Sprachverständlichkeitsmessungen sehr unterschiedlich aus. Im Rahmen einer Masterarbeit sollen verschiedenartige Testverfahren durchgeführt werden. Ziel ist es mögliche Zusammenhänge zwischen Sprachverständlichkeit und anderen Testverfahren zu untersuchen.

**Wer führt die Studie durch?**

Diese Studie wird am Institut für Hörtechnik und Audiologie (IHA) an der Jade Hochschule Oldenburg durchgeführt. Verantwortliche Leiterin der Studie ist Prof. Dr. Inga Holube.

**Was erwartet Sie bei der Teilnahme?**

Zuerst wird mit Hilfe einer Tonaudiometrie Ihr Hörvermögen überprüft. Abhängig von dem Ergebnis werden anschließend verschiedene Tests durchgeführt. Zum einen wird die Sprachverständlichkeit bestimmt. Ihre Hauptaufgabe besteht dabei darin, die Ihnen dargebotenen Sätze in den verschiedenen Testsituationen zu wiederholen. Außerdem bitten wir Sie verschiedene Fragebögen zu beantworten. Zum anderen werden unterschiedliche psychologische Testanwendungen mit

1

Hilfe des Wiener Testsystems durchgeführt. Dies sind z.B. Testverfahren zur Untersuchung der Aufmerksamkeit, Reaktionsfähigkeit sowie zur motorischen Leistungsfähigkeit.

Ein Hörexperiment dauert maximal 2 Stunden. Dabei sind regelmäßige Pausen vorgesehen. Bei Bedarf können Sie jederzeit um weitere Pausen bitten. Sie erhalten für die Teilnahme an den Tests eine Aufwandsentschädigung in Höhe von 10,00 EUR pro Stunde. Diese wird Ihnen nach Abschluss Ihrer Messungen überwiesen. Selbstverständlich ist die Teilnahme am Projekt freiwillig. Sie können jederzeit Ihre Teilnahme ohne Angabe von Gründen abbrechen und die Einwilligung zurückziehen, ohne dass Ihnen hierdurch Nachteile entstehen.

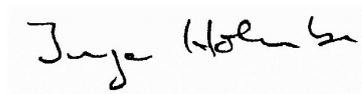
**Welches Risiko gehen Sie ein?**

Die Untersuchungen finden bei mittleren Lautstärken statt und sind gesundheitlich unbedenklich. Sollten Sie trotzdem während einer Messung die Schalldarbietungen als zu laut oder unangenehm empfinden, dann haben Sie jederzeit die Möglichkeit, den Test durch Absetzen des Kopfhörers oder durch Verlassen des Messraumes zu unterbrechen. Nebenwirkungen oder bleibende Schädigungen durch die Experimente sind mit den verwendeten experimentellen Methoden auszuschließen.

**Wie werden Ihre persönlichen Daten gesichert und anonymisiert?**

Bei wissenschaftlichen Untersuchungen werden persönliche Daten über Sie erhoben, die entsprechend strenger datenschutzrechtlicher Bestimmungen vertraulich behandelt werden. Die erhobenen Daten werden in anonymisierter Form mit Hilfe einer Kodierliste (ohne Name und Anschrift, d.h., Sie bekommen eine Nummer, die Anonymität ist gewährleistet) ausgewertet. Alle Mitarbeiter/innen an der Studie sind umfassend über die Bedeutung des vertraulichen Umgangs mit personenbezogenen Daten unterrichtet, über die datenschutzrechtlichen Bestimmungen informiert und haben der Verschwiegenheit schriftlich zugestimmt. Sofern Sie einverstanden sind, werden Ihre persönlichen Daten und die Erhebungsdaten für eine wissenschaftliche Folgestudie streng vertraulich aufbewahrt. Anderenfalls werden Ihre persönlichen Daten mit Abschluss des Projektes vollständig und sicher gelöscht. Sollten Sie sich nach der Untersuchung gegen eine Teilnahme und damit für eine Löschung der erhobenen Daten entscheiden, ist dieses aus organisatorischen Gründen nur bis zum Abschluss der Studie möglich. Mit dem Abschluss der Studie sind wir verpflichtet, auch unsere Kodierliste zu löschen, d.h., die Zuordnung der erhobenen Daten zu individuellen Probanden ist dann nicht mehr möglich. Verantwortlich für die Analyse und Speicherung der Daten ist Prof. Dr. Inga Holube, Institut für Hörtechnik und Audiologie, Jade Hochschule.

Wir würden uns über Ihre Mitarbeit freuen!



(Prof. Dr. Inga Holube)

## 5.4 Einverständniserklärung



Institut für Hörtechnik und Audiologie \* Prof. Dr. Inga Holube \* Ofener Straße 16/19 \* 26121 Oldenburg \*  
Tel. 0441-7708 3723 \* E-Mail: Inga.Holube@jade-hs.de

### Einverständniserklärung zur Studienteilnahme

Name des Probanden: \_\_\_\_\_  
Die Probandeninformation zu der Untersuchung mit dem Titel „Messung von Sprachverständlichkeit und Durchführung weiterer Tests“, die das Institut für Hörtechnik und Audiologie der Jade Hochschule durchführt, habe ich gelesen.

Ich bin von Herrn / Frau \_\_\_\_\_  
ausführlich und verständlich über Wesen, Bedeutung und Tragweite der Studie unterrichtet worden und hatte ausreichend Zeit, Fragen zum Ablauf und zu möglichen Risiken zu stellen. Diese wurden zu meiner Zufriedenheit beantwortet. Mir ist bekannt, dass ich die Studienteilnahme jederzeit ohne Nachteile und ohne Angabe von Gründen abbrechen kann. Hiermit erkläre ich mein Einverständnis an der beschriebenen Studie teilzunehmen. Eine Kopie der Einverständniserklärung habe ich erhalten.

Oldenburg, \_\_\_\_\_  
(Ort, Datum)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift des Probanden)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift des Untersuchenden)

### Einverständniserklärung zur Datennutzung

Ich weiß, dass die bei den Untersuchungen mit mir gewonnen Daten mit Computern weiterverarbeitet und für wissenschaftliche Zwecke verwendet werden sollen. Hiermit bin ich einverstanden, wenn die Auswertung und Veröffentlichung in einer Form erfolgt, die eine Zuordnung zu meiner Person ausschließt. Auch diese Einwilligung kann ich jederzeit ohne Angabe von Gründen widerrufen.

Oldenburg, \_\_\_\_\_  
(Ort, Datum)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift des Probanden)

### Einverständniserklärung zur Datenspeicherung

Ich weiß, dass meine persönlichen Daten (Name, Anschrift, Rufnummer und Geburtsdatum) und meine erhobenen Daten (Ergebnisse der Messungen) zum Zweck weiterer wissenschaftlicher Studien am Institut für Hörtechnik und Audiologie gespeichert werden. Ich bin damit einverstanden, dass meine Daten streng vertraulich aufbewahrt werden und das Institut für Hörtechnik und Audiologie zu einem späteren Zeitpunkt wieder Kontakt mit mir aufnehmen kann. Ich weiß ferner, dass ich diese Einwilligung zur Datenspeicherung jederzeit ohne Angabe von Gründen widerrufen kann.

Oldenburg, \_\_\_\_\_  
(Ort, Datum)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift des Probanden)

## 5.5 Erstellung des persönlichen Codewortes

Anleitung Codewort

1



&gt;Jade Hochschule&lt;

&gt;Prof. Dr. Inga Holube&lt;

Ansprechpartner für eventuelle Rückfragen:

&gt;Karin Busse&lt;

### Wie erstellen Sie Ihr persönliches Codewort?

Um Ihre Daten richtig zuordnen zu können, ohne die Geheimhaltung zu verletzen, benötigen wir ein Kenn- oder Codewort. Das Codewort ist so aufgebaut, dass niemand von Ihrem Codewort auf Ihre Person rückschließen kann, auch wir nicht. Sie selbst können Ihr Codewort aber jederzeit rekonstruieren, wenn Sie danach gefragt werden und es vergessen haben sollten. Wir brauchen Ihnen nur die Regel zu verraten, nach der Sie es herstellen müssen.

#### Aus diesen Teilen besteht Ihr Codewort:

1. Die beiden letzten Buchstaben des Geburtsnamens Ihrer Mutter
2. Die Anzahl der Buchstaben des (ersten) Vornamens Ihrer Mutter
3. Den beiden letzten Buchstaben des Vornamens Ihres Vaters
4. Ihrem eigenen Geburtstag (nur dem Tag, nicht Monat und/oder Jahr)

- \* Bitte schreiben Sie alle Zahlen zweistellig, d.h. wenn nötig mit führender Null.
- \* Bei mehreren oder zusammengesetzten Vornamen berücksichtigen Sie bitte nur den ersten.
- \* Wenn Sie den jeweiligen Namen nicht kennen, schreiben Sie statt der Buchstaben XX bzw. für die Zahl oo.

#### Beispiel (fiktiv)

Name der Mutter:	<b>Elke-Hannelore Müller geb. Mayerhofer</b>
Name des Vaters:	<b>Wolf-Rüdiger Müller</b>
Ihr Geburtstag:	<b>09.11.1987</b>
Daraus ergibt sich als Codewort:	<b>ER04LF09</b>

#### Bitte tragen Sie jetzt in die Kästchen Ihr Codewort ein:

Die beiden letzten Buchstaben des Geburtsnamens Ihrer Mutter:	... ..
Die Anzahl der Buchstaben des (ersten) Vornamens Ihres Mutter:	... ..
Die beiden letzten Buchstaben des (ersten) Vornamens Ihres Vaters:	... ..
Ihr eigener Geburtstag (nur der Tag):	... ..

**Wichtig:** Diese Liste verbleibt bei Ihnen. Sie sollten sie niemandem zeigen!

## 5.6 Modifizierter Hörstat-Fragebogen

### 5.6.1 Verwendeter original Fragebogen

<b>Fragebogen</b>	<b>Probandenkennziffer:</b> _____	
Geburtsjahr: _____	Geschlecht: w / m	
Datum: _____	Untersucher/in _____	
<b>Teil 1: Muttersprache</b>		
Haben Sie als Kind (0-15 Jahre) hauptsächlich Deutsch gesprochen und gehört? (Deutsch als erste/ Muttersprache)		
<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein		
<input type="checkbox"/> Falls Nein: Welche Muttersprache? _____		
In welchem Alter haben Sie begonnen, Deutsch zu sprechen? Mit _____ Jahren		
Haben Sie eine deutschsprachige Schule besucht? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein		
Sprechen Sie Deutsch seltener als die andere(n) Sprache(n)? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein		
Unterbrechung: Wann/ wie lange haben Sie kein/ nur unregelmäßig Deutsch gesprochen? _____		
<b>Teil 2: Otoskopie, Gesundheitsstatus und Hörprobleme</b>		
1. Otoskopie		
Rechts:	Links:	
<input type="checkbox"/> Ohne Befund	<input type="checkbox"/> Ohne Befund	
<input type="checkbox"/> Cerumen obturans	<input type="checkbox"/> Cerumen obturans	
<input type="checkbox"/> Sonstiges _____	<input type="checkbox"/> Sonstiges _____	
2. Tonaudiometrie		
Normalhörend nach festgelegten Kriterien:		
<input type="checkbox"/> Rechts		
<input type="checkbox"/> Links		
<input type="checkbox"/> Nein -> STOP		
3. Waren Sie in den letzten 24 Stunden großem Lärm ausgesetzt?		
<input type="checkbox"/> Ja .....> Welcher Art? _____ Vor vielen Stunden? _____		
<input type="checkbox"/> Nein		
4. Haben Sie z. Zt. Schnupfen, der zu einer Hörminderung führt?		
<input type="checkbox"/> Ja, stark		
<input type="checkbox"/> Ja, etwas		
Fragebogen Hörstat modifiziert	Karin Busse	Seite [1]

- Nein

Bemerkungen: \_\_\_\_\_

5. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?

- ausgezeichnet  
 sehr gut  
 gut  
 weniger gut  
 schlecht

6. Leiden Sie gerade unter einer akuten Krankheit und wenn ja an welcher/welchen?

\_\_\_\_\_

7. Leiden Sie unter einer neurologischen Erkrankung, z.B. Parkinson, Schlaganfall?

- Ja .....> Seit wann? \_\_\_\_\_ Welche? \_\_\_\_\_  
 Nein

8. Leiden Sie unter einer psychiatrischen Erkrankung, z.B. Depressionen?

- Ja .....> Seit wann? \_\_\_\_\_ Welche? \_\_\_\_\_  
 Nein

### Teil 3: Ohrerkrankungen

9. Haben Sie Ohrgeräusche wie Pfeifen, Zischen, Klingeln, Rauschen oder Ähnliches?

- Ja .....>  Rechts  
 Links  
 Nein ▶ Frage 14  Weiß nicht

10. Seit wann haben Sie diese Ohrgeräusche? \_\_\_\_\_ Wochen/Monaten/Jahren

11. Wie häufig treten diese Ohrgeräusche auf?

- Täglich  
 Wöchentlich  
 Selten

12. Wie lange halten die Ohrgeräusche an?

- Immer
- Stunden
- Wenige Minuten

13. Bitte beschreiben Sie den Grad der Belästigung Ihrer Ohrgeräusche auf einer Skala von 0-100:

\_\_\_\_\_



0 = stört überhaupt nicht

stört außerordentlich stark = 100

#### Teil 4: Lärmexposition

14. Waren oder sind Sie bei Ihrer beruflichen Tätigkeit lautem Lärm ausgesetzt?

- Nein      ► Frage 18
- Weniger als 5 Stunden in der Woche
- 5 bis 15 Stunden in der Woche
- Mehr als 15 Stunden in der Woche

15. Über wie viele Jahre waren/sind Sie insgesamt in Ihrer Berufstätigkeit Lärm ausgesetzt, wenn Sie mal alles zusammenzählen? \_\_\_\_\_ Jahre

16. Bestand / besteht bei Ihrer beruflichen Tätigkeit Gehörschutzpflicht?

- Ja
- Nein
- Weiß nicht

17. Trugen / tragen Sie bei Ihrer beruflichen Tätigkeit Gehörschutz?

- Ja
- Nein
- Ab und zu

18. Nutzen oder nutzten Sie ein tragbares Audiogerät (MP3-Player, Walkmann o.ä.)?

- Ja
- Nein      ► Frage 22

19. Wie viele Jahre nutzten / nutzen Sie tragbare Audiogeräte? \_\_\_\_\_ Jahre

20. Wie viele Stunden täglich nutzten/nutzen Sie durchschnittlich solche Audiogeräte? \_\_\_\_\_ Std.

21. Wie stellen Sie die Lautstärke Ihres tragbaren Audiogeräts überwiegend ein?

- Sehr laut
- Laut

- Mittel
- Leise
- Sehr leise

22. Waren oder sind Sie durch diverse Freizeitaktivitäten regelmäßig Lärm/hohen Schallpegeln ausgesetzt (z.B. Jagd, Rockkonzert- oder Diskothekenbesuch, Motorsport, Orchester- oder Musikgruppen)?

- Ja Falls ja, in welcher Situation? \_\_\_\_\_
- Nein ► Frage 25

23. Wie häufig sind oder waren Sie in Ihrer Freizeit hohen Schallpegeln ausgesetzt?  
\_\_\_\_\_ pro Monat/Jahr

24. Wie viele Jahre setzen/setzten Sie sich in Ihrer Freizeit hohen Schallpegeln aus? \_\_\_\_ Jahre

#### Teil 5: Soziodemografische Angaben

25. Höchster erreichter Schulabschluss

- Ohne Haupt-/Volksschulabschluss
- Haupt-/Volksschulabschluss
- Realschulabschluss/Mittlere Reife
- Abschluss der Polytechnischen Oberschule
- Fachhochschulreife
- Allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife/EOS
- Einen anderen Schulabschluss \_\_\_\_\_

26. Beruflicher Ausbildungsabschluss

- Keine abgeschlossene Ausbildung
- Beruflich-betriebliche Ausbildung (Lehre)
- Beruflich-schulische Ausbildung (Handelsschule, Berufsfachschule)
- Ausbildung an einer Fachschule, Meister-, Technikerschule, Berufs- oder Fachakademie
- Fachhochschulabschluss
- Hochschulabschluss
- Anderer beruflicher Abschluss \_\_\_\_\_

27. Berufsbezeichnung des überwiegend ausgeübten Berufs: \_\_\_\_\_

28. Wie sind / waren Sie beruflich tätig?

*Orientieren Sie sich an der letzten bzw. aktuellen Tätigkeit, wenn Sie mehrere berufliche Tätigkeiten ausüb(t)en!*

- Arbeiter/in

- ungelernt
- angelernt
- Facharbeiter/in
- Vorarbeiterin/in
- Meister/in
  
- Ausbildung, und zwar ...
  - als kaufmännisch-technischer Auszubildende/r
  - als gewerbliche/r Auszubildende/r
  - in sonstiger Ausbildungsrichtung
  
- Angestellte/r
  - Ausführende Tätigkeit nach allg. Anweisung (z.B. Verkäufer/in, Kontorist/in ...)
  - Qualifizierte Tätigkeit nach Anweisung (z.B. Sachbearbeiter/in, Buchhalter/in, techn. Zeichner/in ...)
  - Mit eigenständiger Leistung in verantwortlicher Tätigkeit (z.B. wissenschaftl. Mitarbeiter/in, Prokurist/in, Abteilungsleiter/in ...) im Angestelltenverhältnis
  - Mit umfassenden Führungsaufgaben und Entscheidungsbefugnissen (z.B. Direktor/in, Geschäftsführer/in ...)
  
- Beamtin/Beamter
  - Einfacher Dienst (bis einschl. Oberamtsmeister/in)
  - Mittlerer Dienst (Assistent/in bis Amtsinspektor/in, Hauptsekretär/in)
  - Gehobener Dienst (Inspektor bis Oberamtsrat/-rätin)
  - Im höheren Dienst, Richter/in (von Rat/Rätin aufwärts)
  
- Selbständig/r
  - Landwirt/in bzw. Genossenschaftsbauer/-bäuerin
  - Akademiker/in in freiem Beruf (Arzt/Ärztin, Rechtsanwalt/-anwältin, Steuerberater/in ...) und habe/hatte
    - Keine weiteren Mitarbeiter/innen
    - 1-4 Mitarbeiter/innen
    - 5 und mehr Mitarbeiter/innen
  - Handel, Gewerbe, Handwerk, Industrie, Dienstleistung, auch als Ich-AG oder PGH-Mitglied und habe/hatte
    - Keine weiteren Mitarbeiter/innen
    - 1-4 Mitarbeiter/innen
    - 5 und mehr Mitarbeiter/innen
  - Mithelfende/r im Familienbetrieb

## 29. Gegenwärtige Erwerbstätigkeit

- In Ausbildung ..... →  Schule/Hochschule
- Voll erwerbstätig

- Teilzeitbeschäftigt
- Geringfügig erwerbstätig, Mini Job, gelegentlich/unregelmäßig beschäftigt, mehrere Tätigkeiten
- Noch nie erwerbstätig
- Zur Zeit erwerbslos
- In Rente/Pension



- Ja, etwas      **02 Personen**  
 Nein              **28 Personen**

Bemerkungen: \_\_\_\_\_

5. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?

- ausgezeichnet      **04 Personen**  
 sehr gut            **16 Personen**  
 gut                  **10 Personen**  
 weniger gut  
 schlecht

6. Leiden Sie gerade unter einer akuten Krankheit und wenn ja an welcher/welchen?

**30 Personen Nein** \_\_\_\_\_

7. Leiden Sie unter einer neurologischen Erkrankung, z.B. Parkinson, Schlaganfall?

- Ja .....→ Seit wann? \_\_\_\_\_ Welche? \_\_\_\_\_  
 Nein              **30 Personen**

8. Leiden Sie unter einer psychiatrischen Erkrankung, z.B. Depressionen?

- Ja .....→ Seit wann? \_\_\_\_\_ Welche? \_\_\_\_\_  
 Nein              **30 Personen**

### Teil 3: Ohrerkrankungen

9. Haben Sie Ohrgeräusche wie Pfeifen, Zischen, Klingeln, Rauschen oder Ähnliches?

- Ja .....→       Rechts      **03 Personen**  
**04 Personen**       Links      **01 Personen**  
                          Weiß nicht **01 Personen**

- Nein      ► Frage 14  
**26 Personen**

10. Seit wann haben Sie diese Ohrgeräusche? **zwischen 3 Monaten und 11 Jahren** \_\_\_\_\_



19. Wie viele Jahre nutzten / nutzen Sie tragbare Audiogeräte?

**Mittelwert: 7,05 bzw. Median: 8** Jahre

Median oder  
MW???  
Berechnen

20. Wie viele Stunden täglich nutzten/nutzen Sie durchschnittlich solche Audiogeräte? **Mittelwert: 1,25 bzw. Median: 1** Std.

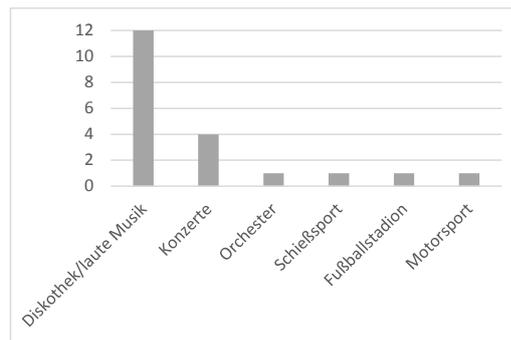
21. Wie stellen Sie die Lautstärke Ihres tragbaren Audiogeräts überwiegend ein?

- Sehr laut **01 Personen**
- Laut **08 Personen**
- Mittel **07 Personen**
- Leise **02 Personen**
- Sehr leise

22. Waren oder sind Sie durch diverse Freizeitaktivitäten regelmäßig Lärm/hohen Schallpegeln ausgesetzt (z.B. Jagd, Rockkonzert- oder Diskothekenbesuch, Motorsport, Orchester- oder Musikgruppen)? Mehrfachnennungen möglich.

- Ja **16 Personen**

Falls ja, in welcher Situation? \_\_\_\_\_

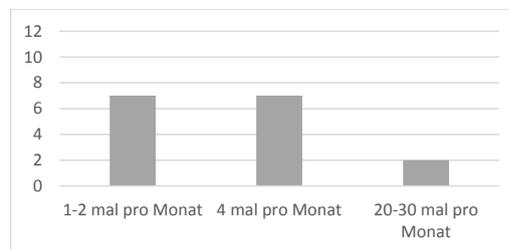


- Nein **14 Personen**

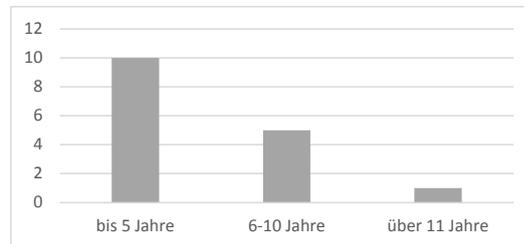
► Frage 25

23. Wie häufig sind oder waren Sie in Ihrer Freizeit hohen Schallpegeln ausgesetzt?

\_\_\_\_\_ pro Monat/Jahr



24. Wie viele Jahre setzen/setzten Sie sich in Ihrer Freizeit hohen Schallpegeln aus? \_\_\_\_ Jahre



#### Teil 5: Soziodemografische Angaben

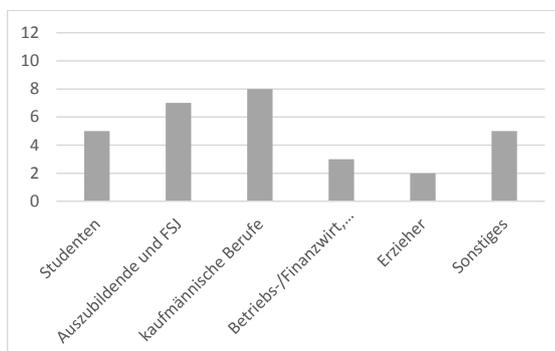
25. Höchster erreichter Schulabschluss

- Ohne Haupt-/Volksschulabschluss
- Haupt-/Volksschulabschluss **05 Personen**
- Realschulabschluss/Mittlere Reife **11 Personen**
- Abschluss der Polytechnischen Oberschule
- Fachhochschulreife **03 Personen**
- Allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife/EOS **11 Personen**
- Einen anderen Schulabschluss \_\_\_\_\_

26. Beruflicher Ausbildungsabschluss

- Keine abgeschlossene Ausbildung **11 Personen**
- Beruflich-betriebliche Ausbildung (Lehre) **13 Personen**
- Beruflich-schulische Ausbildung (Handelsschule, Berufsfachschule) **01 Personen**
- Ausbildung an einer Fachschule, Meister-, Technikerschule, Berufs- oder Fachakademie **02 Personen**
- Fachhochschulabschluss **02 Personen**
- Hochschulabschluss **01 Personen**
- Anderer beruflicher Abschluss \_\_\_\_\_

27. Berufsbezeichnung des überwiegend ausgeübten Berufs: \_\_\_\_\_



28. Wie sind / waren Sie beruflich tätig?

*Orientieren Sie sich an der letzten bzw. aktuellen Tätigkeit, wenn Sie mehrere berufliche Tätigkeiten ausüb(t)en!*

✘ Arbeiter/in

- ungelernt
- angelernt **01 Personen**
- Facharbeiter/in
- Vorarbeiterin/in
- Meister/in

✘ Ausbildung, und zwar ...

- als kaufmännisch-technischer Auszubildende/r **02 Personen**
- als gewerbliche/r Auszubildende/r **07 Personen**
- in sonstiger Ausbildungsrichtung **06 Personen**

✘ Angestellte/r

- Ausführende Tätigkeit nach allg. Anweisung (z.B. Verkäufer/in, Kontorist/in ...) **05 Personen**
- Qualifizierte Tätigkeit nach Anweisung (z.B. Sachbearbeiter/in, Buchhalter/in, techn. Zeichner/in ...) **06 Personen**
- Mit eigenständiger Leistung in verantwortlicher Tätigkeit (z.B. wissenschaftl. Mitarbeiter/in, Prokurist/in, Abteilungsleiter/in ...) im Angestelltenverhältnis **01 Personen**
- Mit umfassenden Führungsaufgaben und Entscheidungsbefugnissen (z.B. Direktor/in, Geschäftsführer/in ...)

✘ Beamten/Beamtin

- Einfacher Dienst (bis einschl. Oberamtsmeister/in)
- Mittlerer Dienst (Assistent/in bis Amtsinspektor/in, Hauptsekretär/in)

- Gehobener Dienst (Inspektor bis Oberamtsrat/-rätin) **01 Personen**
- Im höheren Dienst, Richter/in (von Rat/Rätin aufwärts)

Selbständig/r

- Landwirt/in bzw. Genossenschaftsbauer/-bäuerin
- Akademiker/in in freiem Beruf (Arzt/Ärztin, Rechtsanwalt/-anwältin, Steuerberater/in ...) und habe/hatte
  - Keine weiteren Mitarbeiter/innen
  - 1-4 Mitarbeiter/innen
  - 5 und mehr Mitarbeiter/innen
- Handel, Gewerbe, Handwerk, Industrie, Dienstleistung, auch als Ich-AG oder PGH-Mitglied und habe/hatte
  - Keine weiteren Mitarbeiter/innen **01 Personen**
  - 1-4 Mitarbeiter/innen
  - 5 und mehr Mitarbeiter/innen
- Mithelfende/r im Familienbetrieb

29. Gegenwärtige Erwerbstätigkeit

- In Ausbildung **17 Personen** ..... →  Schule/Hochschule **09 Personen**
- Voll erwerbstätig **08 Personen**
- Teilzeitbeschäftigt **03 Personen**
- Geringfügig erwerbstätig, Mini Job, gelegentlich/unregelmäßig beschäftigt, mehrere Tätigkeiten **01 Personen**
- Noch nie erwerbstätig
- Zur Zeit erwerbslos **01 Personen**
- In Rente/Pension

## 5.7 SSQ-Fragebogen: Original Fragebogen, Auswertung Boxplots und Mann-Whitney-U-Test

### 5.7.1 Deutsche Kurzform des SSQ-Fragebogens

[urheberrechtlich geschützt]

### 5.7.2 SSQ-Fragebogen

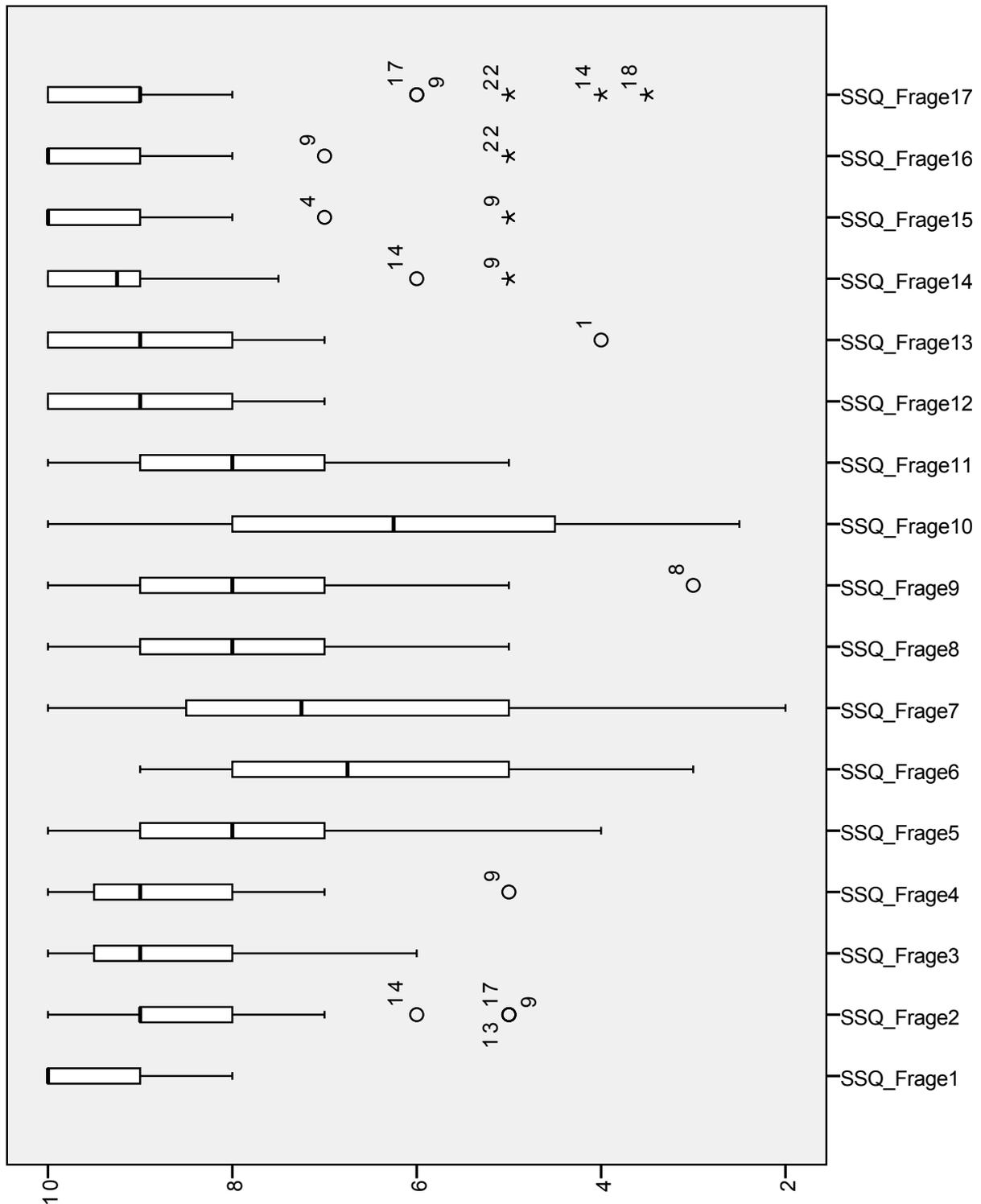
Test auf Normalverteilung mit Voreinstellung „listenweiser Fallausschluss“; Auswertung des Shapiro-Wilk-Tests. Die Nullhypothese „es liegt Normalverteilung vor“ wird verworfen, außer bei den Fragen 6, 7, 10 und 11.

Tests auf Normalverteilung						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
SSQ_Frage1	,351	26	,000	,716	26	,000
SSQ_Frage2	,281	26	,000	,801	26	,000
SSQ_Frage3	,218	26	,003	,896	26	,012
SSQ_Frage4	,242	26	,000	,836	26	,001
SSQ_Frage5	,235	26	,001	,873	26	,004
SSQ_Frage6	,151	26	,134	,944	26	,165
SSQ_Frage7	,159	26	,089	,947	26	,193
SSQ_Frage8	,198	26	,010	,890	26	,010
SSQ_Frage9	,230	26	,001	,908	26	,024
SSQ_Frage10	,179	26	,032	,938	26	,122
SSQ_Frage11	,194	26	,013	,924	26	,056
SSQ_Frage12	,214	26	,003	,861	26	,002
SSQ_Frage13	,222	26	,002	,805	26	,000
SSQ_Frage14	,290	26	,000	,736	26	,000
SSQ_Frage15	,324	26	,000	,626	26	,000
SSQ_Frage16	,341	26	,000	,665	26	,000
SSQ_Frage17	,368	26	,000	,723	26	,000

<sup>a</sup> Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

### 5.7.3 Ausgewerteter SSQ-Fragebogen

Jede Frage wird als ein Boxplot dargestellt mit Median (dicker Balken), Interquartilspannweite (Box) und Datenspannweite (Whiskers). Ausreißer mit dem 1,5-fachen Interquartilsabstand werden mit Kreisen markiert, Ausreißer mit dem 3-fachen Interquartilsabstand mit Sternchen.



### 5.7.4 Teststatistik für den eingesetzten SSQ-Fragebogen

Mann-Whitney-U-Test zum Test auf Gleichverteilung zwischen den zwei Gruppen (Gruppenvariable: Schulbildung mit Gruppe Haupt-/Realschule und Abitur/Fachabitur)

Statistik für Test<sup>a</sup>

	SSQ_F rage1	SSQ_F rage2	SSQ_F rage3	SSQ_F rage4	SSQ_F rage5	SSQ_F rage6	SSQ_F rage7	SSQ_F rage8	SSQ_F rage9
Mann-Whitney-U	105,5	77,00	109,0	69,00	97,00	77,50	91,50	99,00	89,00
Wilcoxon-W	210,5	213,0	245,0	174,0	233,0	182,5	227,5	235,0	194,0
Z	-,314	-1,51	-,128	-1,85	-,632	-,954	-,859	-,561	-,973
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,753	,131	,898	,065	,527	,340	,390	,575	,330
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,790 <sup>b</sup>	,154 <sup>b</sup>	,918 <sup>b</sup>	,077 <sup>b</sup>	,552 <sup>b</sup>	,352 <sup>b</sup>	,400 <sup>b</sup>	,608 <sup>b</sup>	,355 <sup>b</sup>

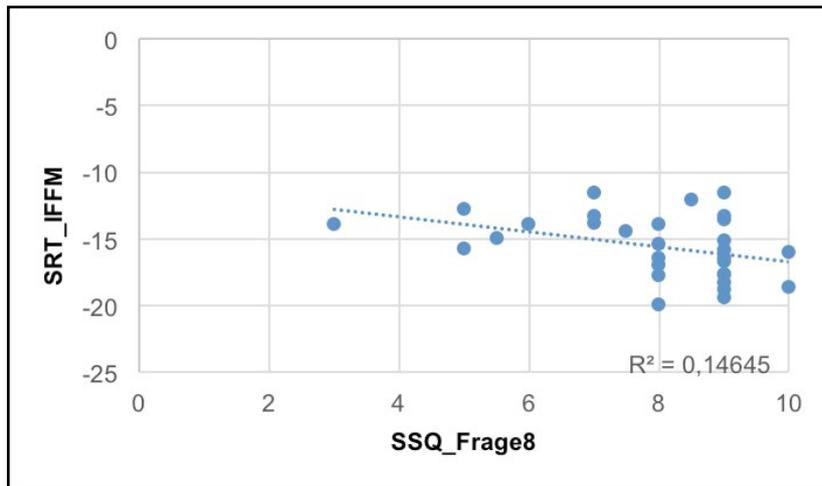
Statistik für Test<sup>a</sup>

	SSQ_F rage1...								
Mann-Whitney-U	83,50	92,50	101,0	80,50	103,5	83,50	109,5	105,0	105,0
Wilcoxon-W	203,5	228,5	206,0	185,5	239,5	188,5	214,5	210,0	210,0
Z	-,950	-,516	-,483	-1,36	-,371	-1,38	-,124	-,301	-,301
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,342	,606	,629	,174	,711	,169	,901	,763	,763
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,354 <sup>b</sup>	,619 <sup>b</sup>	,667 <sup>b</sup>	,193 <sup>b</sup>	,728 <sup>b</sup>	,240 <sup>b</sup>	,918 <sup>b</sup>	,790 <sup>b</sup>	,790 <sup>b</sup>

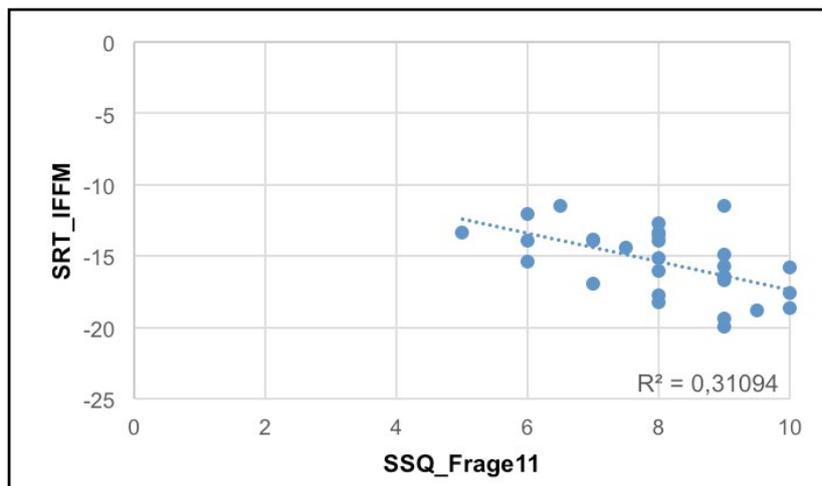
- a. Gruppenvariable: Gruppe
- b. Nicht für Bindungen korrigiert.

## 5.7.5 Darstellung der Korrelationen in Punktdiagrammen

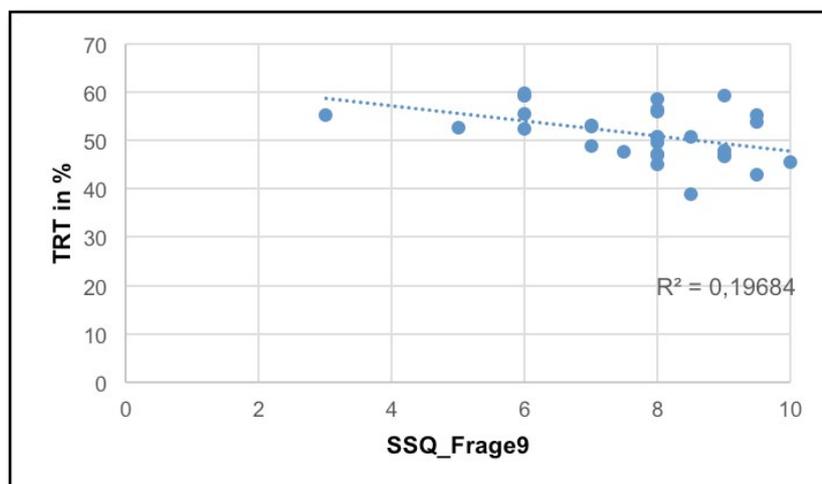
### 5.7.5.1 SRT\_IFFM in Abhängigkeit zu SSQ\_Frage8



### 5.7.5.2 SRT\_IFFM in Abhängigkeit zu SSQ\_Frage11



### 5.7.5.3 TRT in Abhängigkeit zu SSQ\_Frage9



## 5.8 NCC-Fragebogen

Original Fragebogen, Auswertung Boxplots und Mann-Whitney-U-Test

### 5.8.1 NCC-Fragebogen im Original

urheberrechtlich geschützt

### 5.8.2 NCC-Fragebogen

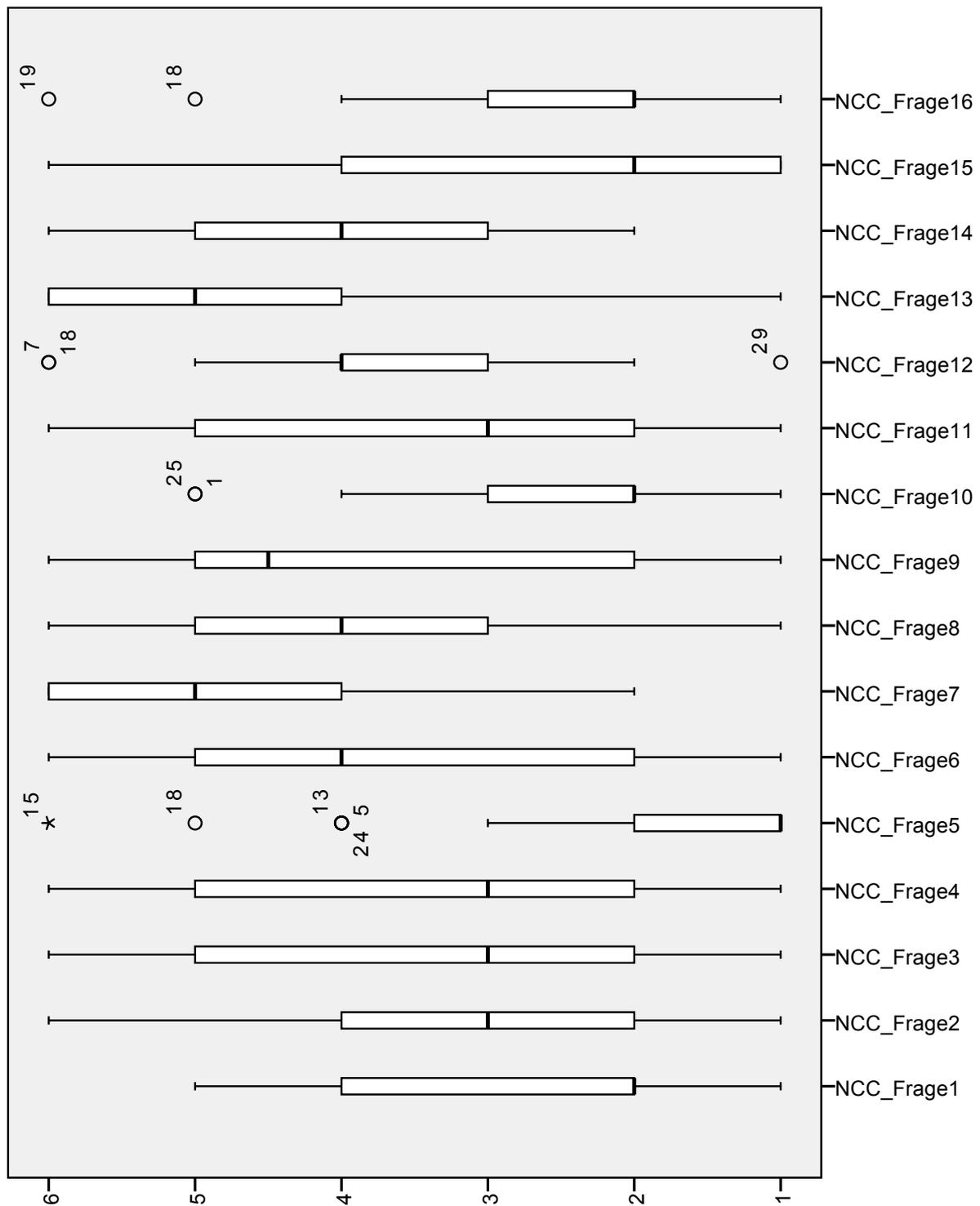
Test auf Normalverteilung mit Voreinstellung „listenweiser Fallausschluss“; Auswertung des Shapiro-Wilk-Tests. Die Nullhypothese „es liegt Normalverteilung vor“ wird verworfen, außer bei der Frage 12.

Tests auf Normalverteilung						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
NCC_Frage1	,229	30	,000	,875	30	,002
NCC_Frage2	,177	30	,017	,924	30	,034
NCC_Frage3	,150	30	,082	,922	30	,030
NCC_Frage4	,252	30	,000	,889	30	,004
NCC_Frage5	,318	30	,000	,718	30	,000
NCC_Frage6	,160	30	,048	,924	30	,034
NCC_Frage7	,259	30	,000	,842	30	,000
NCC_Frage8	,183	30	,012	,915	30	,020
NCC_Frage9	,251	30	,000	,881	30	,003
NCC_Frage10	,219	30	,001	,885	30	,004
NCC_Frage11	,169	30	,029	,920	30	,026
NCC_Frage12	,213	30	,001	,931	30	,052
NCC_Frage13	,200	30	,003	,856	30	,001
NCC_Frage14	,212	30	,001	,900	30	,008
NCC_Frage15	,220	30	,001	,858	30	,001
NCC_Frage16	,198	30	,004	,878	30	,003

<sup>a</sup> Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

### 5.8.3 Ausgewerteter NCC-Fragebogen

Jede Frage wird als ein Boxplot dargestellt mit Median (dicker Balken), Interquartilspannweite (Box) und Datenspannweite (Whiskers). Ausreißer mit dem 1,5-fachen Interquartilsabstand werden mit Kreisen markiert, Ausreißer mit dem 3-fachen Interquartilsabstand mit Sternchen.



### 5.8.4 Teststatistik für den eingesetzten NCC-Fragebogen

Mann-Whitney-U-Test zum Test auf Gleichverteilung zwischen den zwei Gruppen (Gruppenvariable: Schulbildung mit Gruppe Haupt-/Realschule und Abitur/Fachabitur).

### 5.8.5 Darstellung der Korrelationen in Punktdiagrammen

Statistik für Test<sup>a</sup>

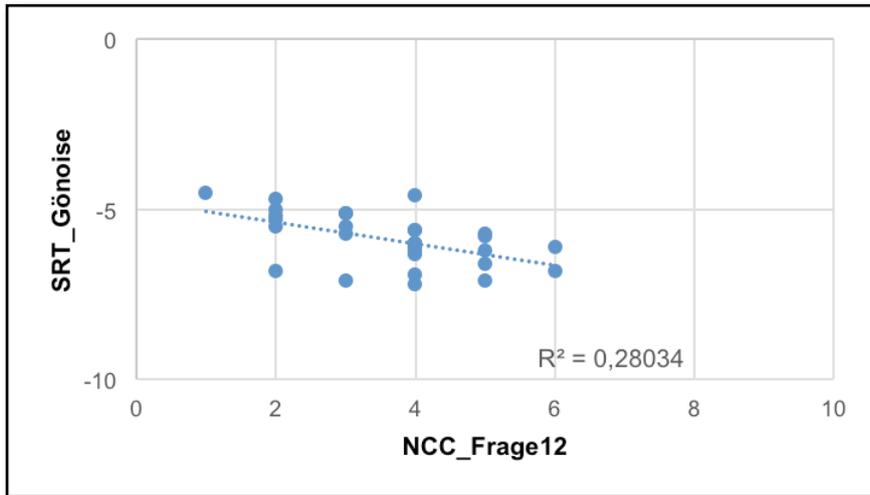
	NCC_F rage1	NCC_F rage2	NCC_F rage3	NCC_F rage4	NCC_F rage5	NCC_F rage6	NCC_F rage7	NCC_F rage8	NCC_F rage9
Mann-Whitney-U	101,5	109,0	74,00	111,5	105,5	100,0	92,00	103,5	109,0
Wilcoxon-W	206,5	214,0	210,0	247,5	210,5	205,0	197,0	239,5	214,0
Z	-,450	-,127	-1,61	-,021	-,301	-,509	-,879	-,363	-,129
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,653	,899	,107	,983	,764	,611	,379	,717	,898
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,667 <sup>b</sup>	,918 <sup>b</sup>	,120 <sup>b</sup>	,984 <sup>b</sup>	,790 <sup>b</sup>	,637 <sup>b</sup>	,423 <sup>b</sup>	,728 <sup>b</sup>	,918 <sup>b</sup>

Statistik für Test<sup>a</sup>

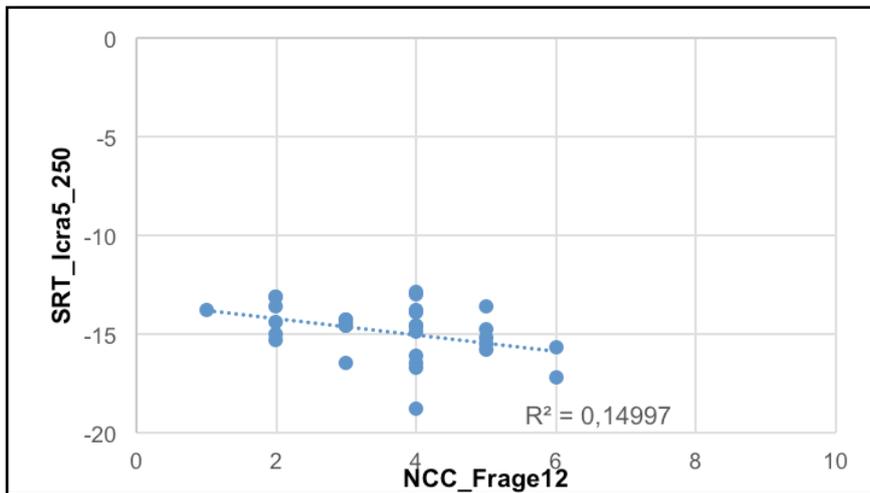
	NCC_F rage0	NCC_F rage1	NCC_F rage1 2	NCC_F rage1 3	NCC_F rage1 4	NCC_F rage1 5	NCC_F rage1 6
Mann-Whitney-U	103,0	96,00	98,50	107,0	102,5	106,0	102,0
Wilcoxon-W	239,0	201,0	203,5	212,0	238,5	242,0	207,0
Z	-,391	-,676	-,581	-,216	-,409	-,256	-,432
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,696	,499	,561	,829	,682	,798	,665
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	,728 <sup>b</sup>	,525 <sup>b</sup>	,580 <sup>b</sup>	,854 <sup>b</sup>	,697 <sup>b</sup>	,822 <sup>b</sup>	,697 <sup>b</sup>

- a. Gruppenvariable: Gruppe
- b. Nicht für Bindungen korrigiert.

5.8.5.1 SRT\_gönoise in Abhängigkeit zu NCC\_Frage12



5.8.5.2 SRT\_ICRA5\_250 in Abhängigkeit zu NCC\_Frage12



## 5.9 Verwendetes Satzmaterial für den TRT-Test

Anmerkung: Die Sätze sind dem Göttinger Satztest entnommen (Kollmeier und Wesselkamp, 2007).

Satz	Zeichen	Zeichen ges. (mit Leerz.)
Lass bitte das Licht brennen	24	28
Vater hat den Tisch gedeckt	23	27
Wir gehen auf den Bahnsteig	23	27
Der Pflug zieht tiefe Furchen	25	29
Die Freude war ihr anzusehen	24	28
Diese Wohnung liegt zu hoch	23	27
Lass den Hut nicht haengen	22	26
Die neue Mauer ist hoehere	21	25
Wir bieten alle Groessen an	23	27
Du begruesst erst Deinen Gast	25	29
Es ging erstaunlich leise zu	23	27
Alle Kinder essen gern Eis	22	26
Mitunter lohnt es zu warten	23	27
Ich muesste lesen und rechnen	25	29
Aber alles zu seiner Zeit	21	25
Die Fenster sind alle entzwei	25	29
Dieser Anzug steht ihm gut	22	26
Nehmt doch Butter zum Brot	22	26
Der Giebel ist schon fertig	23	27
Alle Kinder mussten aufs Land	25	29

## 5.10 Mehrfachwortschatztest MWT-B

urheberrechtlich geschützt

## 5.11 Trail Marking Test (TMT)

urheberrechtlich geschützt

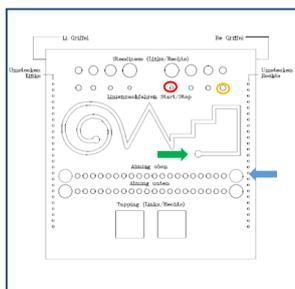
## 5.12 Zahlennachsprechen vorwärts und rückwärts

urheberrechtlich geschützt

## 5.13 Einweisungen für die Motorische Leistungsserie

Vgl. Neuwirth und Benesch (2012).

### RECHTE HAND



Übung

Test

Startpunkt Liniennachfahren

Startpunkt Aiming

#### Steadiness (Übungsversuch):

*"Es soll gemessen werden, wie ruhig Sie Ihre Hand in einer engen Begrenzung halten können. Sie sollen jetzt in die Mitte des äußeren Loches rechts in der unteren Reihe den Griffel bis zur Mitte der Spitze senkrecht hineinstecken. Halten Sie den Griffel dabei möglichst ruhig und genau senkrecht. Jede Berührung mit dem Rand und Boden wird als Fehler gezählt."*

#### Liniennachfahren (Übungsversuch):

*"Im Folgenden kommt es darauf an, dass Sie den Griffel präzise, ohne anzustoßen durch diese ausgestanzte Linie führen. Sie müssen dabei den Griffel senkrecht in der rechten Hand halten und vor allem darauf achten, dass Sie eine Berührung vermeiden. Dabei wird auch ihre Geschwindigkeit gemessen, es kommt aber in erster Linie darauf an, dass Sie bei dieser Übung möglichst wenig Fehler machen. Sobald Sie den Griffel auf der Startplatte aufgesetzt haben, wird die Zeit gezählt. Fahren Sie dann ungefähr in dieser Tiefe weiter. Der Versuch endet, wenn Sie mit dem Griffel auf die Endplatte der Linie stoßen."*

Aiming:

*"Vor sich sehen Sie zwei Reihen goldener Kreise. Sie sollen jetzt jeden Kreis der oberen Reihe von rechts nach links möglichst schnell genau einmal mit dem Griffel berühren. Sobald Sie daneben treffen, wird ein Fehler gezählt. Sie sollten den Griffel evtl. ein wenig schräghalten, damit Sie sich nicht mit der Hand die Sicht verdecken. Der Griffel sollte nicht allzu kräftig aufgeschlagen werden, die Berührung muss aber deutlich hörbar sein. Zielen Sie immer auf den Mittelpunkt, dann werden Sie sicherer treffen. Berühren Sie jetzt bitte zuerst den großen silbernen Kreis auf der rechten Seite, dann der Reihe nach die Kreise in der oberen Reihe und am Ende noch den großen silbernen Kreis links".*

Lange Stifte einstecken:

*"Sie sehen vor sich eine Platte mit langen Stiften. Sie sollen nun diese Stifte aus den Löchern der Platte nehmen und von oben nach unten in die rechten Löcher der Arbeitsplatte stecken. Sie müssen dabei mit dem obersten Loch beginnen; sobald der Stift in dieses Loch gesteckt ist, beginnt die Zeitmessung. Die Reihenfolge beim Herausnehmen der Stifte ist beliebig. Beim Hineinstecken müssen Sie aber von oben nach unten arbeiten. Arbeiten Sie dabei so schnell wie möglich."*

Steadiness:

*"Es soll gemessen werden, wie ruhig Sie Ihre Hand in einer engen Begrenzung halten können. Sie sollen jetzt in die Mitte des inneren Loches rechts in der unteren Reihe den Griffel bis zur Mitte der Spitze senkrecht hineinstecken. Halten Sie den Griffel dabei möglichst ruhig und genau senkrecht. Jede Berührung mit dem Rand wird gezählt."*

Liniennachfahren:

*"Im Folgenden kommt es darauf an, dass Sie den Griffel präzise, ohne anzustoßen durch diese ausgestanzte Linie führen. Sie müssen dabei den Griffel senkrecht in der rechten Hand halten und vor allem darauf achten, dass Sie eine Berührung vermeiden. Dabei wird auch ihre Geschwindigkeit gemessen, es kommt aber in erster Linie darauf an, dass Sie bei dieser Übung möglichst wenig Fehler machen. Sobald Sie den Griffel auf der Startplatte aufgesetzt haben, wird die Zeit gezählt. Fahren Sie dann ungefähr in dieser Tiefe weiter. Der Versuch endet, wenn Sie mit dem Griffel auf die Endplatte der Linie stoßen."*

Tapping:

*"Sie sehen vor sich eine quadratische Platte. Diese sollen Sie nun mit dem Griffel möglichst oft berühren, ohne zu erlahmen, also immer wieder auf die Platte schlagen, bis ich "Halt" sage. Halten Sie den Griffel möglichst senkrecht und weit unten. Sie können bei diesem Versuch die Ellenbogen auf dem Tisch und das Handgelenk auf der Arbeitsplatte aufstützen. Gezählt wird die Anzahl der Anschläge auf der Platte."*

Kurze Stifte einstecken:

*"Sie sehen vor sich eine Platte mit kurzen Stiften. Sie sollen nun diese Stifte aus den Löchern der Platte nehmen und von oben nach unten in die rechten Löcher der Arbeitsplatte stecken. Sie müssen dabei mit dem obersten Loch beginnen; sobald der Stift in dieses Loch gesteckt ist, beginnt die Zeitmessung. Die Reihenfolge beim Herausnehmen der Stifte ist beliebig. Beim Hineinstecken müssen Sie aber von oben nach unten arbeiten. Arbeiten Sie dabei so schnell wie möglich."*



Aiming:

*"Vor sich sehen Sie zwei Reihen goldener Kreise. Sie sollen jetzt jeden Kreis der unteren Reihe von rechts nach links möglichst schnell genau einmal mit dem Griffel berühren. Sobald Sie daneben treffen, wird ein Fehler gezählt. Sie sollten den Griffel evtl. ein wenig schräghalten, damit Sie sich nicht mit der Hand die Sicht verdecken. Der Griffel sollte nicht allzu kräftig aufgeschlagen werden, die Berührung muss aber deutlich hörbar sein. Zielen Sie immer auf den Mittelpunkt, dann werden Sie sicherer treffen. Berühren Sie jetzt bitte zuerst den großen silbernen Kreis auf der rechten Seite, dann der Reihe nach die Kreise in der unteren Reihe und am Ende noch den großen silbernen Kreis links".*

Lange Stifte einstecken:

*"Sie sehen vor sich eine Platte mit langen Stiften. Sie sollen nun diese Stifte aus den Löchern der Platte nehmen und von oben nach unten in die linken Löcher der Arbeitsplatte stecken. Sie müssen dabei mit dem obersten Loch beginnen; sobald der Stift in dieses Loch gesteckt ist, beginnt die Zeitmessung. Die Reihenfolge beim Herausnehmen der Stifte ist beliebig. Beim Hineinstecken müssen Sie aber von oben nach unten arbeiten. Arbeiten Sie dabei so schnell wie möglich."*

Steadiness:

*"Es soll gemessen werden, wie ruhig Sie Ihre Hand in einer engen Begrenzung halten können. Sie sollen jetzt in die Mitte des inneren Loches links in der unteren Reihe den Griffel bis zur Mitte der Spitze senkrecht hineinstecken. Halten Sie den Griffel dabei möglichst ruhig und genau senkrecht. Jede Berührung mit dem Rand wird gezählt."*

Liniennachfahren:

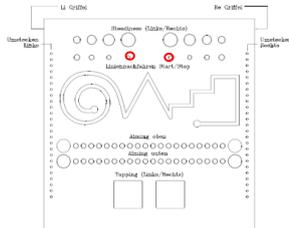
*"Im Folgenden kommt es darauf an, dass Sie den Griffel präzise, ohne anzustoßen durch diese ausgestanzte Linie führen. Sie müssen dabei den Griffel senkrecht in der linken Hand halten und vor allem darauf achten, dass Sie eine Berührung vermeiden. Dabei wird auch ihre Geschwindigkeit gemessen, es kommt aber in erster Linie darauf an, dass Sie bei dieser Übung möglichst wenig Fehler machen. Sobald Sie den Griffel auf der Startplatte aufgesetzt haben, wird die Zeit gezählt. Fahren Sie dann ungefähr in dieser Tiefe weiter. Der Versuch endet, wenn Sie mit dem Griffel auf die Endplatte der Linie stoßen."*

Tapping:

*"Sie sehen vor sich eine quadratische Platte. Diese sollen Sie nun mit dem Griffel möglichst oft berühren, ohne zu erlahmen, also immer wieder auf die Platte schlagen, bis ich "Halt" sage. Halten Sie den Griffel möglichst senkrecht und weit unten. Sie können bei diesem Versuch die Ellenbogen auf dem Tisch und das Handgelenk auf der Arbeitsplatte aufstützen. Gezählt wird die Anzahl der Anschläge auf der Platte."*

Kurze Stifte einstecken:

*"Sie sehen vor sich eine Platte mit kurzen Stiften. Sie sollen nun diese Stifte aus den Löchern der Platte nehmen und von oben nach unten in die linken Löcher der Arbeitsplatte stecken. Sie müssen dabei mit dem obersten Loch beginnen; sobald der Stift in dieses Loch gesteckt ist, beginnt die Zeitmessung. Die Reihenfolge beim Herausnehmen der Stifte ist beliebig. Beim Hineinstecken müssen Sie aber von oben nach unten arbeiten. Arbeiten Sie dabei so schnell wie möglich."*

**Beide HAENDE**Steadiness:

*"Es soll nun gemessen werden, wie ruhig Sie beide Hände in engen Begrenzungen halten können. Nehmen Sie nun den schwarzen Griffel in die rechte Hand und den roten in die linke. Sie sollen nun die Spitze des schwarzen Griffels in die Mitte des inneren Loches rechts und die Spitze des roten Griffels in die Mitte des inneren Loches links stecken und zwar senkrecht bis etwa zur Mitte des Griffels. Halten Sie beide Griffel dabei möglichst ruhig und genau senkrecht. Jede Berührung mit dem Rand wird gezählt."*

Lange Stifte einstecken:

*"Sie sehen vor sich zwei Behälter mit langen Stiften. Sie sollen nun mit der rechten Hand die Stifte aus den Löchern des rechts stehenden Behälters nehmen und von oben nach unten in die rechten Löcher der Arbeitsplatte stecken. Gleichzeitig nehmen Sie mit der linken Hand die Stifte aus den Löchern des links stehenden Behälters und stecken sie in die linken Löcher der Arbeitsplatte, und zwar ebenfalls von oben nach unten. Sie müssen dabei mit den obersten Löchern beginnen; sobald die Stifte in diese Löcher gesteckt wurden, beginnt die Zeitmessung. Die Reihenfolge beim Herausnehmen der Stifte ist beliebig. Beim Hineinstecken müssen Sie aber von oben nach unten arbeiten. Arbeiten Sie dabei so schnell wie möglich."*

Aiming:

*"Vor sich sehen Sie zwei Reihen goldener Kreise. Sie sollen jetzt jeden Kreis der oberen Reihe mit dem rechten, schwarzen Griffel und jeden Kreis der unteren Reihe mit dem linken, roten Griffel berühren. Sobald Sie daneben treffen, wird ein Fehler gezählt. Halten Sie die Griffel leicht schräg, damit Sie sich nicht mit den Händen die Sicht verdecken. Beginnen Sie gleichzeitig mit beiden Griffeln am rechten großen Kreis der zugehörigen Reihe und berühren Sie dann möglichst schnell die Kreise jeweils von rechts nach links und am Ende noch den jeweiligen linken großen Kreis. Die Griffel sollten nicht allzu heftig aufgeschlagen werden, die Berührung muss jedoch deutlich hörbar sein. Zielen Sie immer auf den Mittelpunkt, dann werden Sie sicherer treffen."*

Tapping:

*"Sie sehen vor sich zwei Quadrate. Sie sollen jetzt 32 Sekunden lang möglichst oft mit dem roten Griffel das linke und mit dem schwarzen Griffel das rechte Quadrat berühren, ohne zu erlahmen, also immer wieder mit beiden Griffeln auf diese Quadrate schlagen. Halten Sie die Griffel dabei möglichst senkrecht und weit unten. Sie können bei diesem Versuch die Ellenbogen auf dem Tisch und das Handgelenk auf der Arbeitsplatte aufstützen. Gezählt wird die Anzahl der Anschläge auf der Platte."*

Kurze Stifte einstecken:

*"Sie sehen vor sich zwei Platten mit kurzen Stiften. Sie sollen nun mit der rechten Hand die Stifte aus den Löchern der rechts stehenden Platte nehmen und von oben nach unten in die rechten Löcher der Arbeitsplatte stecken. Gleichzeitig nehmen Sie mit der linken Hand die Stifte aus den Löchern der links stehenden Platte und stecken Sie in die linken Löcher der Arbeitsplatte, und zwar ebenfalls von oben nach unten. Sie müssen dabei mit den obersten Löchern beginnen; sobald die Stifte in diese Löcher gesteckt wurden, beginnt die Zeitmessung. Die Reihenfolge beim Herausnehmen der Stifte ist beliebig. Beim Hineinstecken müssen Sie aber von oben nach unten arbeiten. Arbeiten Sie dabei so schnell wie möglich."*

## 5.14 Einweisungen für den GÖSA und den TRT-Test

Vgl. HörTech gGmbH (2011).

### Einweisung GÖSA:

*"Dies ist ein Test, um festzustellen, wie gut Sie Sprache in geräuschvoller Umgebung verstehen können. Hierzu werden Ihnen Sätze dargeboten, die von einer männlichen Stimme gesprochen werden. Zusätzlich zu der Sprache wird ein Rauschen dargeboten.*

*Bitte wiederholen Sie nach der Darbietung den Satz oder jedes Wort, welches Sie verstanden haben. Wenn Sie unsicher sind, dürfen Sie gerne auch raten.*

*Während der Messung wird die Lautstärke der Sprache verändert. Die Lautstärke des Rauschens bleibt gleich. Die Sprache kann dadurch teilweise sehr leise sein.*

*Es ist daher ganz normal, dass Sie viele Sätze nicht vollständig verstehen. Für die Aussagekraft der Messung ist es wichtig, diese Messung unter schwierigen Bedingungen durchzuführen.*

*Haben Sie noch Fragen?*

### Einweisung TRT-Test:

*"Dies ist ein Test, um festzustellen, wie gut Sie Sätze innerhalb einer kurzen Zeitspanne lesen können. Hierzu werden Ihnen die Sätze am Computerbildschirm dargeboten. Zusätzlich werden die Sätze mit schwarzen Balken teilweise überlagert.*

*Bitte wiederholen Sie nach der visuellen Darstellung den Satz oder jedes Wort, welches Sie lesen konnten. Wenn Sie unsicher sind, dürfen Sie gerne auch raten.*

*Während der Messung wird die Fläche der schwarzen Balken, die die Sätze überdecken, verändert. Die Sätze können dadurch teilweise sehr schwierig zu lesen sein.*

*Es ist daher ganz normal, dass Sie viele Sätze nicht vollständig lesen können. Für die Aussagekraft der Messung ist es wichtig, diese Messung unter schwierigen Bedingungen durchzuführen.*

*Haben Sie noch Fragen?"*

## 5.15 Shapiro-Wilk-Test/Mann-Whitney-U-Test

Linke Spalte: Test auf Normalverteilung mit Voreinstellung „listenweiser Fallausschluss“; Auswertung des Shapiro-Wilk-Tests. Rechte Spalte: Mann-Whitney-U-Test zum Test auf Gruppenunterschiede (Gruppenvariable: Schulbildung)

	Shapiro-Wilk			Mann-Whitney-U-Test
	df	Statistik	Signifikanz	Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]
Aiming Fehlerzahl {rechte Hand}	30	,576	,000	1,00
Aiming Gesamtdauer (in Sekunden) {rechte Hand}	30	,907	,013	0,728
Lange Stifte einstecken Gesamtdauer (in Sekunden) {rechte Hand}	30	,958	,280	0,224
Steadiness Fehlerzahl {rechte Hand}	30	,855	,001	0,951
Linien nachfahren Fehlerzahl {rechte Hand}	30	,903	,010	0,423
Linien nachfahren Gesamtdauer (in Sekunden) {rechte Hand}	30	,892	,005	0,918
Tapping Trefferzahl erste Testhälfte rechts	30	,851	,001	0,025
Tapping Trefferzahl zweite Testhälfte rechts	30	,934	,064	0,025
Tapping Trefferzahl {rechte Hand}	30	,907	,012	0,025
Kurze Stifte einstecken Gesamtdauer (in Sekunden) {rechte Hand}	29	,852	,001	0,146
Aiming Fehlerzahl {linke Hand}	30	,896	,007	0,552
Aiming Gesamtdauer (in Sekunden) {linke Hand}	30	,989	,985	0,580
Lange Stifte einstecken Gesamtdauer (in Sekunden) {linke Hand}	30	,947	,141	0,667
Steadiness Fehlerzahl {linke Hand}	30	,953	,202	0,951
Linien nachfahren Fehlerzahl {linke Hand}	30	,939	,086	1,00
Linien nachfahren Gesamtdauer (in Sekunden) {linke Hand}	30	,967	,455	0,697
Tapping Trefferzahl erste Testhälfte links	30	,936	,069	0,294
Tapping Trefferzahl zweite Testhälfte links	30	,945	,123	0,208
Tapping Trefferzahl {linke Hand}	30	,937	,075	0,208
Kurze Stifte einstecken Gesamtdauer (in Sekunden) {linke Hand}	30	,938	,083	0,166
Steadiness Fehlerzahl - rechts {beidhändig}	30	,923	,032	0,984
Steadiness Fehlerzahl - links {beidhändig}	30	,914	,019	0,240
Lange Stifte einstecken Gesamtdauer (in Sekunden) - rechts {beidhändig}	30	,971	,569	0,377
Lange Stifte einstecken Gesamtdauer (in Sekunden) - links {beidhändig}	30	,965	,422	0,179
Aiming Fehlerzahl - rechts {beidhändig}	30	,466	,000	0,759
Aiming Gesamtdauer (in Sekunden) - rechts {beidhändig}	30	,955	,231	0,608
Aiming Fehlerzahl - links {beidhändig}	30	,881	,003	0,043
Aiming Gesamtdauer (in Sekunden) - links {beidhändig}	30	,945	,125	0,423

Tapping Trefferzahl erste Testhälfte beidhändig rechts	30	,979	,807	0,093
Tapping Trefferzahl zweite Testhälfte beidhändig rechts	30	,927	,040	0,043
Tapping Trefferzahl - rechts {beidhändig}	30	,961	,322	0,064
Tapping Trefferzahl erste Testhälfte beidhändig links	30	,974	,655	0,448
Tapping Trefferzahl zweite Testhälfte beidhändig links	30	,941	,095	0,294
Tapping Trefferzahl - links {beidhändig}	30	,965	,409	0,400
Kurze Stifte einstecken Gesamtdauer (in Sekunden) - rechts {beidhändig}	29	,958	,293	0,112
Kurze Stifte einstecken Gesamtdauer (in Sekunden) - links {beidhändig}	29	,968	,505	0,146
WAFG Anzahl „Verpasser“ {unimodal (visuell)}	30	,751	,000	0,101
WAFG Anzahl „falscher Alarm“ {unimodal (visuell)}	30	,611	,000	0,043
WAFG Streuungsmaß Reaktionszeit {unimodal (visuell)}	30	,955	,230	0,377
WAFG Mittlere Reaktionszeit {unimodal (visuell)}	30	,914	,019	0,004
WAFG Anzahl „Verpasser“ {crossmodal (visuell/auditiv)}	30	,657	,000	0,142
WAFG Anzahl „falscher Alarm“ {crossmodal (visuell/auditiv)}	30	,660	,000	0,313
WAFG Streuungsmaß Reaktionszeit {crossmodal (visuell/auditiv)}	30	,987	,961	0,667
WAFG Mittlere Reaktionszeit {crossmodal (visuell/auditiv)}	30	,944	,118	0,093
WAFS Anzahl „Verpasser“ {unimodal (visuell)}	30	,234	,000	0,400
WAFS Anzahl „falscher Alarm“ {unimodal (visuell)}	30	,818	,000	0,043
WAFS Mittlere Reaktionszeit {unimodal (visuell)}	30	,955	,229	0,017
WAFS Streuungsmaß Reaktionszeit {unimodal (visuell)}	30	,780	,000	0,070
WAFS Anzahl „Verpasser“ {unimodal (auditiv)}	30	,529	,000	0,058
WAFS Anzahl „falscher Alarm“ {unimodal (auditiv)}	30	,850	,001	0,001
WAFS Mittlere Reaktionszeit {unimodal (auditiv)}	30	,829	,000	0,101
WAFS Streuungsmaß Reaktionszeit {unimodal (auditiv)}	30	,618	,000	0,013
WAFS Anzahl „Verpasser“ {crossmodal (visuell/auditiv)}	30	,717	,000	0,058
WAFS Anzahl „falscher Alarm“ {crossmodal (visuell/auditiv)}	30	,810	,000	0,077
WAFS Mittlere Reaktionszeit {crossmodal (visuell/auditiv)}	30	,918	,024	0,007
WAFS Streuungsmaß Reaktionszeit {crossmodal (visuell/auditiv)}	30	,741	,000	0,028
WAFV Anzahl „Verpasser“	30	,575	,000	0,017
WAFV Anzahl „Falscher Alarm“	30	,779	,000	0,047
WAFV Mittlere Reaktionszeit	30	,805	,000	0,003
WAFV Streuungsmaß Reaktionszeit	30	,877	,002	0,193
WAFV Anzahl „Verpasser“ {erste Testhälfte}	30	,467	,000	0,047
WAFV Anzahl „Falscher Alarm“ {erste Testhälfte}	30	,870	,002	0,085
WAFV Mittlere Reaktionszeit {erste Testhälfte}	30	,793	,000	0,001

WAFV Streuungsmaß Reaktionszeit {erste Testhälfte}	30	,885	,004	0,240
WAFV Anzahl „Verpasser“ {zweite Testhälfte}	30	,550	,000	0,038
WAFV Anzahl „Flascher Alarm“ {zweite Testhälfte}	30	,668	,000	0,257
WAFV Mittlere Reaktionszeit {zweite Testhälfte}	30	,827	,000	0,013
WAFV Streuungsmaß Reaktionszeit {zweite Testhälfte}	30	,848	,001	0,064
Stroop Lese-Interferenzneigung (sec.)	30	,974	,640	0,759
Stroop Benenn-Interferenzneigung (sec.)	30	,966	,432	0,473
Stroop Interferenz-Differenz (sec.) (Differenz zwischen RT-F4 und RT-F3)	30	,971	,566	0,886
Stroop Median der Reaktionszeiten - Lesen (sec.) {Baseline}	30	,850	,001	0,110
Stroop Anzahl falscher Reaktionen - Lesen {Baseline}	30	,913	,018	0,667
Stroop Median der Reaktionszeiten - Benennen (sec.) {Baseline}	30	,880	,003	0,377
Stroop Anzahl falscher Reaktionen - Benennen {Baseline}	30	,769	,000	0,697
Stroop Median der Reaktionszeiten - Lesen (sec.) {Interferenz}	30	,834	,000	0,400
Stroop Anzahl falscher Reaktionen - Lesen {Interferenz}	30	,819	,000	0,334
Stroop Median der Reaktionszeiten - Benennen (sec.) {Interferenz}	30	,739	,000	0,101
Stroop Anzahl falscher Reaktionen - Benennen {Interferenz}	30	,927	,042	0,886
Stroop Bearbeitungszeit aller Testteile	30	,743	,000	0,110
DT Richtige	30	,961	,330	0,047
DT Falsche	30	,915	,020	0,208
DT Ausgelassene	30	,971	,562	0,031
Anzahl der Reize	30	,924	,034	0,110
Göttinger Satztest im gönoise durchgeführt, SRT in dB	30	,969	,524	0,637
Göttinger Satztest im ICRA-Rauschen durchgeführt, SRT in dB	30	,950	,170	0,377
Göttinger Satztest im IFFM-Rauschen durchgeführt, SRT in dB	30	,973	,616	0,257
TRT Test Göttinger Satztest	30	,967	,457	0,043
TMT Test Teil A in sec.	30	,860	,001	0,031
TMT Test Teil B in sec.	30	,898	,007	0,525
TMT Test B-A in sec.	30	,902	,009	0,355
Zahlenmerkspanne vorwärts	30	,934	,062	0,224
Zahlenmerkspanne rückwärts	30	,959	,298	0,002
Zahlenmerkspanne Gesamt	30	,975	,695	0,025
Anzahl Richtige MWT-B-Test	30	,951	,183	0,001

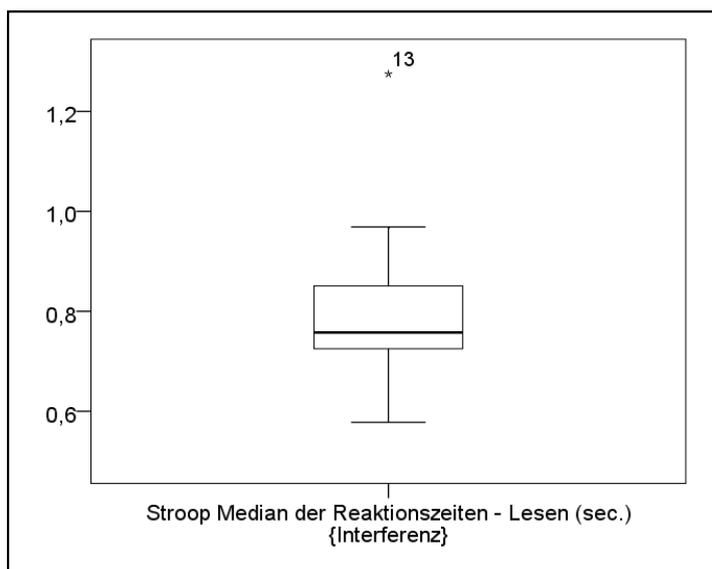
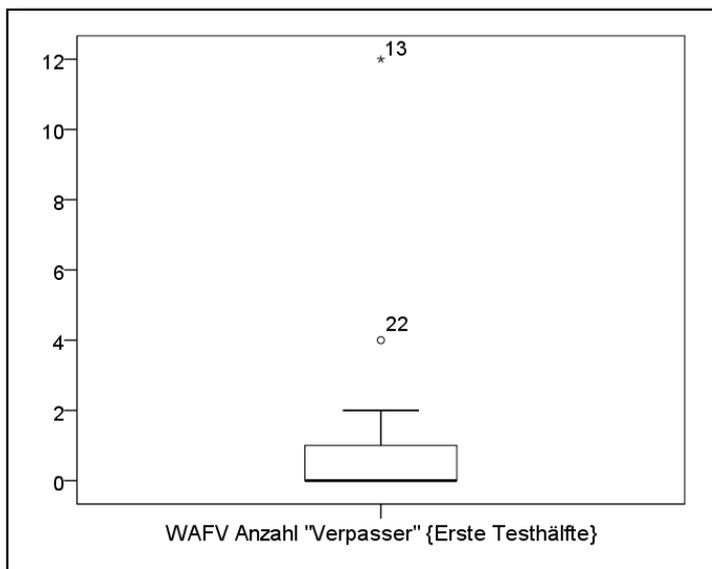
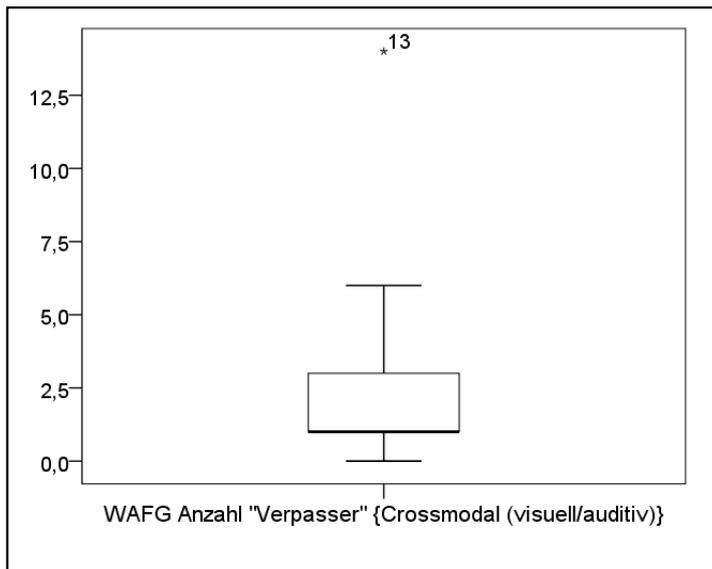
## 5.16 Untersuchung auf Ausreißer

### 5.16.1 Auflistung der sechs Probanden, die am häufigsten für Extremwerte verantwortlich waren

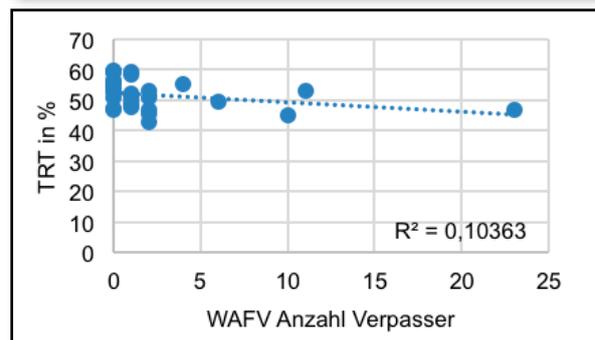
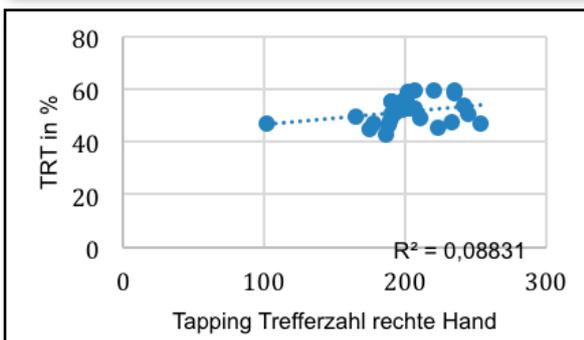
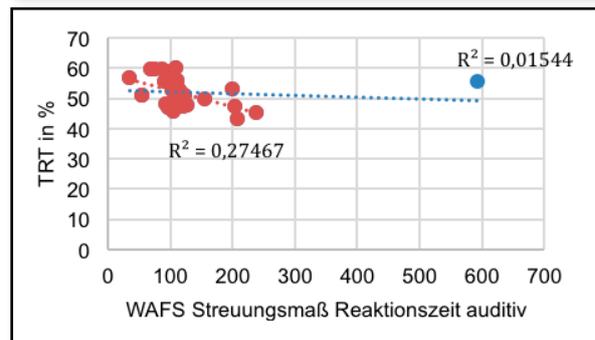
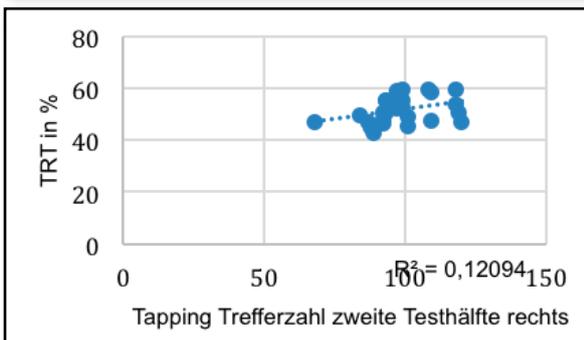
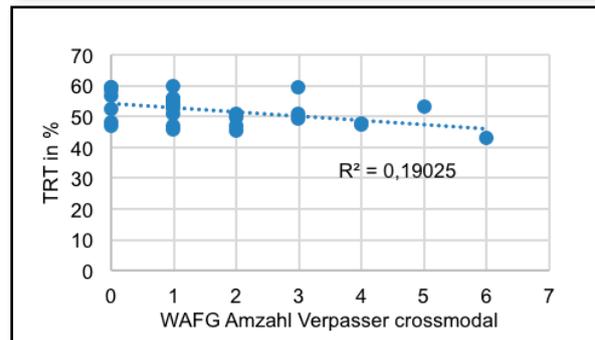
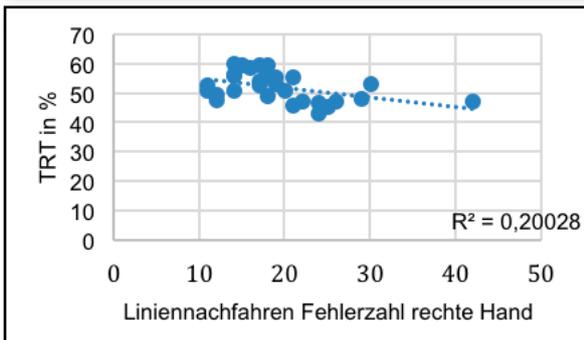
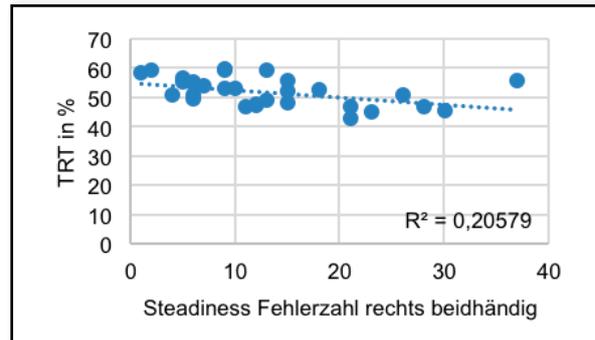
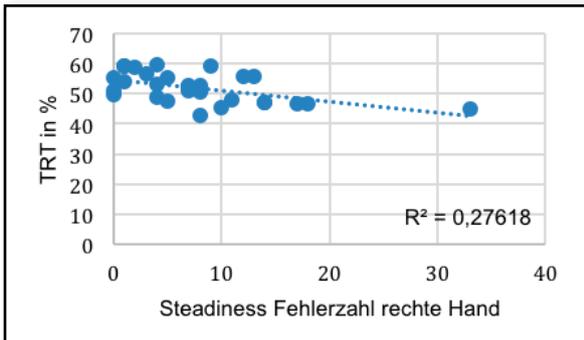
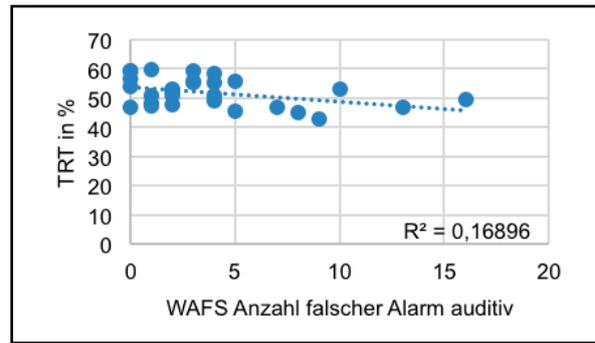
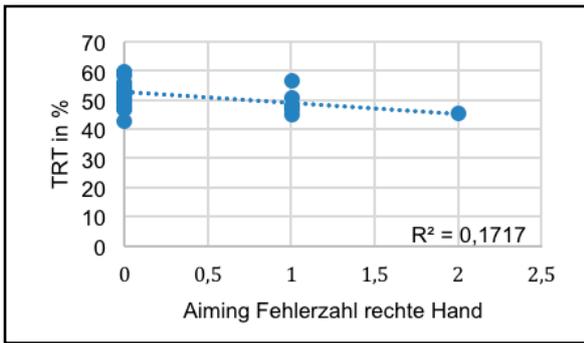
Test	P13	P17	P20	P21	P22	P24
Aiming Fehlerzahl {rechte Hand}	x					
Steadiness Fehlerzahl {rechte Hand}		x				
Linien nachfahren Fehlerzahl {rechte Hand}					x	
Tapping Trefferzahl erste Testhälfte rechts					x (Stern)	
Tapping Trefferzahl zweite Testhälfte rechts					x	
Tapping Trefferzahl {rechte Hand}					x (Stern)	
Kurze Stifte einstecken Gesamtdauer (in Sekunden) {rechte Hand}				x		
Linien nachfahren Gesamtdauer (in Sekunden) {linke Hand}			x			
Lange Stifte einstecken Gesamtdauer (in Sekunden) - rechts {beidhändig}			x			
Lange Stifte einstecken Gesamtdauer (in Sekunden) - links {beidhändig}			x			
Aiming Fehlerzahl - rechts {beidhändig}	x					x (Stern)
Linien nachfahren Gesamtdauer (in Sekunden) {linke Hand}			x			
Tapping Trefferzahl erste Testhälfte links			x		x	
Aiming Gesamtdauer (in Sekunden) - rechts {beidhändig}				x		
Aiming Gesamtdauer (in Sekunden) - links {beidhändig}				x		
Tapping Trefferzahl - rechts {beidhändig}			x		x	
Tapping Trefferzahl - links {beidhändig}			x			
Kurze Stifte einstecken Gesamtdauer (in Sekunden) {linke Hand}				x		
Lange Stifte einstecken Gesamtdauer (in Sekunden) - rechts {beidhändig}			x			
Aiming Gesamtdauer (in Sekunden) - rechts {beidhändig}				x		
Aiming Gesamtdauer (in Sekunden) - links {beidhändig}				x		
Tapping Trefferzahl zweite Testhälfte beidhändig rechts			x		x	
Tapping Trefferzahl - rechts {beidhändig}			x		x	
Tapping Trefferzahl zweite Testhälfte beidhändig links			x		x	
Tapping Trefferzahl - links {beidhändig}			x			
WAFG Anzahl „falscher Alarm“ {unimodal (visuell)}			x (Stern)			
WAFG Mittlere Reaktionszeit {unimodal (visuell)}	x		x (Stern)			
WAFG Anzahl „Verpasser“ {crossmodal (visuell/auditiv)}	x (Stern)					
WAFG Anzahl „falscher Alarm“ {crossmodal (visuell/auditiv)}	x (Stern)					
WAFG Mittlere Reaktionszeit {crossmodal (visuell/auditiv)}	x					

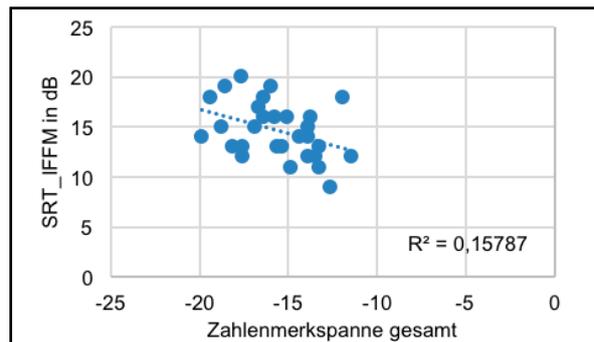
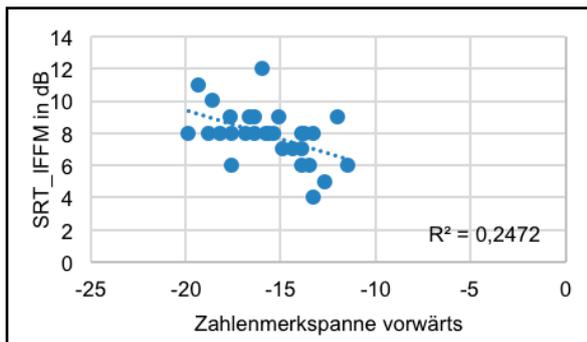
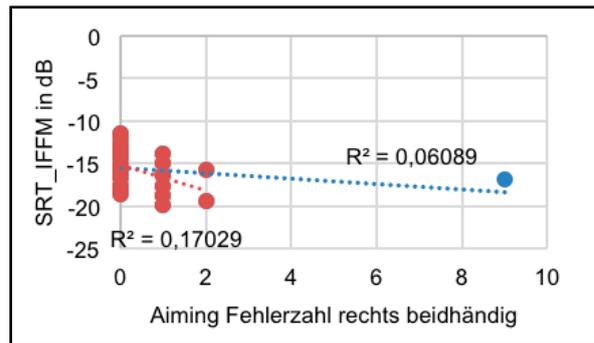
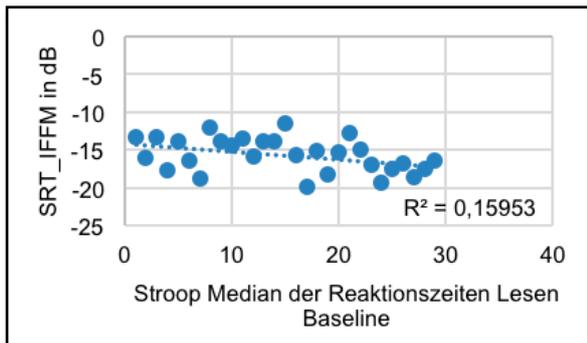
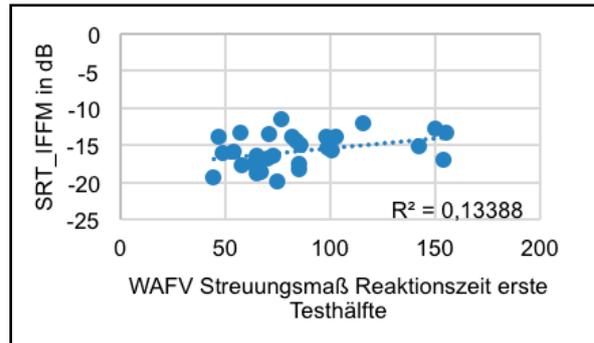
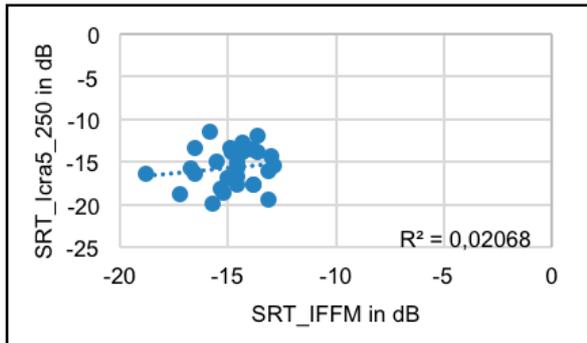
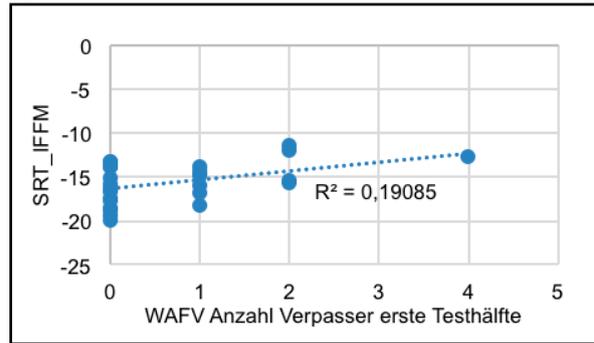
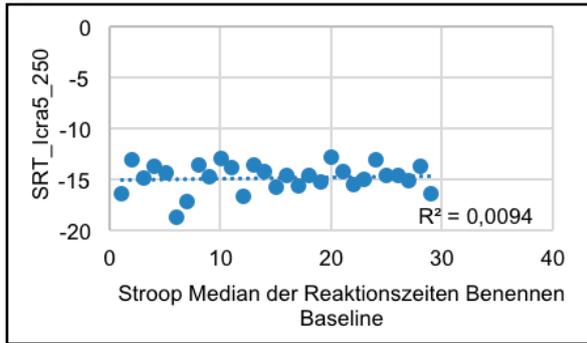
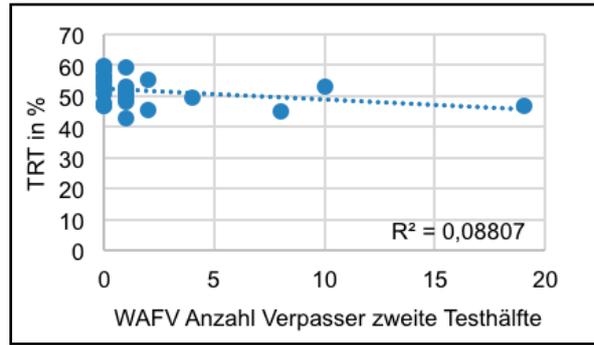
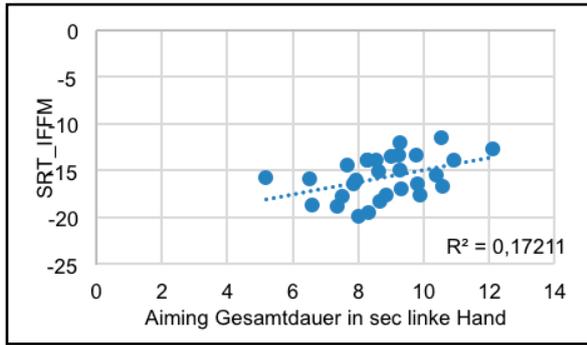
Test	P13	P17	P20	P21	P22	P24
WAFS Anzahl „Verpasser“ {unimodal (visuell)}				x (Stern)		
WAFS Anzahl „falscher Alarm“ {unimodal (visuell)}	x					
WAFS Mittlere Reaktionszeit {unimodal (visuell)}				x		
WAFS Streuungsmaß Reaktionszeit {unimodal (visuell)}				x (Stern)		
WAFS Anzahl „Verpasser“ {unimodal (auditiv)}	x (Stern)	x	x		x (Stern)	
WAFS Anzahl „falscher Alarm“ {unimodal (auditiv)}				x	x	
WAFS Mittlere Reaktionszeit {unimodal (auditiv)}	x				x (Stern)	
WAFS Streuungsmaß Reaktionszeit {unimodal (auditiv)}	x	x (Stern)			x	
WAFS Anzahl „falscher Alarm“ {crossmodal (visuell/auditiv)}	x				x	
WAFS Streuungsmaß Reaktionszeit {crossmodal (visuell/auditiv)}		x (Stern)				
WAFV Anzahl „Verpasser“	x (Stern)	x (Stern)		x	x (Stern)	x (Stern)
WAFV Anzahl „Falscher Alarm“	x				x	
WAFV Mittlere Reaktionszeit		x			x	x
WAFV Anzahl „Verpasser“ {erste Testhälfte}	x (Stern)				x	
WAFV Mittlere Reaktionszeit {erste Testhälfte}	x (Stern)				x (Stern)	x
WAFV Anzahl „Verpasser“ {zweite Testhälfte}	x (Stern)	x			x (Stern)	x (Stern)
WAFV Anzahl „Falscher Alarm“ {zweite Testhälfte}	x (Stern)	x			x (Stern)	x
WAFV Streuungsmaß Reaktionszeit {zweite Testhälfte}	x	x			x	x
WAFV Mittlere Reaktionszeit {zweite Testhälfte}	x				x	x
Stroop Median der Reaktionszeiten - Lesen (sec.) {Baseline}	x (Stern)					
Stroop Median der Reaktionszeiten - Benennen (sec.) {Baseline}	x (Stern)					
Stroop Anzahl falscher Reaktionen - Benennen {Baseline}	x (Stern)				x	
Stroop Median der Reaktionszeiten - Lesen (sec.) {Interferenz}	x (Stern)					
Stroop Anzahl falscher Reaktionen – Lesen {Interferenz}					x	
Stroop Median der Reaktionszeiten – Benennen (sec.) {Interferenz}	x (Stern)					
Stroop Bearbeitungszeit aller Testteile	x (Stern)					
DT Anzahl der Reize	x					
DT Richtige						
DT Falsche						
DT Ausgelassene						
TMT Test Teil A in sec.		x			x	
TMT Test Teil B in sec.						x
TMT Test B-A in sec.						x

### 5.16.2 Visualisierung der Extremwerte



### 5.17 Grafische Darstellung der gefundenen Korrelationen





## 5.18 Teststatistik für die verschiedenen Testmoden der Messungen WAFG und WAFS

Variablenname	Deskriptive Statistik		Statistik	Standardfehler r
WAFG Anzahl „Verpasser“ {unimodal (visuell)}	Mittelwert		1,07	,249
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	,56	
		Obergrenze	1,58	
	5 % getrimmtes Mittel		,91	
	Median		1,00	
	Varianz		<b>1,857</b>	
	Standardabweichung		1,363	
	Minimum		0	
	Maximum		5	
	Spannweite		5	
	Interquartilbereich		2	
	Schiefe		1,711	,427
	Kurtosis		2,974	,833
WAFG Anzahl „Verpasser“ {cross-modal (visuell/auditiv)}	Mittelwert		2,03	,502
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	1,01	
		Obergrenze	3,06	
	5 % getrimmtes Mittel		1,63	
	Median		1,00	
	Varianz		<b>7,551</b>	
	Standardabweichung		2,748	
	Minimum		0	
	Maximum		14	
	Spannweite		14	
	Interquartilbereich		2	
	Schiefe		3,115	,427
	Kurtosis		12,285	,833
WAFS Anzahl „falscher Alarm“ {unimodal (visuell)}	Mittelwert		2,43	,502
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	1,41	
		Obergrenze	3,46	
	5 % getrimmtes Mittel		2,15	
	Median		1,50	
	Varianz		<b>7,564</b>	
	Standardabweichung		2,750	
	Minimum		0	
	Maximum		11	
	Spannweite		11	
	Interquartilbereich		4	
	Schiefe		1,526	,427
	Kurtosis		2,382	,833

Variablenname	Deskriptive Statistik		Statistik	Standardfehler r
WAFS Streuungsmaß Reaktionszeit {unimodal (visuell)}	Mittelwert		78,87	9,548
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	59,34	
		Obergrenze	98,39	
	5 % getrimmtes Mittel		72,20	
	Median		70,00	
	Varianz		<b>2734,671</b>	
	Standardabweichung		52,294	
	Minimum		28	
	Maximum		274	
	Spannweite		246	
	Interquartilbereich		53	
	Schiefe		2,229	,427
	Kurtosis		6,289	,833
WAFS Anzahl „falscher Alarm“ {unimodal (auditiv)}	Mittelwert		4,10	,759
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	2,55	
		Obergrenze	5,65	
	5 % getrimmtes Mittel		3,72	
	Median		3,00	
	Varianz		<b>17,266</b>	
	Standardabweichung		4,155	
	Minimum		0	
	Maximum		16	
	Spannweite		16	
	Interquartilbereich		5	
	Schiefe		1,346	,427
	Kurtosis		1,297	,833
WAFS Streuungsmaß Reaktionszeit {unimodal (auditiv)}	Mittelwert		133,80	18,344
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	96,28	
		Obergrenze	171,32	
	5 % getrimmtes Mittel		120,09	
	Median		107,50	
	Varianz		<b>10094,786</b>	
	Standardabweichung		100,473	
	Minimum		33	
	Maximum		593	
	Spannweite		560	
	Interquartilbereich		42	
	Schiefe		3,524	,427
	Kurtosis		15,383	,833
Kurtosis		6,039	,833	

Variablenname	Deskriptive Statistik		Statistik	Standardfehler r
WAFS Anzahl „falscher Alarm“ {crossmodal (visuell/ auditiv)}	Mittelwert		2,13	,428
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	1,26	
		Obergrenze	3,01	
	5 % getrimmtes Mittel		1,89	
	Median		1,00	
	Varianz		<b>5,499</b>	
	Standardabweichung		2,345	
	Minimum		0	
	Maximum		9	
	Spannweite		9	
	Interquartilbereich		3	
	Schiefte		1,513	,427
	Kurtosis		1,990	,833
WAFS Streuungs- maß Reaktionszeit {crossmodal (visuell/ auditiv)}	Mittelwert		178,50	18,929
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	139,79	
		Obergrenze	217,21	
	5 % getrimmtes Mittel		164,80	
	Median		162,50	
	Varianz		<b>10748,741</b>	
	Standardabweichung		103,676	
	Minimum		73	
	Maximum		606	
	Spannweite		533	
	Interquartilbereich		101	
	Schiefte		2,704	,427
	Kurtosis		9,634	,833