

---

## **Wenn Schwerhörigkeit Einfluss auf das Gedächtnis nimmt...**

*Eine Untersuchung über den Einfluss von Schwerhörigkeit auf Prozesse des  
Arbeitsgedächtnisses bei postlingual schwerhörigen Erwachsenen*

---

Bachelorarbeit im Fach Logopädie zur Erlangung des  
Bachelor of Health

Vorgelegt von:

Karoline Emde      0636878

Katja Legerlotz      0621455

Begleitender Dozent

Aimée van Loo

Datum

07.06.2010

*©Alle Rechte vorbehalten. Nichts aus dieser Ausgabe darf in einer automatischen Datei vervielfältigend gespeichert oder in jeglicher Form oder Art und Weise veröffentlicht werden, sei es durch elektronisch mechanische Mittel, durch Fotokopien, Aufnahmen oder durch jegliche andere Form, ohne vorab um schriftliche Zustimmung der Hogeschool Zuyd gebeten zu haben.*

*©Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de Hogeschool Zuyd.*

## **Danksagung**

Zu Beginn möchten wir uns bei einigen Personen bedanken, ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Unser besonderer Dank gilt Dr. Thomas Günther der uns bei der Themenfindung und praktischen Umsetzung sowie bei inhaltlichen Fragen behilflich war.

Des Weiteren möchten wir uns herzlich bei Astrid Pütz-Ebert bedanken, die uns die neuropsychologischen Tests näher brachte und zur Verfügung stellte. Durch sie wurde ein reibungsloser Ablauf der Testung möglich.

Ferner sind wir den Teilnehmern dieser Studie zu Dank verpflichtet. Erst durch ihren freiwilligen Einsatz konnte die Studie erfolgreich durchgeführt werden. Sie ertrugen die aufwendige und langwierige Testprozedur bis zur letzten Minute.

Zu guter Letzt danken wir unserem Coach Aimée van Loo, die uns in den vergangenen zwei Jahren durch ihre offene und motivierende Art unterstützend zur Seite stand.

## **Zusammenfassung**

### **Wenn Schwerhörigkeit Einfluss auf das Gedächtnis nimmt...**

Eine Untersuchung über den Einfluss von Schwerhörigkeit auf Prozesse des Arbeitsgedächtnisses bei postlingual schwerhörigen Erwachsenen

Seit über 90 Jahren werden bereits wissenschaftliche Studien über einen möglichen Zusammenhang zwischen einem verminderten Hörvermögen und kognitiven Einschränkungen im Bereich des Arbeitsgedächtnisses durchgeführt. Diese führten jedoch zu widersprüchlichen Ergebnissen. Einige Studienergebnisse ergaben einen deutlichen Zusammenhang, häufig konnte jedoch auch kein, bzw. nur ein geringer Zusammenhang beobachtet werden. In vielen Studien wurde zudem eine altersbedingte Korrelation zwischen Schwerhörigkeit und einer verringerten Arbeitsgedächtniskapazität festgestellt. Um feststellen zu können, ob dies auch bei Erwachsenen mittleren Alters der Fall ist, wurde in der vorliegenden Studie der Einfluss der Variable „Hörvermögen“ auf die Variable „Prozesse des Arbeitsgedächtnisses“ untersucht. Mithilfe einer neuropsychologischen Testreihe wurden verschiedene Bereiche des Arbeitsgedächtnisses, sowie bestimmte Aufmerksamkeitsleistungen bei einer Gruppe schwerhöriger Personen überprüft. Die Ergebnisse wurden mit den Leistungen einer normal hörenden Kontrollgruppe verglichen. Anhand dessen sollten mögliche Leistungsunterschiede zwischen den beiden Gruppen aufgedeckt werden und innerhalb der einzelnen Gruppen auf modalitätsspezifische Unterschiede (auditiv vs. visuell) geachtet werden. Die Leistungsvergleiche innerhalb der Arbeitsgedächtnis- und Aufmerksamkeits-tests beider Gruppen deuten auf modalitätsspezifische Unterschiede hin. Im direkten Vergleich beider Gruppen hingegen konnte in dieser Studie kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

**Schlüsselwörter:** Schwerhörigkeit – Prozesse des Arbeitsgedächtnisses – Aufmerksamkeit – Modalitäten – Erwachsene

## **Samenvatting**

### **Als slechthorendheid invloed op het geheugen heeft...**

Een onderzoek naar de invloed van slechthorendheid op processen van het werkgeheugen bij postlinguaal slechthorende volwassenen

Sinds meer dan 90 jaar wordt wetenschappelijk onderzoek gedaan naar een mogelijke samenhang tussen een verminderd gehoor en cognitieve tekortkomingen. Hieruit bleken tegenstrijdige resultaten. Sommige studieresultaten toonden een duidelijke samenhang aan tussen een beperkt hoorvermogen en processen van het werkgeheugen. Vaak kon ook nauwelijks of geen samenhang worden aangetoond. Andere studies toonden wel een specifieke samenhang bij personen van een hoge leeftijd aan. Om vast te stellen of er ook een samenhang bij personen op middelbare en jongere leeftijd is, werd in deze studie de invloed van de variabele “hoorvermogen” op de variabele “processen van het werkgeheugen” onderzocht. Door middel van een aantal neuropsychologische tests werden verschillende delen van het werkgeheugen en bepaalde prestaties van aandacht bij een groep slechthorende personen getoetst. De resultaten werden vergeleken met de prestaties van een groep vergelijkbare, normaal horende personen. Aan de hand daarvan zouden mogelijke verschillen in prestatie tussen de twee groepen aangetoond kunnen worden. Verder zouden mogelijke verschillen in modaliteiten (auditief versus visueel) binnen de groepen duidelijk kunnen worden. Uit de resultaten bleek dat binnen beide groepen verschillen met betrekking tot de modaliteiten optraden. Er kon echter geen significant verschil tussen de twee groepen worden aangetoond.

**Sleutelwoorden:** slechthorendheid – processen van het werkgeheugen – aandacht – modaliteiten – volwassenen

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. EINLEITUNG</b>	<b>1</b>
<b>2. THEORETISCHER HINTERGRUND</b>	<b>5</b>
2.1. SCHWERHÖRIGKEIT	5
2.2. GEDÄCHTNIS	7
2.3. AUFMERKSAMKEIT	11
2.4. ZUSAMMENHANG ZWISCHEN EINGESCHRÄNKTEM HÖRVERMÖGEN UND PROZESSEN DES ARBEITSGEDÄCHTNISSES	14
<b>3. FRAGESTELLUNG</b>	<b>19</b>
<b>4. METHODOLOGIE</b>	<b>20</b>
4.1. UNTERSUCHUNGSDESIGN	20
4.2. UNTERSUCHUNGSVARIABLEN	20
4.3. WERBUNGSPROZEDUR	21
4.4. UNTERSUCHUNGSPOPULATION	22
4.4.1. EIN- UND AUSSCHLUSSKRITERIEN	22
4.4.2. PROBANDEN- UND KONTROLLGRUPPE	22
4.5. TESTREIHE	25
4.6. DATENSAMMLUNG	37
4.7. DATENAUFBEREITUNG	38
4.8. DATENANALYSE	39
<b>5. ERGEBNISSE</b>	<b>42</b>
5.1. INTERPRETATION DER DIAGRAMME	43
5.2. ERGEBNISSE DER SPRACHLICH-AUDITIVEN UND VISUELL-RÄUMLICHEN SUBTESTS	44
5.2.1. SPRACHLICH-AUDITIVE SUBTESTS (GESAMT)	44
5.2.2. VISUELL-RÄUMLICHE SUBTESTS (GESAMT)	45
5.2.3. SUBTESTVERGLEICH	46
5.3. ERGEBNISSE DES WAFs	50
5.3.1. GRUPPENERGEBNISSE (FOKUSSIERT VS. SELEKTIV)	50
5.3.2. GRUPPENERGEBNISSE (AUDITIV VS. VISUELL)	51
<b>6. DISKUSSION</b>	<b>53</b>
6.1. INTERPRETATION DER ERGEBNISSE	54
6.1.1. ERGEBNISSE DER SPRACHLICH-AUDITIVEN UND VISUELL-RÄUMLICHEN SUBTESTS	54
6.1.1.1. Exemplarische Darstellung des Einzelleistungsvergleiches C.K./ K.U.	57
6.1.2. ERGEBNISSE DES WAFs	61
6.2. BEANTWORTUNG DER FRAGESTELLUNG	64
6.3. METHODOLOGISCHE EINSCHRÄNKUNGEN	68
6.4. VORSCHLÄGE FÜR WEITERFÜHRENDE UNTERSUCHUNGEN	70
6.5. RELEVANZ DER STUDIE	71
6.6. FAZIT	72

**Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Arbeitsgedächtnismodell Baddeley, 2000	8
Abbildung 2: Modell van Zomeren& Brouwer, 1994	11

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Grad des Hörverlustes (nach: Van der Wilk, 2000)	6
Tabelle 2: PICO-Fragestellung	19
Tabelle 3: Untersuchungsvariablen	21
Tabelle 4: Ein- und Ausschlusskriterien	22
Tabelle 5: Zusammenfassung der Ergebnisse der sprachlich-auditiven und visuell-räumlichen Subtests und ihre Signifikanz	45
Tabelle 6: Zusammenfassung der Ergebnisse des ZN_V mit BTT_V und ihre Signifikanz	48
Tabelle 7: Zusammenfassung der Ergebnisse des ZN_R mit BTT_R und ihre Signifikanz	48
Tabelle 8: Zusammenfassung der Ergebnisse des VLMT_IR mit RCFT_IR und ihre Signifikanz	49
Tabelle 9: Zusammenfassung der Ergebnisse des VLMT_DR mit RCFT_DR und ihre Signifikanz	49
Tabelle 10: Zusammenfassung der Ergebnisse des VLMT_R und RCFT_R und ihre Signifikanz	49
Tabelle 11: Zusammenfassung der Ergebnisse des WAFs fokussiert mit WAFs selektiv und ihre Signifikanz	52
Tabelle 12: Zusammenfassung der Ergebnisse des WAFs auditiv mit WAFs visuell und ihre Signifikanz	52
Tabelle 13: Interpretation der Hauptergebnisse im Subtestvergleich	56
Tabelle 14: Interpretation der Hauptergebnisse im Einzelleistungsvergleich	56
Tabelle 15: Interpretation der Hauptergebnisse des WAFs fokussiert und WAFs selektiv im Einzelleistungsvergleich	61
Tabelle 16: Interpretation der Hauptergebnisse des WAFs auditiv und WAFs visuell im Einzelleistungsvergleich	63

**Diagrammverzeichnis**

Diagramm 1: Vergleich der sprachlich-auditiven Subtests (gesamt)	44
Diagramm 2: Vergleich der visuell-räumlichen Subtests (gesamt)	45
Diagramm 3: Vergleich ZN_V mit BTT_V	46
Diagramm 4: Vergleich ZN_R mit BTT_R	46
Diagramm 5: Vergleich VLMT_IR mit RCFT_IR	47
Diagramm 6: Vergleich VLMT_DR mit RCFT_DR	47
Diagramm 7: Vergleich VLMT_R mit RCFT_R	48
Diagramm 8: Vergleich WAF fokussiert gesamt mit WAF selektiv gesamt	50
Diagramm 9: Vergleich WAF auditiv gesamt mit WAF visuell gesamt	51

## 1. Einleitung

„Schwerhörige sind Wanderer zwischen zwei Welten. Auf der einen Seite gehören sie nicht zu den Gehörlosen, die zum Teil eine eigene Welt aufgebaut haben, zum anderen gehören sie aber auch nicht mehr zu der Welt der gut Hörenden“.

(Eschler, Jahr unbekannt)

In Deutschland leiden 13,3 Millionen Menschen unter Schwerhörigkeit, auch *Hypakusis* genannt (Studie von Dr. Sohn, 1999-2005). Unter Schwerhörigkeit wird eine verminderte Wahrnehmung akustischer Reize verstanden (Fengler, 1990), deren Ausprägung individuell unterschiedlich ist und auf verschiedenen Ursachen basieren kann.

Hörstörungen haben viele verschiedene Auswirkungen auf das tägliche Leben und die jeweilige Lebenssituation. So leiden die Betroffenen häufig unter sozialen und/oder psychischen Problemen. Diese können sich, abhängig vom Schweregrad, individuell sehr unterschiedlich äußern. Schwerhörige Personen, nachfolgend auch „Personen mit eingeschränktem Hörvermögen“ genannt, erfahren häufig Probleme in sozial-kommunikativen Situationen. Diese zeigen sich vor allem dann, wenn mehrere Personen an einem Gespräch beteiligt sind, oder wenn störende Hintergrundgeräusche ein Gespräch beeinflussen. Die Personen mit Hörminderung sind, unter anderem, durch ständige Sprecherwechsel und durch den sich möglicherweise schnell ändernden Gesprächsinhalt nicht in der Lage, alle Einzelheiten vollständig aufzunehmen. Dies hat zur Folge, dass sich die schwerhörigen Gesprächsteilnehmer mehr konzentrieren müssen und dadurch schneller ermüden. Von Seiten der Umgebung wird zudem oft mit Unverständnis reagiert. Es können Vorurteile entstehen, wenn schwerhörige Personen innerhalb eines Gespräches mit Fremden unerwartete Reaktionen zeigen, die aufgrund falsch verstandener Aussagen des Gegenübers ungewollt zu Missverständnissen führen. Dies kann bewirken, dass diese Personen zunehmend in soziale Isolation geraten und Mühe haben, neue Bekanntschaften zu schließen (Gatehouse & Akeroyd, 2006; Noble, 2006). Die Einschränkungen, die schwerhörige Personen durch Ihren Hörverlust erfahren, sind, je nach Person und Lebensumständen, sehr vielfältig und weit reichend.

Ein interessanter Aspekt, der sicher zu den weniger offensichtlichen Einschränkungen im Rahmen der Schwerhörigkeit gezählt werden kann, hat mit bestimmten Prozessen des Gedächtnisses zu tun. In verschiedenen Studien zu diesem Thema wurde bei schwerhörigen Personen häufig eine verminderte Speicherfähigkeit des Arbeitsgedächtnisses festgestellt (Dalton et al., 2009; Shinn-Cunningham et al., 2008; Bavelier et al., 2007; McNab et al.,

2007; Zekveld et al., 2007; McCoy et al., 2005; Wingfield et al., 2005; Boutla et al., 2004; Hanley et al., 2003; Andersson, 2002). Dieser Zusammenhang wurde erstmals im Jahr 1917 von Pinter und Patterson entdeckt (Marschark & Mayer, 1998).

Weitere Recherchen der Untersucher zu diesem Thema ergaben jedoch widersprüchliche Ergebnisse. So konnte auch häufig kein, bzw. nur ein geringer, Einfluss der Variable „Hörvermögen“ auf die Variable „Prozesse des Arbeitsgedächtnisses“ beobachtet werden (McCoy et al., 2009; Zekveld et al., 2007; Humes et al., 2005; Lyxell et al., 2003; Tesch-Römer, 2001). In anderen Studien wurde herausgefunden, dass dieser Zusammenhang nur unter bestimmten Bedingungen auftritt, wie z.B. im Rahmen altersbedingten Auffälligkeiten (De Maddalena, 2006; Schneider et al., 2005).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass im Laufe der Jahre verschiedenste Untersucher zu der Erforschung des Zusammenhangs beitrugen. In diesen Studien wurden unterschiedliche Modelle und Untersuchungsmethoden verwendet, die dem jeweils aktuellen Forschungsstand entsprachen. Dadurch ergab sich das Problem, dass die Untersuchungsergebnisse nicht immer eindeutig miteinander verglichen werden konnten und, möglicherweise auch dadurch, zu widersprüchlichen Ergebnissen führten. Durch die sich ständig weiterentwickelnde Forschung auf dem Gebiet der Neuropsychologie können außerdem frühere Untersuchungsergebnisse heutzutage anders interpretiert werden, und führen somit zu anderen Erkenntnissen. Dies trägt unter anderem dazu bei, dass weiterhin Unklarheiten über den Zusammenhang der beiden Variablen „Hörvermögen“ und „Prozesse des Arbeitsgedächtnisses“ bestehen. Im Laufe der Literaturrecherche zu diesem Zusammenhang konnten die Untersucher aus diesen Gründen keine eindeutige Bilanz ziehen. Die Intention der vorliegenden Studie zielt deshalb darauf ab, unter Berücksichtigung bestehender wissenschaftlicher Erkenntnisse, einen weiteren Beitrag zu der Klärung des Zusammenhangs zu leisten.

Es ergibt sich die folgende Fragestellung für die vorliegende Studie:

*Hat ein eingeschränktes Hörvermögen bei postlingual schwerhörigen Erwachsenen im Alter zwischen 20 und 40 Jahren einen Einfluss auf Prozesse des Arbeitsgedächtnisses und wenn ja, wie äußert sich dieser Einfluss?*

Zur Klärung dieser Fragestellung wird eine neuropsychologische Testreihe, bestehend aus fünf Tests, bei einer Probandengruppe und einer Kontrollgruppe abgenommen. Die

Testergebnisse der beiden Gruppen werden miteinander verglichen, um einen möglichen Leistungsunterschied in den Prozessen des Arbeitsgedächtnisses feststellen zu können und im Anschluss daran, die zuvor aufgestellten Hypothesen bestätigen bzw. verwerfen zu können. Mit den Untersuchungsergebnissen erhoffen sich die Untersucher mehr Kenntnis über das Störungsbild Schwerhörigkeit und die weit reichenden Folgen in Bezug auf kognitive Fähigkeiten zu erlangen. In Bezug auf das Fachgebiet der Logopädie, sind diese Erkenntnisse von elementarer Bedeutung, da auch innerhalb einer logopädischen Behandlung die Schwerhörigkeit und ihre Auswirkungen besondere Beachtung finden müssen.

Aus früheren Untersuchungen geht hervor, dass nicht nur die Kurzzeitspeicherung des Arbeitsgedächtnisses durch Höreinschränkungen beeinträchtigt sein kann, sondern als direkte Folge auch die Langzeitspeicherung und der Langzeitabruf von Informationen (McCoy et al., 2005; Pichora-Fuller et al., 1995). Dies ist unter anderem für den Erfolg einer logopädischen Behandlung von großer Wichtigkeit, da mitgeteilte Informationen innerhalb der Therapie möglicherweise nicht, oder nur unvollständig, behalten werden können. Ob Informationen, die aufgrund des Hörverlustes bereits nicht vollständig wahrgenommen werden konnten, durch den Einsatz kognitiver Leistungen dennoch vollständig verstanden werden können, hängt wiederum von den Leistungen des Arbeitsgedächtnisses ab (Lyxell et al., 2003). Um den Hörverlust auszugleichen wird unter anderem eine Kompensationsstrategie angewandt, bei der der semantische Kontext der jeweiligen Situation bei der Aufnahme der Information miteinbezogen wird, um unvollständige Informationen sinnvoll zu ergänzen (Lauer, 1999). So können schwerhörige Personen ihre Erinnerungsleistung durch kontextuelle, syntaktische und semantische Verknüpfung deutlich verbessern (De Maddalena, 2006). Ein eventuell in seiner Leistungsfähigkeit eingeschränktes Arbeitsgedächtnis erschwert jedoch den erfolgreichen Einsatz dieser Kompensationsstrategie.

Es wird deutlich, dass Kenntnisse über einen möglichen Zusammenhang zwischen einem eingeschränkten Hörvermögen und Prozessen des Arbeitsgedächtnisses sowohl im Interesse des Patienten und seiner Umgebung liegen, als auch innerhalb der logopädischen Arbeit mit dieser Personengruppe eine maßgebende Rolle spielen. Die Therapeuten können sich auf die besondere Situation einstellen und entsprechende Maßnahmen für eine erfolgreiche Zusammenarbeit treffen.

Von Patienten mittleren Alters werden, im Gegensatz zu älteren Patienten, zudem im Vorfeld keine Einschränkungen im Bereich des Arbeitsgedächtnisses erwartet und daher auch nicht

von vornherein durch langsamere und wiederholte Erklärungen und Anweisungen innerhalb der Therapie berücksichtigt. Auch für andere Berufsgruppen sind die Ergebnisse dieser Studie von Interesse. Für Psychologen sind beispielsweise die Auswirkungen einer Schwerhörigkeit auf kognitive Bereiche von großer Bedeutung. Sind sich diese über die Auswirkungen der Schwerhörigkeit auf das Arbeitsgedächtnis nicht bewusst, können Untersuchungsergebnisse (z.B. ein verbaler Intelligenztest) ein falsches Bild über die realen Fähigkeiten eines Patienten liefern. Im Laufe der Zeit können, bedingt durch die langjährige Schwerhörigkeit, auch tatsächliche Intelligenzminderungen auftreten (Lehrl et al., 2003). Die Ursache ist darin zu finden, dass Schwerhörigkeit zu einer dauerhaften Unterstimulation des Gehirns führen kann und somit einen tatsächlichen Abbau der kognitiven Leistungsfähigkeit nach sich zieht (Tesch-Römer, 2001).

Die Ergebnisse der Studie sollen zudem dazu beitragen, den Betroffenen einen besseren Einblick in das Störungsbild „Schwerhörigkeit“ zu bieten, um so gemeinsam mit dem Umfeld Strategien für eine verbesserte Kommunikation entwickeln zu können. So müssen die Betroffenen selber mit der Zeit Mittel und Wege finden, um sich in der sprachlichen Welt zurechtzufinden und verständigen zu können.

## **2. Theoretischer Hintergrund**

Zur Einführung in die Theorie der vorliegenden Studie werden zunächst die beiden Hauptthemen „Schwerhörigkeit“ und „Gedächtnis“ separat beschrieben. Da der Aspekt der „Aufmerksamkeit“ ebenfalls eine maßgebende Rolle spielt, wird auch diesem Aspekt in einem gesonderten Kapitel Beachtung geschenkt. Anschließend wird der Zusammenhang zwischen den beiden Themen „Schwerhörigkeit“ und „Arbeitsgedächtnis“ erläutert und es erfolgt ein Einblick in bereits bestehende Forschungsergebnisse.

### 2.1. Schwerhörigkeit

Schwerhörigkeit ist ein weit verbreitetes Phänomen. Man geht davon aus, dass mindestens jeder 10. Patient, der in Deutschland eine ärztliche Praxis oder Klinik aufsucht, unter Schwerhörigkeit leidet (Faust, Jahr unbekannt).

In dieser Arbeit wird folgende Definition in Bezug auf den Begriff „Schwerhörigkeit“ verwendet:

„Man spricht von Schwerhörigkeit, wenn die Wahrnehmung akustischer Reize erheblich gestört ist. Das Hören ist [in der] Umgangssprache zwar beeinträchtigt, es bleibt aber prinzipiell möglich Sprache aufzufassen und seine eigene Sprechweise zu kontrollieren. Die Schwerhörigkeit kann nach verschiedenen Parametern eingeteilt werden: nach dem Grad, den Ursachen und der Art der Schwerhörigkeit“  
(Fengler, 1990).

Der Grad der Schwerhörigkeit, der mit Hilfe verschiedener audiologischer Untersuchungen ermittelt werden kann, ist entscheidend für das Ausmaß der Beeinträchtigung.

In der folgenden Tabelle wird der durchschnittliche Hörverlust bei 500, 1000 und 2000Hz (Fletcher Index) in dB und seine Auswirkungen auf die Kommunikation angegeben.

0 bis 15 dB	Normales Gehör
15 bis 25 dB	Sehr leichter Hörverlust. Leise Sprache wird nicht immer verstanden. In lauter Umgebung fällt das Folgen von Konversationen mitunter schwer.
25 bis 40dB	Leichter Hörverlust. Unterhaltungen werden bei größerem Abstand der Gesprächspartner nicht immer verstanden. Die Lautstärke des Fernsehers muss erhöht werden. Unterhaltungen in lauter Umgebung können nur unter erhöhter Aufmerksamkeit geführt werden.
40 bis 70 dB	Mittlerer Hörverlust. Um Gesprächen gut folgen zu können, muss der Gesprächspartner lauter sprechen und sich in unmittelbarer Nähe zum Gesprächspartner befinden. Die Lautstärke des Fernsehers muss stark erhöht werden, so dass andere Personen, die sich in dem Raum befinden, dies als erhebliche Störung empfinden. Das Verstehen in lauter Umgebung ist problematisch.
70 bis 90 dB	Starker Hörverlust. Konversationen sind selbst bei geringem Abstand zwischen den beiden Gesprächspartnern nur noch möglich, wenn der Gesprächspartner sehr laut spricht. Gespräche in lauter Umgebung sind unmöglich. Die Türklingel und das Telefon werden oft überhört.
ab 90 dB	Sehr starker Hörverlust. Es werden nur noch extrem laute Geräusche wahrgenommen. Konversationen können nicht mehr geführt werden, da (normale) Sprache nicht mehr gehört wird.

**Tabelle 1: Grad des Hörverlustes (nach: Van der Wilk, 2000)**

Schwerhörigkeit hat zahlreiche Ursachen. Sie kann z.B. erblich bedingt, organisch bedingt oder auch durch Infektionen und durch lang anhaltende Lärmeinwirkung verursacht werden.

Es werden verschiedene Arten von Schwerhörigkeit unterschieden, wobei sowohl der Entstehungszeitpunkt, als auch die Lokalisation der Hörschädigung eine Rolle spielen.

Bei Schwerhörigkeit, die vor Beginn des Spracherwerbs auftritt, spricht man von *prälingualer* Schwerhörigkeit. *Perilinguale* Schwerhörigkeit bezieht sich auf den Entstehungszeitpunkt während der Spracherwerbsphase. Schwerhörigkeit, die nach Vollendung des Spracherwerbs auftritt, bezeichnet man als *postlinguale* Schwerhörigkeit (Böhme, 2003).

In Bezug auf die Lokalisation unterscheidet man vier Formen der Schwerhörigkeit: *Schallleitungsschwerhörigkeit*, *Schallempfindungsschwerhörigkeit*, *gemischte Schwerhörigkeit* und *retrocochleäre Schwerhörigkeit*.

Da diese Studie den Zusammenhang zwischen Schwerhörigkeit und Gedächtnis untersucht, wird im folgenden Kapitel das Thema „Gedächtnis“ näher erläutert.

## 2.2. Gedächtnis

Im Allgemeinen unterscheidet man zwischen dem Ultrakurzzeitgedächtnis, dem Kurzzeitgedächtnis (Arbeitsgedächtnis) und dem Langzeitgedächtnis (Van Cranenburgh, 1999). In dieser Studie wird nur auf das Arbeitsgedächtnis (*working memory*) eingegangen. Dies ist ein komplexes und in seiner Kapazität eingeschränktes System (Bavelier et al., 2007; Baddeley, 1996), das für die vorübergehende Speicherung und Verarbeitung von Informationen verantwortlich ist (Schuri, 2000).

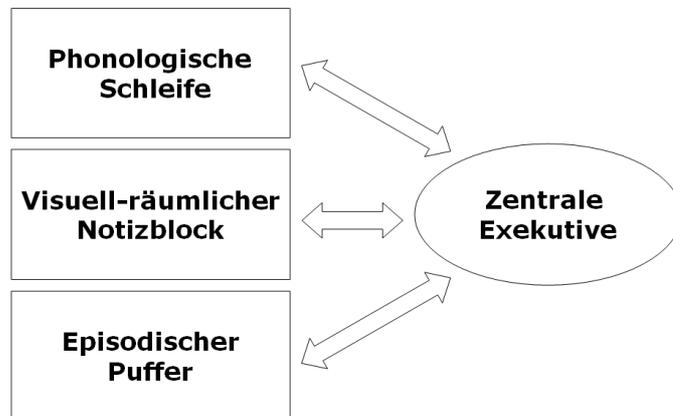
Es gibt viele verschiedene Modelle, die die unterschiedlichen Segmente des Gedächtnisses darstellen. In der vorliegenden Studie wird das Arbeitsgedächtnismodell von Alan D. Baddeley und Graham J. Hitch (1974, überarbeitet 2000) verwendet. Dieses Modell differenziert zwischen der Verarbeitung visueller und auditiver Informationen. In dieser Studie trägt das Modell dazu bei, dass die Untersuchungsergebnisse modalitätsspezifisch ausgewertet werden können, sodass der Einfluss des Hörvermögens bezüglich der Modalitäten analysiert werden kann. Das Modell wurde seit seiner Entwicklung bereits in mehreren Studien verwendet und dabei überarbeitet (u.a. Wass, 2008; Boutla, 2004; Hallam, 2004; Hanley, 2003; Baddeley, 2002).

Innerhalb des Modells werden drei verschiedene Prozesse beschrieben, die für die Aufnahme (*encoding*), die Speicherung (*rehearsal*) und den Abruf (*recall*) von Informationen zuständig sind. Es besteht die Vermutung, dass schwerhörige Personen bei der Verarbeitung auditiver Informationen eine größere Anstrengung aufbringen müssen, als bei der Verarbeitung visueller Informationen. Dieser Unterschied könnte sogar soweit gehen, dass die schwerhörigen Personen bei der Verarbeitung visueller Informationen bessere Leistungen zeigen, als Personen ohne ein eingeschränktes Hörvermögen, da sie gelernt haben ihre Defizite im auditiven Bereich durch besonders gute visuelle Fähigkeiten zu kompensieren.

Da in einigen Studien zu den kognitiven Fähigkeiten bei Kindern mit einem CI (*Cochlea Implantat*) eine schlechtere Leistung des Arbeitsgedächtnisses, mit sichtbaren Unterschieden zwischen der auditiven und visuellen Modalität festgestellt wurde (Willstedt-Svensson et al., 2004; Clearly et al., 2001), vermuten die Untersucher, dass dies auch bei schwerhörigen Erwachsenen der Fall sein könnte.

Unter Zuhilfenahme des Arbeitsgedächtnismodells von Baddeley soll in dieser Studie die Richtigkeit dieser Vermutung untersucht werden.

In dem Modell werden vier verschiedene Segmente beschrieben, die *Zentrale Exekutive*, der *Episodische Puffer*, die *Phonologische Schleife* und der *Visuell-räumliche Notizblock*. Die einzelnen Segmente sollen im Folgenden kurz beschrieben werden.



**Abbildung 1: Arbeitsgedächtnismodell Baddeley, 2000**

### *Zentrale Exekutive*

Die zentrale Exekutive koordiniert die einzelnen Subsysteme des Arbeitsgedächtnisses (phonologische Schleife, visuell-räumlicher Notizblock, episodischer Puffer). Sie plant und aktualisiert die Gedächtnisinhalte. Außerdem ist sie verantwortlich für die fokussierte Aufmerksamkeit (vgl. dazu Kapitel 2.3.) und hat die Aufgabe, für diesen Aspekt irrelevante Informationen zu hemmen. In verschiedenen Untersuchungen wurde zudem nachgewiesen, dass sie bei Anforderungen, die eine geteilte Aufmerksamkeitsleistung erfordern, eine wichtige Rolle spielt (Baddeley et al., 2001; Perry et al., 1999; Bourke et al., 1996).

### *Episodischer Puffer*

Der episodische Puffer ist ein multimodales Speichersystem mit eingeschränkter Kapazität und wurde im Jahr 2000 von Baddeley zu seinem ursprünglichen Modell hinzugefügt. Er ist in der Lage sowohl sprachliche als auch nicht-sprachliche auditive und visuelle Informationen in Form von Episoden zu speichern, wodurch z.B. die Gedächtnisspanne von Wörtern deutlich erhöht werden kann. Es ist bewiesen, dass die Spanne des Arbeitsgedächtnisses  $7 \pm 2$  Items für sprachliches Material beträgt (Cowan, 2001). Dies ist abhängig von der Länge und dem Bekanntheitsgrad der Items (Solso, 2005). Durch Einbeziehung von Informationen, die bereits zuvor im Langzeitgedächtnis gespeichert wurden, kann ein Zusammenhang zwischen

den neu zu erlernenden Wörtern und bereits bekannten Informationen hergestellt werden, wodurch die Erinnerungsleistung steigt (Lewis-Peacock, 2008; Postle, 2008, De Maddalena, 2006). Auf diese Weise ist es möglich, sich circa 16 Wörter zu merken (Baddeley, Vallar & Wilson, 1987). Die Spanne für nicht-sprachliches Material beträgt in der Regel 4-5 Items (Cowan, 2001).

### *Phonologische Schleife*

Die phonologische Schleife ist das am ausführlichsten untersuchte Subsystem des Modells von Baddeley. Es handelt sich um ein aktives System, das für die Aufnahme, Verarbeitung und Speicherung verbaler Informationen zuständig ist.

Man kann sie in zwei voneinander abhängige Komponenten unterteilen, den phonologischen Speicher und den artikulatorischen Kontrollprozess. Der phonologische Speicher ist mit der Sprachaufnahme (*encoding*) verbunden und speichert auditiv wahrgenommene sprachliche Informationen im Gegensatz zu visuell wahrgenommenen, sprachlichen Informationen, direkt. Diese eingehenden, auditiv wahrgenommenen, sprachlichen Informationen würden jedoch innerhalb weniger Sekunden verloren gehen, wenn sie nicht durch den artikulatorischen Kontrollprozess aufrechterhalten werden würden. Das Aufrechterhalten der sprachlichen Informationen gelingt durch inneres Sprechen (*rehearsal*). Durch diesen Prozess wird die Information längerfristig gespeichert. Visuell wahrgenommene, sprachliche Informationen gelangen erst durch den Prozess des Verbalisierens in den phonologischen Speicher. Dies ist dadurch begründet, dass visuelle, sprachliche Informationen erst phonologisch kodiert werden müssen (vgl. dazu *Visuell-räumlicher Notizblock*).

Die Informationsspeicherung in der phonologischen Schleife verläuft jedoch nicht unter allen Umständen gleich effektiv. Es gibt verschiedene Effekte, die Einfluss auf die Speicherfähigkeit haben können. Der *Effekt der phonologischen Ähnlichkeit* besagt, dass phonologisch ähnliche Items schlechter gespeichert werden können, als phonologisch unähnliches Material (z.B. Haus-Maus im Vergleich zu Tanne-Schuh).

Die Tatsache, dass kürzere Wörter besser gespeichert werden können als längere Wörter, wird durch den *Wortlängeneffekt* beschrieben. Eine entscheidende Rolle spielt dabei der *Rehearsalprozess*. Da Informationen im phonologischen Speicher lediglich für die Dauer von circa zwei Sekunden präsent bleiben, ist es nur möglich die Wörter zu speichern, die in dieser kurzen Zeit durch *rehearsal* aufrechterhalten werden konnten. Dieser Prozess nimmt bei

längeren Wörtern mehr Zeit in Anspruch, sodass weniger lange Wörter als kurze Wörter gespeichert werden können. Längere Wörter werden auch beim *Recallprozess*, dem Aufrufen von Informationen aus dem Gedächtnis, eher vergessen als kürzere Wörter.

Als dritter Effekt wird der *irrelevant speech effect* genannt. Dieser sagt aus, dass die Speicherfähigkeit des Arbeitsgedächtnisses sinkt, wenn während des Lösens einer verbalen Gedächtnisaufgabe (auditiv oder visuell angeboten) als Hintergrundgeräusch irrelevante Sprache zu hören ist. Dies ist bei nicht-sprachlichen Hintergrundgeräuschen nicht der Fall.

Der vierte und letzte Effekt ist der der *artikulatorischen Unterdrückung*. Dieser bezeichnet eine Störung der phonologischen Schleife. Durch die ständige Wiederholung eines irrelevanten Wortes (z.B. „da“, „da“, „da“, „da“, usw.), während des Lernprozesses, wird die *Rehearsalfähigkeit* negativ beeinflusst, was zu einer verminderten Gedächtnisspanne führt. Dabei spielt es keine Rolle, ob das Material, das gespeichert werden soll, auditiv oder visuell angeboten wird.

#### *Visuell-räumlicher Notizblock*

Der visuell-räumliche Notizblock ist für die Aufnahme visueller nonverbaler und räumlicher Eindrücke zuständig. Diese können im Notizblock bearbeitet, gespeichert und abgerufen werden. Es handelt sich dabei ausschließlich um Eindrücke, die nicht verbalisiert werden können. Dies ist beispielsweise bei der Betrachtung einer komplexen Abbildung der Fall, die kurz- oder langfristig im Gedächtnis präsent bleiben soll.

Bei verbalisierbarem Material ist die phonologische Schleife für die Speicherung verantwortlich. Dies ist beispielsweise bei einer visuell dargebotenen Zahl der Fall. Diese Zahl bleibt nicht in visueller Form im Gedächtnis erhalten, sondern als Wort in phonologischer Form (z.B. „7“ → /Sieben/). Durch das automatische Verbalisieren gelangt diese Art der Information in den phonologischen Speicher und wird dort mittels *rehearsal* abgespeichert.

Es wird deutlich, dass die Informationsverarbeitung innerhalb des Arbeitsgedächtnisses sehr komplex ist und viele Prozesse und Subsysteme eine Rolle spielen.

### 2.3. Aufmerksamkeit

In der bereits in Kapitel 1 beschriebenen Problematik bezüglich des Einflusses von Schwerhörigkeit auf Prozesse des Arbeitsgedächtnisses, gibt es neben dem Hörvermögen noch einen weiteren Aspekt, der in diesem Zusammenhang erwähnt werden muss: die Aufmerksamkeit. Dabei handelt es sich um einen kognitiven Prozess, der eine wichtige Voraussetzung für die Bewältigung alltäglicher Anforderungen darstellt und eng mit den Prozessen des Arbeitsgedächtnisses verbunden ist. Aufmerksamkeit und Arbeitsgedächtnis stehen dabei in einer permanenten Wechselwirkung.

Unter Aufmerksamkeit versteht man auch

„die Konzentration der mentalen Anstrengung auf sensorische oder mentale Ereignisse.“ (Solso, 2005, S.79)

Des Weiteren gilt die Aufmerksamkeit als selektiver Aspekt der Wahrnehmung (Oades et al., 2000). Dies bedeutet, dass nicht alle Reize, die jederzeit auf eine Person einströmen, bewusst wahrgenommen werden. Sie finden erst Beachtung, nachdem relevante Reize durch den Selektionsprozess ausgewählt wurden. Erst dann kann von Aufmerksamkeit gesprochen werden.

Nach dem Modell von van Zomeren & Brouwer (1994) kann man Aufmerksamkeit in drei Dimensionen unterteilen: *Intensität*, *Räumliche Aufmerksamkeit* und *Selektivität*.

Dimension	Bereich
<b>Intensität</b> (alerting and vigilance)	<b>Aufmerksamkeitsaktivierung</b> (Alertness) (intrinsisch, tonisch und phasisch)
	<b>Daueraufmerksamkeit</b>
	<b>Vigilanz</b>
<b>Räumliche Aufmerksamkeit</b> (orienting)	<b>Visuell-räumliche Aufmerksamkeit, Wechsel des Aufmerksamkeitsfokus</b>
<b>Selektivität</b> (executive attention)	<b>Selektive oder fokussierte Aufmerksamkeit</b>
	<b>Geteilte Aufmerksamkeit</b>

**Abbildung 2: Modell van Zomeren& Brouwer, 1994**

In dieser Studie wird nur auf den Selektivitätsaspekt eingegangen. Dieser wird weiter in die Bereiche „fokussierte Aufmerksamkeit“ und „geteilte Aufmerksamkeit“ unterteilt, wobei in diesem Fall nur der „fokussierten Aufmerksamkeit“ Beachtung geschenkt werden soll und die „selektive Aufmerksamkeit“ als davon abgegrenzter eigenständiger Bereich angesehen wird. Diese Aufteilung wurde unter anderem gewählt, da in der Testreihe dieser Studie beide Bereiche getrennt untersucht werden sollen (vgl. dazu Kapitel 4.5).

Die selektive Aufmerksamkeit kann relativ unabhängig von den Einflüssen des Arbeitsgedächtnisses untersucht werden, so dass anhand dessen eine eindeutige Aussage über die reine Aufmerksamkeitsleistung getroffen werden kann (Mirsky et al., 1991). Bei allen anderen Aufmerksamkeitsaspekten wird immer auch das Arbeitsgedächtnis miteinbezogen, wodurch es schwierig wird die reine Aufmerksamkeitsleistung zu untersuchen.

Bei Aufgaben zur selektiven Aufmerksamkeit geht es darum, zwischen wichtigen und unwichtigen Reizen zu unterscheiden und die unwichtigen Reize aktiv zu unterdrücken. Dies ist notwendig, um eine Überlastung des Aufmerksamkeitssystems durch ständig einströmende Informationen zu vermeiden (van Zomeren, et al. 1994). Die Fähigkeit zur Reizunterdrückung kann in verschiedenen Modalitäten (auditiv und visuell) beobachtet werden.

Bei Aufgaben zur fokussierten Aufmerksamkeit steigen die Anforderungen an die Aufmerksamkeit durch Zufügen von Distraktoren, z.B. Hintergrundgeräuschen oder Zufügen weiterer Reize, wodurch Prozesse des Arbeitsgedächtnisses aktiviert werden. Aufgaben, die aufgrund der zusätzlichen Störfaktoren eine fokussierte Aufmerksamkeitsleistung erfordern, sind daher im Vergleich zu Aufgaben zur selektiven Aufmerksamkeit, generell schwieriger zu bewältigen. Auch die Fähigkeit, die Aufmerksamkeit zu fokussieren, kann in den beiden Modalitäten, auditiv und visuell, beobachtet werden.

Die Untersucher gehen davon aus, dass bei einem direkten Vergleich der Leistungen in beiden Aufmerksamkeitsbereichen (selektiv und fokussiert), sowohl normal hörende als auch schwerhörige Personen in den selektiven Aufgaben bessere Leistungen erzielen als bei den Aufgaben zur fokussierten Aufmerksamkeit, da diese vermutlich leichter zu bewältigen sind. Allerdings wird vermutet, dass der Leistungsunterschied zwischen den beiden Aufmerksamkeitsbereichen bei der zweitgenannten Gruppe größer sein wird, da die Aufgaben zur fokussierten Aufmerksamkeit von dieser Gruppe deutlich schlechter bewältigt werden können.

Shinn-Cunningham et al. fanden bereits im Jahr 2008 heraus, dass bei Personen mit einem eingeschränkten Hörvermögen die Prozesse der fokussierten Aufmerksamkeit durch eine verminderte, periphere Verarbeitung langsamer verlaufen, als bei normal hörenden Personen. Dadurch entgeht ihnen ein großer Teil sprachlicher Informationen im Laufe eines Gesprächs, da wichtige Reize nur schwer von unwichtigen Reizen selektiert werden können. Der Zuhörer muss sich eher auf die perzeptuelle Wahrnehmung des Gehörten konzentrieren, wodurch sich der Prozess der fokussierten Aufmerksamkeit verlangsamt.

Die größeren Leistungsunterschiede zwischen der selektiven und der fokussierten Aufmerksamkeit könnten mit einer deutlicher verminderten Reaktionsgeschwindigkeit, einer erhöhten Fehlerrate, sowie einer erhöhten Anforderung an die Aufmerksamkeit (erhöhter *memory load*) aufgrund der Schwerhörigkeit erklärt werden. Unter *memory load* wird das Maß der Anforderung, die das Arbeitsgedächtnis bewältigen muss, verstanden. Je höher die Anforderungen sind, desto größer ist das *memory load*.

Eine weitere Erklärung für das beschriebene Phänomen wäre, dass sich Personen mit einem eingeschränkten Hörvermögen bei Aufgaben zur fokussierten Aufmerksamkeit leichter von Distraktoren ablenken lassen, da es ihnen schwer fällt, ausschließlich relevante Reize zu beachten (Lavie, 2005). Sie haben Probleme, Reize außerhalb des Aufmerksamkeitsfokusses (z.B. Hintergrundgeräusche) zu unterdrücken (Desimone & Duncan, 1995), um sich besser auf die relevanten Reize zu konzentrieren.

Des Weiteren erwarten die Untersucher, dass die schwerhörigen Teilnehmer innerhalb beider Aufmerksamkeitsbereiche (fokussiert und selektiv) in der auditiven Modalität niedrigere Leistungen als bei Aufgaben in der visuellen Modalität zeigen. Außerdem werden niedrigere Leistungen im Vergleich zu der Gruppe der normal hörenden Teilnehmer erwartet. Diese Annahme ist mit dem eingeschränkten Hörvermögen der Teilnehmer der Studie zu erklären.

Sollten im Rahmen der vorliegenden Studie bereits auffällig niedrige Leistungen im Bereich der selektiven Aufmerksamkeit festgestellt werden, wäre dies ein Zeichen für ein generelles Aufmerksamkeitsdefizit in einer oder beiden Modalitäten. Dies müsste in jedem Fall bei der späteren Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden. Das Aufmerksamkeitssystem ist, wie bereits beschrieben, eng mit den Prozessen des Arbeitsgedächtnisses verbunden und beeinflusst daher die Ergebnisse der Gedächtnistests.

#### 2.4. Zusammenhang zwischen eingeschränktem Hörvermögen und Prozessen des Arbeitsgedächtnisses

Seit über 90 Jahren werden wissenschaftliche Studien zum Einfluss von Hörproblemen auf das Arbeitsgedächtnis durchgeführt. Dabei wurden sowohl Kinder, als auch Erwachsene unterschiedlichen Alters untersucht.

Aus zahlreichen Studien (Dalton et al., 2009; Shinn-Cunningham et al., 2008; Bavelier et al., 2007; McNab et al., 2007; McCoy et al., 2005; Wingfield et al., 2005; Boutla et al., 2004; Hanley et al., 2003; Andersson, 2002) geht hervor, dass Menschen mit den unterschiedlichsten Hörproblemen Einschränkungen im Bereich des Gedächtnisses erfahren. Andere Studien widerlegen jedoch diese Ergebnisse (McCoy et al., 2009; Zekveld et al., 2007; Humes et al., 2005; Lyxell et al., 2003; Tesch-Römer, 2001).

Der Zusammenhang zwischen „Schwerhörigkeit“ und „Prozessen des Arbeitsgedächtnisses“ konnte verstärkt bei der Personengruppe der über fünfzigjährigen beobachtet werden. Aus diesem Grund werden zunächst die Studienergebnisse von Personen ab dem 50. Lebensjahr zusammengefasst, um einen Einblick in die bereits bestehenden Forschungsergebnisse zu erlangen. Um das Bild zu vervollständigen wird im Anschluss kurz auf die Forschungsergebnisse bei Kindern eingegangen, bevor der Altersgruppe Beachtung geschenkt wird, auf die das Augenmerk der vorliegenden Studie gerichtet ist.

##### *Schwerhörigkeit und kognitive Einschränkungen bei Erwachsenen ab dem 50. Lebensjahr*

Im Laufe des Älterwerdens treten zunehmend körperliche und geistige Einschränkungen auf. Diese Probleme können sich in verschiedenen Ebenen äußern und je nach Person unterschiedlich stark ausgeprägt sein. Eine weit verbreitete Einschränkung liegt im Bereich des Hörvermögens. Probleme in diesem Bereich können bereits ab einem Alter von circa 50 Jahren auftreten und Vorboten einer beginnenden Altersschwerhörigkeit (*Presbyakusis*) sein. Je nach Grad des Hörverlustes kann im Laufe der Zeit ein Hörgerät erforderlich sein, um die täglichen kommunikativen Anforderungen bewältigen zu können.

Aus verschiedenen Studien geht hervor, dass auch ältere normal hörende Personen generell verstärkt Schwierigkeiten erfahren, Sprache unter Anwesenheit weiterer Hintergrundgeräusche zu verstehen, wie es in kommunikativen Situationen der Fall ist (Rajan & Cainer, 2008; Frisina & Frisina, 1997; Dubno et al., 1984; Plomp & Mimpen, 1979).

Das Alter hat außerdem einen negativen Einfluss auf eine Reihe kognitiver Fähigkeiten (Salthouse, 1985). Unter kognitiven Fähigkeiten versteht man z.B. die Aufmerksamkeit, die Erinnerung, das Lernen, das Planen und die Orientierung. Mit Einbußen der Konzentration, der Gedächtnisleistung und Einschränkungen im Bereich der Sprachverarbeitung ist im höheren Lebensalter zu rechnen. Dies ist unter anderem durch eine verringerte, neuronale Verarbeitungsgeschwindigkeit, eine reduzierte Kapazität des Arbeitsgedächtnisses und eine eingeschränkte Fähigkeit irrelevante Informationen zu unterdrücken bedingt (De Maddalena, 2006; Wingfield et al., 2005; Tun, 1998; Sommers, 1996; Pichora-Fuller et al., 1995).

Wenn diese kognitiven Fähigkeiten eingeschränkt sind, hat dies, ähnlich wie ein eingeschränktes Hörvermögen, weit reichende Auswirkungen auf das tägliche Leben. Ein Nachlassen der kognitiven Fähigkeiten, wie z.B. reduzierte Aufmerksamkeit, kann in Kombination mit einem eingeschränkten Hörvermögen zu erheblichen Problemen des Sprachverständnisses führen (Weinstein, 2000; Committee on Hearing and Bioacoustics and Biomechanics, 1988). Wie sich die beiden Aspekte gegenseitig beeinflussen, wird zahlreichen Studien deutlich. Einige Wissenschaftler gehen davon aus, dass die altersbedingten Einschränkungen des Sprachverständnisses primär auf das eingeschränkte Hörvermögen zurückzuführen sind und kognitive Probleme einen zusätzlichen Einfluss darauf haben (Humes, 2002; Divenyi et al., 1997; Humes et al., 1994; van Rooij & Plomp, 1990, 1992; van Rooij, Plomp & Orlebeke, 1989). In einer Studie von McCoy et al. aus dem Jahr 2005 wird hingegen nur das eingeschränkte Hörvermögen für das geringe Sprachverständnis verantwortlich gemacht. Dieser Effekt konnte in der genannten Studie bei Personen zwischen 66 und 81 Jahren mit einem mittleren Hörverlust von 50dB festgestellt werden. Die schwerhörigen Teilnehmer der Studie mussten mehr Anstrengung aufbringen, um auditiv angebotene Wörter verstehen zu können als die normal hörenden Teilnehmer. Aufgrund des mittleren Hörverlustes lag der Schwerpunkt der Konzentration mehr im Bereich der perzeptuellen Wahrnehmung der angebotenen Wörter, wodurch weniger Ressourcen für das *encoding* und das *rehearsal* der Wörter im Arbeitsgedächtnis zur Verfügung standen. Unter „Ressourcen“ versteht man, im Sinne von Kahneman (1973), ein begrenztes Reservoir an Aufmerksamkeitsressourcen, das für Aufgaben bzw. mentale Vorgänge bereitsteht, in diesem Fall für die Wahrnehmung von Wörtern. Je schwieriger eine bestimmte Aufgabe ist (z.B. korrektes Verständnis trotz eingeschränkten Hörvermögens), bzw. je mehr Ressourcen gefordert werden, desto weniger stehen diese anderen Vorgängen zur Verfügung, in diesem

Fall für *encoding* und *rehearsal*. (Humes et al., 2005; Craik & Byrd, 1982). Diese Tatsache konnte auch in einer Studie von Maddalena im Jahr 2006 bestätigt werden. Die Fähigkeit, sensorische Beeinträchtigung wie das eingeschränkte Hörvermögen zu kompensieren,

[...] „geht jedoch zu Lasten von attentiven und mnestischen Ressourcen, die andernfalls für „Downstream“-Verarbeitungsprozesse wie z.B. die Kodierung der sprachlichen Inhalte im Gedächtnis zur Verfügung stehen.“(De Maddalena, 2006, S.3)

Diese Erklärung geht auf die *effortfulness hypothesis* zurück. Dieser Begriff wurde erstmals 1968 von Rabbitt verwendet und von McCoy et al., im Jahr 2005, im Rahmen der zuvor beschriebenen Studie aufgegriffen. Einen Beweis für die *effortfulness hypothesis* liefern zusätzlich auch Tests, bei denen zeitgleich zwei unterschiedliche Aufgaben ausgeführt werden müssen (duale Testbedingungen; Suprenant, 2007, 1999). Auch hier werden die Testergebnisse durch die begrenzten Aufmerksamkeitsressourcen beeinflusst.

#### *Schwerhörigkeit und kognitive Einschränkungen bei Kindern*

Auch bei Kindern wurden einige Beweise für den Zusammenhang der beiden Variablen, „Hörvermögen“ und „Prozesse des Arbeitsgedächtnisses“, gefunden.

In der im folgenden beschriebenen Studie von Wass et al. aus dem Jahr 2008 wurden Kinder im Alter von 5;7-13;4 Jahren untersucht, die zu dem Zeitpunkt bereits seit mindestens 3 Jahren *monaural* oder *binaural* CI-Träger waren, und überwiegend verbal kommunizierten. Das mittlere Sprachverständnis lag bei diesen Kindern bei 78%. Das Ziel der Studie war, alle Aspekte des Arbeitsgedächtnisses, des lexikalischen Zugangs zum Langzeitgedächtnis und die phonologischen Fähigkeiten der Kinder zu untersuchen. Die Ergebnisse der Studie zeigten, im Vergleich der Kinder mit CI zu einer normal hörenden Kontrollgruppe, bei allen Messungen, außer den visuell-räumlichen, eine schwächere Leistung der Probanden. Diese Testwerte bestätigten damit die Ergebnisse der beiden früheren Studien von Colin, Gathercole & Adams, 2005 und von Just & Carpenter, 1992. Die aktuelle Studie ergab, dass die Kinder aufgrund ihres eingeschränkten Hörvermögens reduzierte Fähigkeiten der phonologischen Schleife aufwiesen, die sich in den niedrigen Testleistungen bemerkbar machten. Dies könnte mit verminderten *Rehearsalfähigkeiten* erklärt werden.

Diese verminderten Fähigkeiten vermuten die Untersucher auch bei schwerhörigen Erwachsenen zu finden.

### *Schwerhörigkeit und kognitive Einschränkungen bei Erwachsenen mittleren Alters zwischen ca. 20 und 40 Jahren*

Im Folgenden werden nun einige wissenschaftliche Erkenntnisse bei der bisher weniger umfangreich untersuchten Personengruppe im mittleren Erwachsenenalter beschrieben, die sich auf den Zusammenhang von erworbener Schwerhörigkeit und kognitiven Einschränkungen beziehen. Die Ergebnisse der Literaturrecherche für diese Personengruppe sind für die vorliegende Studie von großer Bedeutung da sich die zu untersuchende Population in diesem Alter befindet.

Andersson & Lyxell beschrieben 1999, dass erworbene Hörschädigungen bei Personen mittleren Alters mit einer reduzierten, phonologischen Verarbeitung in Verbindung gebracht werden können, die in der phonologischen Schleife stattfindet. Im weiteren Verlauf der Forschung zu diesem Thema wurde aber auch mehrfach herausgefunden, dass kein Zusammenhang zwischen Hörverlust und der Leistung des Arbeitsgedächtnisses besteht (McCoy et al., 2009; Zekveld et al., 2007; Lyxell et al., 2003).

In einer aktuellen Studie (Tun et al., 2009) konnte hingegen erneut ein Zusammenhang der Faktoren unter dualen Testbedingungen bestätigt werden. Schwerhörige Personen hatten in dieser Studie, im Vergleich zu der normal hörenden Kontrollgruppe, größere Schwierigkeiten gespeicherte Wörter abzurufen (*Recallfähigkeit*). Dies konnte auf das eingeschränkte Hörvermögen der Personen zurückgeführt werden.

Die eingeschränkte Abrufleistung kann jedoch nicht nur unter dualen Testbedingungen und aufgrund einer bestehenden Schwerhörigkeit verringert sein, sondern auch durch andere Faktoren beeinflusst werden, wie z.B. Hintergrundgeräusche. Rabbitt fand dies bereits 1968 heraus, indem er normal hörenden Erwachsenen zweierlei Wörterlisten auditiv anbot. Eine der Listen wurde mit einem Hintergrundgeräusch maskiert, während sich der Proband die Wörter, die zuvor ohne Hintergrundgeräusch zu hören waren, merken musste. Rabbitt fand heraus, dass es den Probanden mit einem normalen Hörvermögen schwer fiel, unter diesen Voraussetzungen die Wörter der ersten Liste zu behalten. Der Grund für die eingeschränkte Abrufleistung war darin zu finden, dass durch die Interferenz, in Form von Hintergrundgeräuschen, nicht genügend Ressourcen für die Aufrechterhaltung der Information (*rehearsal*) in der phonologischen Schleife zur Verfügung standen. Dies entspricht erneut der bereits beschriebenen *effortfulness hypothesis*. Für schwerhörige Personen stellt diese Situation verständlicherweise eine noch größere Herausforderung dar.

Im Gegensatz dazu konnte bei schwerhörigen Personen mittleren Alters keine verminderte Leistung bei visuellen Gedächtnis- und Aufmerksamkeitstests festgestellt werden (Zekveld et al., 2007). Offensichtlich spielen modalitätsgebundene Leistungen in dieser Problematik eine große Rolle. So könnten auditiv basierte Leistungen möglicherweise im direkten Zusammenhang mit einem eingeschränkten Hörvermögen stehen, während bei visuellen Aufgaben keine eingeschränkte Leistung zu erwarten ist.

Zusammenfassend kann man sagen, dass es einige Theorien über den Zusammenhang zwischen Schwerhörigkeit und Gedächtnisproblemen gibt und eine Vielzahl Faktoren zusätzlich Einfluss auf diesen Zusammenhang ausüben können.

### 3. Fragestellung

Die Untersucher stellten aufgrund der durchgeführten Literaturrecherche die folgenden Hypothesen auf, die am Ende der Studie bestätigt bzw. verworfen werden sollten.

#### Hypothesen:

H1: Es besteht ein Unterschied in den Prozessen des Arbeitsgedächtnisses zwischen normal hörenden und schwerhörigen Personen, wobei modalitätsspezifische Leistungsunterschiede festzustellen sind. Diese äußern sich vor allem in einer eingeschränkten Verarbeitung auditiver Informationen bei schwerhörigen Personen.

H0: Es besteht kein Unterschied in den Prozessen des Arbeitsgedächtnisses zwischen den beiden Gruppen und es können keine modalitätsspezifischen Leistungsunterschiede festgestellt werden.

Es ergab sich die folgende Fragestellung, die es in dieser Studie zu beantworten galt:

*Hat ein eingeschränktes Hörvermögen bei postlingual schwerhörigen Erwachsenen im Alter zwischen 20 und 40 Jahren einen Einfluss auf Prozesse des Arbeitsgedächtnisses und wenn ja, wie äußert sich dieser Einfluss?*

Anhand des PICO-Systems kann die Fragestellung folgendermaßen eingeteilt werden:

<b>Patient</b>	Schwerhörige Personen (15-70dB Hörverlust) im Alter von 20-40, Muttersprache Deutsch, nach abgeschlossener Sprachentwicklung erworbener, binauraler Hörverlust
<b>Intervention</b>	-
<b>Comparison</b>	Normal hörende Personen (0-15 dB Hörverlust), im Alter zwischen 20 und 40 Jahren, Muttersprache Deutsch
<b>Outcome</b>	Schwerhörigkeit hat einen Einfluss auf Prozesse des Arbeitsgedächtnisses. Es gibt einen Unterschied zwischen den Speicherprozessen für auditive bzw. visuelle Informationen.

**Tabelle 2: PICO-Fragestellung**

## 4. Methodologie

In diesem Kapitel wird die Methode beschrieben, mit der die vorliegende Studie ausgeführt wurde, um die aufgestellten Hypothesen bestätigen bzw. verwerfen zu können. Hierdurch soll die Beantwortung der zuvor formulierten Fragestellung ermöglicht werden.

### 4.1. Untersuchungsdesign

Für die vorliegende Studie war eine *quantitative, transversale, cross-sectionale, observationale* Untersuchungsform sinnvoll. Aufgrund strenger Einschlusskriterien für die Teilnahme an der Studie und der daraus resultierenden geringen Teilnehmerzahl, handelte es sich um ein *small-n-design*.

Die Teilnehmer der Studie wurden nicht manipuliert, sondern es fand lediglich eine Erforschung möglicher bereits bestehender Probleme statt (*observational*). Für die Untersuchung wurde einmalig eine neuropsychologische standardisierte Testreihe bei einer Probandengruppe, bestehend aus drei schwerhörigen Erwachsenen, und einer Kontrollgruppe, bestehend aus drei normal hörenden Erwachsenen, abgenommen (*cross-sectional, transversal*). Es wurden zwei unabhängige Gruppen gebildet, sodass von einem *between-subject design* gesprochen werden konnte. Die beiden Gruppen wurden nach den Subjektvariablen zusammengestellt (vgl. dazu Tabelle 3). Dadurch konnten, neben den Gruppenergebnissen, auch die Testergebnisse der einzelnen Studienteilnehmer optimal miteinander verglichen werden.

### 4.2. Untersuchungsvariablen

Im Rahmen dieser Studie wurde der mögliche Einfluss der unabhängigen Variable „Hörvermögen“ auf die abhängige Variable „Prozesse des Arbeitsgedächtnisses“ untersucht. Unter die Subjektvariablen fielen das Alter, das Geschlecht der Probanden, der Bildungsgrad und der Grad des Hörvermögens. Das Hörvermögen spielte in diesem Fall eine besondere Rolle, da es sowohl zu den Subjektvariablen zählte, als auch die unabhängige Variable darstellte. Zu den externen Variablen, die Einfluss auf die Untersuchungsergebnisse hätten haben können, zählten nicht vermeidbare ungünstige Umgebungsfaktoren, die Dauer der Schwerhörigkeit, eine mögliche, unzuverlässige Durchführung der Testreihe und eine fehlerhafte Auswertung der Testergebnisse. Um die Durchführung der Testreihe dennoch so zuverlässig wie möglich zu gestalten, wurde dies vorab mehrfach von beiden Untersuchern

trainiert. Während der Testdurchführung kontrollierten sich die Untersucher zudem gegenseitig, um eine fehlerhafte Abnahme zu vermeiden. Ein weiterer, nicht auszuschließender Faktor stellten Erkrankungen dar, die den körperlichen und/oder den kognitiven Zustand beeinflussten, bzw. Substanzen die darauf Einfluss hatten und den Untersuchern möglicherweise verschwiegen wurden. Sie müssen ebenfalls zu den externen Variablen gezählt werden.

Unabhängige Variable	Abhängige Variable	Mögliche Confounders	Subjektvariable
-Hörvermögen	- Prozesse des Arbeitsgedächtnisses	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nicht vermeidbare, ungünstige Umgebungsfaktoren</li> <li>- Dauer der Schwerhörigkeit</li> <li>- mögliche, unzuverlässige Durchführung des Testablaufs</li> <li>- fehlerhafte Auswertung der Testergebnisse</li> <li>- unbekannte Erkrankungen, die den körperlichen/kognitiven Zustand beeinflussen und darauf Einfluss nehmende Substanzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alter</li> <li>- Geschlecht</li> <li>- Bildungsgrad</li> <li>- Hörvermögen</li> </ul>

**Tabelle 3: Untersuchungsvariablen**

#### 4.3. Werbungsprozedur

Um ausreichend Teilnehmer für die Studie zu rekrutieren, wurde mit verschiedenen audiologischen Zentren und Hörakustikern im Raum Aachen/Köln Kontakt aufgenommen, das Projekt vorgestellt und um Mithilfe gebeten. Es wurden Flyer ausgelegt, über die die Kunden der Hörakustiker und die Patienten der audiologischen Zentren Kontakt mit den Untersuchern aufnehmen konnten (vgl. dazu Anhang A).

Nachdem die Untersucher nur wenige Resonanz erhielten, baten die Untersucher die Hörakustiker gezielt Patienten anzusprechen, die den geforderten Einschlusskriterien entsprachen (vgl. dazu Tabelle 4). Zudem wurde eine Anzeige auf einer Schwerhörigenseite im Internet (Deutscher Schwerhörigenbund e.V.) veröffentlicht.

Zuerst wurde für die Teilnehmer der Probandengruppe geworben. Anschließend konnte eine homogene Kontrollgruppe aus dem privaten Umfeld der Untersucher zusammengestellt werden. Dies hatte den Vorteil, dass die Teilnehmer nach Alter, Bildungsgrad und Geschlecht optimal paarweise miteinander gematcht werden konnten. Keiner der geworbenen Teilnehmer wurde zuvor über den genauen Inhalt und die Durchführung der bevorstehenden Tests informiert.

#### 4.4. Untersuchungspopulation

Bei der Zusammenstellung der Probanden- und Kontrollgruppe wurden die folgenden Kriterien berücksichtigt:

##### 4.4.1. Ein- und Ausschlusskriterien

<b>Probandengruppe Teilnehmer mit Hörschädigung</b>	<b>Kontrollgruppe Teilnehmer ohne Hörschädigung</b>
<u>Einschlusskriterien:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alter: zwischen 20 und 40 Jahre</li> <li>- Geschlecht: weiblich/männlich</li> <li>- Muttersprache: Deutsch</li> <li>- Diagnostizierter durchschnittlicher Hörverlust zwischen 15 und 70dB</li> <li>- Beginn der Schwerhörigkeit nach vollständig abgeschlossenem Spracherwerb (6 Jahre)</li> <li>- Binaurale Hörschädigung</li> </ul>	<u>Einschlusskriterien:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alter: zwischen 20 und 40 Jahre</li> <li>- Geschlecht: weiblich/männlich</li> <li>- Muttersprache: Deutsch</li> </ul>
<u>Ausschlusskriterien:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gebrauch von Gebärdensprache</li> <li>- Erkrankungen, die den körperlichen/kognitiven Zustand beeinflussen, bzw. Substanzen die darauf Einfluss nehmen (Medikamente/Psychopharmaka)</li> </ul>	<u>Ausschlusskriterien:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gebrauch von Gebärdensprache</li> <li>- Erkrankungen, die den körperlichen/kognitiven Zustand beeinflussen, bzw. Substanzen die darauf Einfluss nehmen (Medikamente /Psychopharmaka)</li> <li>- Diagnostizierte Einschränkungen im Bereich des Hörens</li> </ul>

**Tabelle 4: Ein- und Ausschlusskriterien**

##### 4.4.2. Probanden- und Kontrollgruppe

Im Folgenden werden die beiden genannten Teilnehmergruppen der Studie ausführlich beschrieben und es wird erläutert, vor welchem Hintergrund die genannten Ein- bzw. Ausschlusskriterien festgelegt wurden.

###### *Gruppe 1: Die Probandengruppe*

Die Probandengruppe setzte sich aus drei weiblichen Teilnehmern im Alter von 23;5, 24;9 und 26;0 Jahren, mit einem durchschnittlichen Alter von 24;8 Jahren, zusammen, die nach abgeschlossener Sprachentwicklung, d.h. nach Beendigung der Differenzierungsphase mit circa sechs Jahren, eine binaurale Hörschädigung erlitten haben. Der durchschnittliche Hörverlust der drei Teilnehmer lag zwischen 27 und 50dB FI, mit einem mittleren Hörverlust von 39,7dB FI. Laut van Wilk, 2000 deutet dieser Wert auf einen leichten Hörverlust hin (vgl. dazu Tabelle 1).

Die Dauer der Schwerhörigkeit der Teilnehmer betrug zwischen 8 und 20 Jahren, mit einer durchschnittlichen Dauer von 13;3 Jahren. Alle drei Teilnehmer wiesen einen vergleichbaren Bildungsgrad auf, da sie alle einen Abschluss der Fachhochschulreife vorweisen konnten.

Auf Nachfrage wurde sowohl der Gebrauch von Gebärdensprache, als auch das Vorhandensein von Krankheiten, die Einfluss auf den kognitiven Zustand hätten haben können, verneint. Nach eigenen Angaben nahm keiner der Probanden beeinflussende Medikamente oder Psychopharmaka. Alle Teilnehmer der Gruppe gaben an, dass ihnen die Tests unbekannt waren. Die Muttersprache aller Teilnehmer war Deutsch.

Die in den Kriterien angegebene Altersspanne wurde gewählt, da die Studie den Einfluss von Schwerhörigkeit auf Prozesse des Arbeitsgedächtnisses bei erwachsenen Personen im mittleren Alter untersuchen wollte. Zudem bezog sich die Auswahl der Tests auf das Erwachsenenalter. Die untere Altersgrenze wurde auf 20 Jahre festgesetzt, da sich das Arbeitsgedächtnis bis zu einem Alter von circa 16 Jahren noch in der Entwicklung befindet (Gathercole, 1999). Die obere Altersgrenze wurde auf 40 Jahre festgesetzt, da ab einem höheren Alter die Ursache der nachlassenden Fähigkeiten nicht mehr eindeutig dem Hörverlust zugeschrieben werden kann, weil zunehmend kognitive Defizite eine Rolle spielen (Humes et al., 2005; Schneider et al., 2002; vgl. dazu Kapitel 2.4.). Obwohl diese Defizite meist erst ab einem Alter von 50 Jahren zu erkennen sind, wurde die Grenze bereits etwas früher angesetzt, um das Vorhandensein altersbedingter, kognitiver Auffälligkeiten möglichst sicher ausschließen zu können.

Eine weitere Bedingung war, dass die Teilnehmer im Alltag ausschließlich verbal kommunizieren sollten. Diese Bedingung lag darin begründet, dass der Gebrauch von Gebärdensprache möglicherweise Einfluss auf die visuell-räumlichen Testergebnisse hätte haben können, da sich Gebärdensprachler im Allgemeinen sehr gut auf visuell-räumliche Informationen konzentrieren können. Dies hätte sich eventuell in einer überdurchschnittlich hohen Leistung in diesem Bereich widerspiegelt, was zu einer falschen Interpretation der Testergebnisse geführt hätte. Der Grad des Hörverlustes sollte daher auch nicht zu hoch sein, sodass eine zuverlässige Untersuchung mit lautsprachlich basierten Tests gewährleistet werden konnte. Als Beweis des vorliegenden Hörverlustes bei den Probanden dienten Audiogramme, die bereits im Vorfeld der Untersuchung durch Ärzte bzw. Hörakustiker abgenommen wurden (vgl. dazu Anhang G, H).

Es wurden ausschließlich Teilnehmer gesucht, die erst nach abgeschlossener Sprachentwicklung eine Minderung ihres Hörvermögens erfahren haben. Dies war notwendig, da die Testreihe nur mit ausreichenden Fähigkeiten im Bereich der Sprachproduktion und des Sprachverständnisses absolviert werden konnte. Es sollte zudem eine *binaurale* Hörschädigung vorliegen, um ausschließen zu können, dass die Hördefizite des geschädigten Ohrs durch ein normales Hörvermögen des gesunden Ohrs kompensiert werden. Ein weiterer Aspekt, der ausgeschlossen werden musste, war die Einnahme von Medikamenten, die die Leistungsfähigkeit hätte erhöhen bzw. erniedrigen können und/oder das Vorhandensein bestimmter Krankheiten. Diese hätten möglicherweise zu falschen Interpretationen der Testergebnisse geführt.

Um verfälschte Untersuchungsergebnisse, die auf unzureichende Kenntnis der deutschen Sprache zurückgeführt werden könnten, auszuschließen, wurde als letztes Kriterium Deutsch als Muttersprache der Teilnehmer festgelegt.

#### *Gruppe 2: Die Kontrollgruppe*

Die Kontrollgruppe bestand aus drei weiblichen, normal hörenden Teilnehmern im Alter von 23;8, 23;11 und 29;2 Jahren, mit einem durchschnittlichen Alter von 25;3 Jahren. Das nicht Vorhandensein eines eingeschränkten Hörvermögens konnte durch Audiogramme nachgewiesen werden, die auf Bitte der Untersucher vorab durch einen unabhängigen Hörakustiker abgenommen wurden. Der durchschnittliche Flechter-Index der Kontrollgruppe lag bei 7,8 dB und deutet somit auf ein normales Hörvermögen hin (vgl. dazu Anhang I, J). Die Teilnehmer gaben an, dass ihnen die Tests unbekannt waren. Die Muttersprache der Teilnehmer war Deutsch. Sie wurden in Bezug auf das Alter, das Geschlecht und den Bildungsgrad mit den Teilnehmern der Probandengruppe gematcht, sodass zwei homogene Gruppen gebildet werden konnten. Da sich die Rekrutierung der Probanden als schwierig erwies, konnte nur eine sehr kleine Stichprobe geformt werden. Aus diesem Grund war es besonders wichtig, eine optimal gematchte Kontrollgruppe aufzustellen, damit Leistungsunterschiede nicht auf Altersdifferenzen und/oder Unterschiede im Bildungsgrad beruhen konnten. Die weiteren Ausschlusskriterien der Kontrollgruppe entsprachen denen der Probandengruppe.

#### 4.5. Testreihe

In diesem Kapitel wird die Testreihe, bestehend aus vier standardisierten, sprachlich-auditiven und visuell-räumlichen neuropsychologischen Untersuchungen, sowie einem Aufmerksamkeitstest mit auditiven und visuellen Testkomponenten in zwei unterschiedlichen Bereichen (fokussiert und selektiv), beschrieben. Die gesamte Testdurchführung dauerte, je nach Teilnehmer, circa 1 ½ - 2 Stunden. Vor der eigentlichen Testung fand eine kurze Instruktion der Teilnehmer statt. Außerdem wurden ihnen einige allgemeine Fragen und spezifische Fragen zu den Umständen und Auswirkungen ihrer Schwerhörigkeit gestellt, um genauere Daten zu erhalten.

#### *Begründung der Testreihe*

Im Rahmen dieser Studie wurde mit dem Universitätsklinikum Aachen zusammengearbeitet. Für die Beantwortung der Fragestellung wurden verschiedene neuropsychologische Tests benötigt, um die Prozesse des Arbeitsgedächtnisses untersuchen zu können. Diese wurden den Untersuchern von der „Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und –psychotherapie“ zur Verfügung gestellt, und konnten in einem Testraum der Abteilung abgenommen werden.

### ***VLMT (Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest)***

Der *Verbale Lern- und Merkfähigkeitstest* wurde 2001 von Helmstaedter et al. entwickelt und überprüft das verbale, deklarative episodische Gedächtnis, welches einen Teil des Langzeitgedächtnisses darstellt. Des Weiteren werden die Lernfähigkeit und das Arbeitsgedächtnis überprüft.

Der VLMT (vgl. dazu Anhang B,C) besteht aus zwei Listen, A und B, die jeweils 15 Wörter enthalten. Liste A (Lernliste) wird insgesamt fünf Mal vorgelesen (Dg1-Dg5). Das Vorlesen der einzelnen Wörter erfolgt im zwei Sekunden Rhythmus, ohne dass eine besondere Betonung einzelner Wörter stattfindet. Nach jedem Durchgang erfolgt eine freie Reproduktion des gelernten Materials durch den Probanden. Das heißt, die Reihenfolge spielt bei der Reproduktion keine Rolle. Der Testleiter gibt jedoch die Reihenfolge auf dem Protokollbogen an. In jedem Durchgang soll der Proband alle Wörter nennen, die er behalten hat, auch die, die er bereits im vorherigen Durchgang genannt hat.

Nach dem fünften Durchgang wird Liste B (Interferenzliste) einmalig vorgelesen und unmittelbar danach abgefragt. Auch hier wird die genannte Reihenfolge von dem Testleiter notiert. Im Anschluss daran wird der Proband gebeten, noch einmal alle Wörter aus der ersten Liste zu nennen, dieses Mal ohne vorherige Darbietung. Diese Vorgehensweise darf dem Probanden vorher nicht erläutert werden. Nach einer Pause von 20-30 Minuten wird die Lernliste ein letztes Mal ohne erneutes Vorlesen abgefragt (freier Abruf nach zeitlicher Verzögerung). In der Zwischenzeit können nonverbale Testaufgaben gestellt werden. Auch hier wird dem Probanden vorher nicht gesagt, dass die Liste noch einmal abgefragt wird. Als letzter Teil dieses Tests wird, unmittelbar im Anschluss an den freien Abruf nach zeitlicher Verzögerung, die Wiedererkennungslleistung geprüft. Hierbei werden dem Probanden nacheinander insgesamt 50 Wörter vorgelesen. Dieser muss jeweils mit „ja“ oder „nein“ angeben, ob das entsprechende Wort in der ersten Liste vorkam. Die Liste enthält alle Wörter der Lern- und Interferenzliste, sowie 20 zusätzliche Wörter, die entweder eine semantische oder phonetische Ähnlichkeit zur Lern- bzw. Interferenzliste aufweisen. Der Test lässt sowohl eine quantitative, als auch eine qualitative Auswertung zu, mit der Rückschlüsse auf eine vorliegende Störung geschlossen werden können (Helmstaedter et al., 2001). Für die quantitative Auswertung werden die Rohwerte in Prozentränge und T-Werte umgewandelt.

Objektivität:

Zu diesem Gütekriterium wurden keine Angaben gemacht.

Validität:

Zu diesem Gütekriterium wurden keine Angaben gemacht.

Reliabilität:

In Bezug auf die Reliabilität wurde herausgefunden, dass auch über größere Zeitintervalle, individuelle Veränderungen bei Verlaufsuntersuchungen festgestellt werden können (Retest). Hierbei wurden Werte zwischen  $r_{tt} = 0,68$  und  $r_{tt} = 0,87$  gefunden.

Normen:

Es liegen Normwerte für Kinder und Erwachsene vor (Altersbereich von 8-79 Jahre).

Es werden Prozentränge und T-Werte für fünf Altersgruppen angegeben sowie klinische Cut-Off-Werte und zusätzliche Referenzwerte klinischer Gruppen von Patienten mit unterschiedlich lokalisierten Epilepsien, rechtshemisphärisch repräsentierten Sprachleistungen, Depression und der Verdachtsdiagnose Alzheimer Krankheit.

Begründung der Testwahl:

Der Test war für die Untersuchungsreihe gut geeignet, da er sowohl die Speicherkapazität auditiver, sprachlicher Informationen im Arbeitsgedächtnis (Itemspanne), als auch die Übertragung der Informationen in das Langzeitgedächtnis misst. Der *VLMT* ist außerdem unkompliziert in der Durchführung und Auswertung.

### ***RCFT (Rey Complex Figure Task and recognition trial)***

Dieser Test wurde ursprünglich 1941 von Rey entwickelt, um zwischen Wahrnehmungs- und Gedächtnisstörungen zu unterscheiden. Anschließend wurde der Test jedoch mehrfach überarbeitet. Es handelt sich um einen normierten nonverbalen episodischen Test, der die visuospatiale, konstruktive Fähigkeit und das visuospatiale Gedächtnis untersucht. Er wurde für Personen zwischen 6 und 89 Jahren konzipiert.

Der Proband sieht bei diesem Test zunächst eine komplexe Figur (vgl. dazu Anhang F), die er, ohne Lineal, abzeichnen muss (*copy trial*). Die benötigte Zeit wird unauffällig gestoppt. Hierbei gibt es kein Zeitlimit. Nach einer 3-minütigen Pause, in der der Patient eine verbale Aufgabe erfüllen soll, wird der Proband aufgefordert, die Figur aus dem Gedächtnis erneut zu zeichnen (*immediate recall trial*). Auch diese Zeit wird unauffällig gestoppt. Nach 30 Minuten muss die Figur noch einmal aus dem Gedächtnis gezeichnet werden (*delayed recall*). Danach folgt die Wiedererkennung (*recognition trial*). Hierbei werden dem Probanden 24 geometrische Figuren gezeigt. Zwölf Figuren gehören zu der ursprünglichen Stimulusfigur und weitere zwölf sind Ablenker. Der Proband muss jeweils angeben, welche der geometrischen Figuren in der ursprünglichen Figur enthalten waren. Bei jeder Zeichnung - mit und ohne Vorlage - wird überprüft, ob die verschiedenen Elemente vorhanden sind, genau gezeichnet wurden und am richtigen Platz stehen.

#### Objektivität:

In Bezug auf dieses Gütekriterium wurde festgestellt, dass eine große Übereinstimmung bei der Beurteilung besteht, wenn diese durch zwei unabhängige Versuchsleiter vorgenommen wird ( $r_s = .99$ ; Carr & Lincoln, 1988).

#### Validität:

Durch die Kopie der komplexen Figur kann eine Aussage über das Planungsvermögen getroffen werden (Ladungen von .59). Wenn die Figur im weiteren Verlauf ohne Vorlage gezeichnet werden soll, kann eine Aussage über die Gedächtnisleistung getroffen werden (Ladung von .40; Baser & Ruff, 1987).

#### Reliabilität:

Die Reliabilitäten wurden durch Testhalbierung und Alpha-Koeffizient ermittelt. Sie betragen für die Kopieraufgabe über  $r=0,6$  und für die Erinnerungsaufgabe über  $r=0,8$  (Spreen & Strauss, 1998).

#### Normen:

Es existieren Normen von Anfang der 40er Jahre für Kinder und Erwachsene (Osterrieth, 1944) sowie Normen aus den 90er Jahren für 6-15 jährige und 21-70 jährige, die von Spreen & Strauss aufgestellt wurden. Meyers & Meyers vervollständigten 1995 die Normwerte für Personen im Alter von 6-89 Jahre. Diese wurden auch in dieser Studie zu Rate gezogen.

#### Begründung der Testwahl:

Der *RCFT* wurde in die Testreihe mit aufgenommen, da er ein nonverbaler Gedächtnistest ist, der eine Aussage über die Speicherung visueller Informationen im Arbeitsgedächtnis zulässt und zusätzlich die Übertragung der Informationen in das Langzeitgedächtnis misst.

### ***Corsi Block-Tapping-Test***

Dieser Test wurde konstruiert, um die unmittelbare Blockspanne (UBS) in Bezug auf die Kapazitätsgrenze des visuell-räumlichen Subsystems innerhalb des Arbeitsgedächtnisses zu überprüfen (Schellig, 1997).

Unter der UBS einer Person versteht man die höchste Sequenzlänge, die von ihr bei mindestens zwei Items korrekt wiedergegeben werden kann. Der *Corsi Block-Tapping-Test* ist ein Teil des Wiener Testsystems.

Zur Überprüfung der UBS tippt der Testleiter jeweils im Abstand von einer Sekunde nacheinander eine Reihe von Blöcken auf einem Block-Board an, deren Reihenfolge sich der Proband merken muss. Dieser muss daraufhin versuchen, die Reihenfolge nachzutippen. Die angebotenen Sequenzlängen beginnen bei drei Blöcken und steigern sich bis zu neun Blöcken (vgl. dazu Anhang D). Jede Sequenzlänge enthält drei Items, die alle angeboten werden. Sobald drei aufeinander folgende Items als falsch gewertet werden müssen, wird der Test abgebrochen. Die höchste Sequenzlänge, die mindestens zwei korrekte Items enthält, ist die unmittelbare Blockspanne. Eine Sequenzlänge von mindestens fünf wird als unauffällig angesehen. Pro Sequenz ist ein Zusatzitem angegeben, das unter bestimmten Voraussetzungen angeboten werden darf (Schellig, 1997).

Nachdem die unmittelbare Blockspanne bestimmt wurde, werden im zweiten Subtest dieselben Sequenzen erneut von dem Testleiter angeboten. Auch hier wird mit der Sequenzlänge drei begonnen, unabhängig von den Ergebnissen des ersten Subtests. Der Unterschied besteht darin, dass der Proband nun die angebotenen Sequenzen in umgekehrter Reihenfolge auf dem Block-Board wiedergeben muss. Bei dieser Aufgabe müssen Informationen im Arbeitsgedächtnis nicht nur gespeichert, sondern auch manipuliert werden, wodurch die Anforderungen an das Arbeitsgedächtnis steigen. Es gelten sowohl dieselben Durchführungs- und Abbruchkriterien, als auch die Auswertungsweise.

Objektivität:

Zu diesem Gütekriterium wurden keine Angaben gemacht.

Validität:

Zu diesem Gütekriterium wurden keine Angaben gemacht.

Reliabilität:

Die Reliabilität des *Corsi Block-Tapping-Test* liegt, je nach Testform, zwischen  $r=0,81$  und  $r=0,89$ .

Normen:

Es besteht keine Normierung im herkömmlichen Sinne, da die Variable lediglich sieben unterschiedliche Werte annehmen kann. Stattdessen wurden Cut-off Scores berechnet. Sobald die UBS unter dem Cut-off Wert liegt, ist das Testergebnis auffällig.

Begründung der Testwahl:

Der Test wurde ausgewählt, da er das visuell-räumliche Gegenstück zu dem Subtest des *WIE* (*Wechsler Intelligenztest für Erwachsene*), *Zahlennachsprechen* ist. Er misst die Merkspanne für visuell-räumliches Material und liefert Informationen über die generelle Leistung des Arbeitsgedächtnisses.

### ***Zahlennachsprechen (aus: Wechsler Intelligenztest für Erwachsene)***

Dieser Test ist ein Teil des *Wechsler Intelligenztests für Erwachsene (WIE)*. Er wurde 1956 von David Wechsler entwickelt und seitdem mehrfach überarbeitet. Dem Probanden werden zunächst auditiv bis zu acht Zahlenspannen mit jeweils zwei Items angeboten. Es handelt sich um die Ziffern 1-9. Diese werden in einer bestimmten Reihenfolge angeboten, beginnend mit einer Kombination aus zwei Ziffern, bis hin zu einer Kombination bestehend aus neun Ziffern (vgl. dazu Anhang E). Die Kombinationen müssen von dem Probanden behalten und unmittelbar verbal in der richtigen Reihenfolge wiedergegeben werden. Sobald beide Items einer Aufgabe nicht, oder falsch, gelöst wurden, wird der Test abgebrochen.

Anschließend folgt der Subtest *Zahlennachsprechen* rückwärts. Auch hier wird mit einer Sequenz von zwei Mal zwei Ziffern begonnen, die sich dann bis hin zu einer Sequenz von zwei Mal acht Ziffern steigert. Diese muss der Proband in umgekehrter Reihenfolge wiedergeben, sodass auch hier die Fähigkeit der Informationsmanipulation im Arbeitsgedächtnis erforderlich ist. Bei diesem Subtest gelten dieselben Abbruchkriterien wie bei dem ersten Subtest.

Objektivität:

Zu diesem Gütekriterium wurden keine Angaben gemacht.

Validität:

Zu diesem Gütekriterium wurden keine Angaben gemacht.

Reliabilität:

Für die Untertests liegen die internen Konsistenzen zwischen  $r= 0,71$  und  $r= 0,96$ . Bei dem Handlungsteil liegen sie bei  $r=0,90$ , und bei dem Verbal- und dem Gesamteil bei  $r= 0,96$ .

Normen:

Für den *Wechsler Intelligenztest für Erwachsene* liegen verschiedene Wertpunktnormwerte vor, die nach dem Alter gestaffelt sind und sich auf Schulleistungen beziehen. Diese Wertpunktnormen können in IQ-Werte umgerechnet werden.

Begründung der Testwahl:

Der Test erschien den Untersuchern geeignet, da es sich hierbei um das sprachlich-auditive Gegenstück zu dem bereits beschriebenen *Corsi Block-Tapping-Test* handelt. Er misst die Merkspanne der phonologischen Schleife und liefert Informationen über die generelle Leistung des Arbeitsgedächtnisses. Der Test ist unkompliziert in der Abnahme und Auswertung.

### ***Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen (WAF)***

Dies ist ein Test zur Überprüfung der Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen, der im Jahr 2008 von Sturm entwickelt wurde. Er besteht aus sechs Testteilen, die unabhängig voneinander oder in beliebiger Reihenfolge abgenommen werden können. Das Testverfahren basiert auf dem Aufmerksamkeitsmodell von van Zomeren und Brouwer (1994), in dem zwischen Intensitätsaspekten, Selektivitätsaspekten und Aspekten der räumlichen Aufmerksamkeit unterschieden wird.

In dieser Testreihe sollen die Testteile *WAF* (*fokussiert*) und *WAFS* (*selektiv*) abgenommen werden, da diese spezifische Informationen liefern, die für die Beantwortung der Fragestellung relevant sind. Im Allgemeinen raten die Autoren des Tests dazu, nur die Subtests abzunehmen, die für die Beantwortung einer Frage relevant sind. Sowohl die fokussierte als auch die selektive Aufmerksamkeit kann grundsätzlich im auditiven, visuellen und crossmodalen Bereich überprüft werden. Für die vorliegende Studie waren nur die ersten beiden Darbietungsweisen relevant, um eindeutige Testergebnisse zu erhalten. Der *WAF* wird am Computer durchgeführt. Die Anbietung auditiver Reize erfolgt über ein standardisiertes USB-Headset.

#### *WAF* (*Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen fokussiert*)

In diesem Testteil geht es um die Überprüfung der fokussierten Aufmerksamkeit. Unter fokussierter Aufmerksamkeit versteht man die Fähigkeit die Aufmerksamkeit unter erschwerten Bedingungen aufrechterhalten zu können. Dies kann durch das Zufügen von Distraktoren, wie beispielsweise Hintergrundgeräuschen, oder durch das Zufügen weiterer Reize geschehen (vgl. dazu Kapitel 2.3).

Dem Probanden werden in zwei aparten Subtests auditive, bzw. visuelle Reize angeboten. Dabei wird versucht, ihn durch andere Reize derselben Modalität abzulenken (ablenkende Bedingungen sind in diesem Fall externe Reize, wie z.B. Störgeräusche; van Zomeren & Brouwer, 1994). Der Proband soll ausschließlich dann so schnell wie möglich mit Knopfdruck reagieren, wenn sich ein bestimmter Reiz in zweifacher Hinsicht verändert. Bei dem visuellen Subtest handelt es sich um den relevanten Reiz „Kreis wird heller“. Ignoriert werden sollen dabei die Reize „Kreis bleibt dunkel“, „Quadrat wird heller“ und „Quadrat bleibt dunkel“. Dabei werden immer zwei Figuren untereinander gezeigt. Sowohl die

Quadrate als auch die Kreise wechseln unvorhersehbar ihre Position, sodass immer beide Positionen beachtet werden müssen.

Im auditiven Subtest werden Tonsignale vor einem komplexen Stimmengewirr angeboten. Der Proband darf nur dann mit Knopfdruck reagieren, wenn das Signal zwei Mal direkt nacheinander leiser wird (relevanter Reiz). Die irrelevanten Reize sind in diesem Fall „Ton bleibt laut“ und „Stimmengewirr“.

In beiden Subtests werden die Reize für die Dauer von 1500ms vorgegeben. Eine Veränderung des Reizes kann dabei nach 500ms erfolgen. Das Interstimulus-Intervall beträgt 1000ms.

Die Durchführungsdauer der einzelnen Subtests liegt bei ungefähr 10 Minuten. Der eigentlichen Testung wird eine Übungsphase vorgeschaltet. Sollten dort bereits Schwierigkeiten auftreten, wird dies dem Testleiter signalisiert, woraufhin die Übungsphase noch einmal wiederholt werden sollte.

#### *WAFS (Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen selektiv)*

In diesem Testteil geht es um die Überprüfung der selektiven Aufmerksamkeit. Dem Probanden werden auch hier in zwei verschiedenen Subtests auditiv und visuell relevante bzw. irrelevante Reize angeboten. Er soll so schnell wie möglich auf Veränderungen der relevanten Reize reagieren und die irrelevanten Reize dabei ignorieren. Bei Aufgaben zur selektiven Aufmerksamkeit sind schnelle Entscheidungen des Testteilnehmers nötig.

Im visuellen Subtest wird dem Probanden nacheinander jeweils eine Figur (Kreis, Dreieck, Quadrat) auf dem Bildschirm angeboten. Er soll ausschließlich dann mit Knopfdruck reagieren, wenn ein Quadrat oder ein Kreis heller oder dunkler wird. Wenn sich hingegen ein Dreieck verändert, soll keine Reaktion erfolgen.

Im auditiven Subtest werden dem Probanden drei Töne unterschiedlicher Höhe über das standardisierte USB-Headset angeboten. Immer dann, wenn der tiefe oder der hohe Ton seine Lautstärke verändert, das heißt, lauter oder leiser wird, soll der Proband so schnell wie möglich mit Knopfdruck reagieren. Die Durchführung der einzelnen Subtests dauert ungefähr acht Minuten.

#### Objektivität:

Die Durchführungsobjektivität des *WAFs* ist gesichert, da es sich um ein computergestütztes Verfahren handelt und somit Instruktion und Testvorgabe standardisiert sind. Da auch die Auswertung automatisch stattfindet, ist die Auswertungsobjektivität ebenfalls gesichert.

#### Validität:

Die Konstruktvalidität konnte anhand einer Stichprobe bei 256 Probanden bewiesen werden.

#### Reliabilität:

Für die Hauptvariablen (mittlere Reaktionszeit, Streuungsmaß Reaktionszeit, Anzahl Verpasser, Anzahl Falscher Alarm) ergeben sich sehr gute Reliabilitäten:

*WAFF* je nach Subtest zwischen  $r=0,93$  und  $r=0,97$

*WAFS* je nach Subtest zwischen  $r= 0,94$  und  $r=0,97$

#### Normen:

Für die Auswertung stehen bevölkerungsrepräsentative Normwerte zur Verfügung. Diese gibt es sowohl für die Gesamtstichprobe, als auch getrennt nach einzelnen Bildungsgruppen. Zur Berücksichtigung von Alterseffekten wurden die Rohwerte der Hauptvariablen zudem entsprechend bereinigt. Da der *WAF* bereits für Kinder ab 7 Jahren geeignet ist, gibt es neben den Erwachsenennormen (16-77-jährige) auch Normen für Kinder und Jugendliche zwischen 7 und 17 Jahren. Die Normierung fand 2005/2006 statt.

Pro Subtest werden automatisch die Reaktionszeiten bzw. Fehlertypen ausgewertet. Für die meisten Variablen sind außerdem Normvergleiche mit Prozenträngen und T-Werten vorhanden.

#### Begründung der Testwahl:

Der *WAF* ergänzt die aufgestellte Testreihe, indem er, anders als die anderen ausgewählten Tests, nicht die Speicherung von Informationen im Arbeitsgedächtnis überprüft, sondern die Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen für visuelle bzw. auditive Informationen testet. Hierdurch kann möglicherweise ausgeschlossen werden, dass die eingeschränkte Speicherfähigkeit für auditive Informationen auf eingeschränkte Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen zurückzuführen ist.

#### 4.6. Datensammlung

Die Abnahme der Testreihe fand jeweils in einem zur Verfügung gestellten Testraum des Universitätsklinikums Aachen statt, um vergleichbare Testbedingungen zu gestalten. Außerdem erfolgte die Testabnahme in allen Fällen ungefähr zu der gleichen Tageszeit und dauerte circa 1 ½ bis 2 Stunden. Die Tests wurden bei allen Teilnehmern in einer bestimmten Reihenfolge während einer einzelnen Sitzung (zwischen Mitte Januar und Ende März) abgenommen.

Beide Untersucher testeten jeweils drei Teilnehmer, wobei darauf geachtet wurde, dass die zu testende Person nicht mit dem jeweiligen Untersucher bekannt war. Dies geschah, um möglichst zuverlässige Testergebnisse zu erhalten.

Um eine optimale Auswertung der Testergebnisse zu gewährleisten, wurden einzelne Subtests während der Testabnahme durch den zweiten Untersucher mit einer Videokamera festgehalten. Es handelte sich dabei um die Subtests des *VLMTs* und die des *Corsi Block-Tapping-Tests*. Die Videoaufnahmen geschahen in Absprache mit und unter schriftlichem Einverständnis der Teilnehmer. Die einzelnen Subtests wurden in einer festen Reihenfolge abgenommen, damit die Testprozedur für alle Teilnehmer einheitlich erfolgen konnte. Sie wurde außerdem dadurch begründet, dass sich sprachlich-auditive und visuell-räumliche Tests abwechseln sollten, um eine gleich bleibende Aufnahmefähigkeit für Informationen einer bestimmten Modalität zu gewährleisten. Zudem mussten innerhalb bestimmter Tests, in denen die Informationsaufnahme in das Langzeitgedächtnis überprüft werden sollte, festgelegte Pausen eingehalten werden. Es wurde mit dem ersten Teil des *VLMTs* begonnen, der aus Durchgang 1-5, der Interferenzliste und dem Durchgang 6 bestand. Standardisierte Testanweisungen wurden konform des Testmanuals verwendet.

Im Anschluss folgte die Abnahme des ersten Teils des *RCFTs*. Hier wurde sowohl der *copy trial* als auch der *immediate recall trial* gemäß der Testanweisung abgenommen. Der Teilnehmer wurde daraufhin gebeten, an dem Computer Platz zu nehmen, um den visuellen Subtest des *WAFFs* zu absolvieren. Die Testanweisung erfolgte in diesem Fall schriftlich über den Bildschirm des Computers.

Nachfolgend wurden zwei weitere Teile des *VLMTs* ausgeführt. Hierbei handelte es sich um den Durchgang 7 und die Wiedererkennungsliste. Es wurde erneut Gebrauch gemacht von der standardisierten Testanweisung. Der nächste Subtest erfolgte wieder am Computer, wobei der Teilnehmer den auditiven Subtest des *WAFFs* ausführte.

Als sechster Teil der Testreihe wurden der *delayed recall trial* und der *recognition trial* des *RCFTs* abgenommen. Es folgte der *WAFs* mit seinen beiden Subtests (visuell und auditiv), der erneut am Computer angeboten wurde. Als weiterer Test erfolgte die Abnahme des *Corsi Block-Tapping-Tests* sowohl vorwärts als auch rückwärts. Die Testreihe wurde mit dem Test *Zahlennachsprechen* (vorwärts und rückwärts) abgeschlossen.

Die Testergebnisse wurden, konform der Testanweisung, für jeden Teilnehmer individuell anhand der Videoaufnahmen ausgewertet. Um Interpretationsfehler von vornherein auszuschließen, wurden alle Tests von beiden Untersuchern gemeinsam ausgewertet. Dies geschah unmittelbar im Anschluss an die eigentliche Testung. Für die Datenanalyse wurden die Normtabellen und die Richtlinien der verschiedenen neuropsychologischen Untersuchungen verwendet, um die Leistungen eines jeden Teilnehmers einschätzen zu können.

Die Informationen über den Grad des Hörvermögens der Probandengruppe wurden mit Einverständnis der Probanden von dem jeweiligen Hörakustiker/Arzt übernommen. Um das Vorliegen einer Hörschädigung auch bei den Teilnehmern der Kontrollgruppe ausschließen zu können, wurden diese gebeten ein Audiogramm bei einem Hörakustiker abnehmen zu lassen.

#### 4.7. Datenaufbereitung

Für die Analyse wurden die einzelnen Testergebnisse von Hand in Prozentwerte umgewandelt. Dies hatte den Hintergrund, dass nicht alle Tests direkt miteinander verglichen werden konnten, da die Leistungen in unterschiedlichen Rohwerten ausgedrückt wurden (z.B. Höchstpunktzahl 15 bei *VLMT-R* gegenüber Höchstpunktzahl 24 bei *RCFT-R*) und nicht für alle Tests T-Werte oder Perzentile zur Verfügung standen. Um die Ergebnisse des *WAFs* auswerten zu können, wurden bei der Analyse Prozentränge berücksichtigt, die bei der computergestützten, automatischen Auswertung angegeben wurden. Es wurde darauf verzichtet, die Ergebnisse zusätzlich in Prozentwerte umzuwandeln, da die Leistungen des *WAFs* unabhängig von den anderen Subtests betrachtet werden sollten. Es war jedoch notwendig einige Teilergebnisse in einen Gesamtwert umzuwandeln, um an Hand davon miteinander vergleichbare Durchschnittsleistungen errechnen zu können. Nur so konnten die Ergebnisse des *WAFs* auf eine sinnvolle Weise zu der Beantwortung der Fragestellung beitragen.

Anschließend wurden die einzelnen Werte in SPSS (Version 18.0) und zusätzlich in Excel 2003 eingegeben.

Im Laufe der Analyse wurde deutlich, dass nicht alle Testergebnisse für die Beantwortung der Fragestellung relevant waren, bzw. nicht immer Vergleichsmöglichkeiten mit einem Subtest der anderen Modalität vorhanden waren. Aus diesem Grund wurden die folgenden Variablen von der Analyse ausgeschlossen.

*VLMT*: Dg2-Dg5, Dg6, I

*RCFT*: Copy-trial, Time to copy, Recognition true positives, Recognition false positives, Recognition true negatives, Recognition false negatives.

*WAFS*: Automatische/Kontrollierte Aufmerksamkeit, mittlere Reaktionszeit alterskorrigiert.

*WAFF*: mittlere Reaktionszeit alterskorrigiert.

Für die Variable „Hörvermögen“ wurde zusätzlich ein Kodierungsschema entworfen. Den Teilnehmern der Probandengruppe wurde der Code 2 zugeteilt, den Teilnehmern der Kontrollgruppe der Code 1. Da alle Teilnehmer der Studie weiblich waren und auch in ihrem Bildungsgrad übereinstimmten, mussten die Variablen „Geschlecht“ und „Bildungsgrad“ nicht gesondert eingegeben werden

#### 4.8. Datenanalyse

Im Folgenden wird erläutert, welche Subtests jeweils miteinander verglichen wurden. Der Vergleich wurde sowohl als Gruppenvergleich (schwerhörige und normal hörende Teilnehmer), als auch als Einzelleistungsvergleich (jeweils zwei paarweise gematchte Teilnehmer) durchgeführt.

##### *Zahlennachsprechen mit Corsi Block-Tapping-Test*

Mit dem *Corsi Block-Tapping-Test* konnte die Kapazitätsgrenze des visuell-räumlichen Notizblocks gemessen werden, wohingegen beim *Zahlennachsprechen* die Kapazitätsgrenze der phonologischen Schleife gemessen wurde. Beide Tests dienten zudem dazu, die generelle Leistung des Arbeitsgedächtnisses zu beurteilen. Es wurden jeweils die beiden Subtests *Zahlennachsprechen* vorwärts mit *Corsi Block-Tapping-Test* vorwärts und *Zahlennachsprechen* rückwärts mit *Corsi Block-Tapping-Test* rückwärts verglichen.

#### *VLMT Dg1 mit RCFT Immediate recall*

Diese beiden Subtests wurden miteinander verglichen, um eventuelle modalitätsspezifische Unterschiede in der unmittelbaren Abrufleistung für sprachlich-auditive bzw. visuell-räumliche Informationen feststellen zu können.

#### *VLMT Dg7 mit RCFT Delayed recall*

Bei diesen beiden Subtests wurde die Abrufleistung nach einer zeitlichen Verzögerung (20-30 Minuten) miteinander verglichen, um mögliche Unterschiede in den beiden Modalitäten (sprachlich-auditiv, visuell-räumlich) feststellen zu können. Durch die zeitliche Verzögerung konnte auch der Einfluss des Langzeitgedächtnisses berücksichtigt werden.

#### *VLMT Wiedererkennungsliste mit RCFT Recognition trial*

Die Wiedererkennungsliste des VLMTs wurde mit dem *Recognition trial* des RCFTs verglichen, um eventuelle modalitätsspezifische Unterschiede in der Wiedererkennungsleistung sprachlich-auditiven bzw. visuell-räumlichen Materials aufdecken zu können.

#### *WAF fokussiert gesamt mit WAF selektiv gesamt*

Um diese beiden Aspekte miteinander vergleichen zu können, wurde die durchschnittliche Leistung in den zuvor zusammengefassten Komponenten (mittlere Reaktionszeit, Streuungsmaß Reaktionszeit, Anzahl „Verpasser“ und Anzahl „falscher Alarm“) des *WAFs auditiv* und *WAFs visuell*, sowie des *WAFs auditiv* und *WAFs visuell* berücksichtigt. Das Ziel des Vergleiches war, einen möglichen Unterschied zwischen der fokussierten und der selektiven Aufmerksamkeit zu finden.

#### *WAF auditiv gesamt mit WAF visuell gesamt*

Um diese beiden Aspekte miteinander vergleichen zu können, wurde die durchschnittliche Leistung in den zuvor zusammengefassten Komponenten (mittlere Reaktionszeit, Streuungsmaß Reaktionszeit, Anzahl „Verpasser“ und Anzahl „falscher Alarm“) des *WAFs auditiv* und *WAFs auditiv*, sowie des *WAFs visuell* und *WAFs visuell* berücksichtigt. Das Ziel des Vergleiches war, mögliche modalitätsspezifische Unterschiede feststellen zu können. Dies war insbesondere für die Probandengruppe interessant.

Um einen Gesamteindruck über die modalitätsspezifischen Leistungen beider Gruppen zu erhalten wurden außerdem alle sprachlich-auditiven und visuell-räumlichen Tests in zwei Diagrammen zusammengefasst.

Als statistischer Wert wurde für die Analyse in allen Fällen der Median gewählt. Dies wird mit dem kleinen Stichprobenumfang begründet. Aus diesem Grund entschieden sich die Untersucher gegen die Verwendung eines Mittelwertes.

Zur bildlichen Darstellung der Ergebnisse wurden Säulendiagramme verwendet. Diese haben den Vorteil, dass sie die Testergebnisse plakativ darstellen. So können auf den ersten Blick wichtige Erkenntnisse aus den Diagrammen abgeleitet und die Leistungen miteinander verglichen werden. Durch die Verwendung gruppierter Säulendiagramme konnten sowohl gruppenübergreifende, als auch Einzelleistungen zweier Personen dargestellt werden. Die einzelnen Diagramme wurden mithilfe der Software Excel 2003 erstellt.

Der nichtparametrische *Mann-Whitney-U-Test* wurde verwendet, um Leistungsunterschiede zwischen den beiden unabhängigen Teilnehmergruppen innerhalb eines Subtests bzw. zwischen zwei Subtests innerhalb der einzelnen Gruppen auf Signifikanz hin zu prüfen. Dieser Test war gut geeignet, da es sich um eine nicht normal verteilte, kleine Stichprobe handelte. Bei der Berechnung des Signifikanzwertes wurde von einem  $\alpha$  von 0,05 ausgegangen. Der mögliche Unterschied wurde zweiseitig und exakt geprüft.

## 5. Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Studie detailliert wiedergegeben, um Aufschluss über die Richtigkeit der zuvor aufgestellten Hypothesen zu erlangen.

Zunächst wird in Kapitel 5.1. beschrieben, wie die Darstellungen der Ergebnisse interpretiert werden müssen.

In Kapitel 5.2. werden zunächst die Testergebnisse aller sprachlich-auditiven und visuell-räumlichen Subtests im Gruppenvergleich dargestellt und sowohl innerhalb der Gruppen, als auch zwischen den Gruppen auf signifikante Unterschiede hin überprüft.

Anschließend werden jeweils zwei ausgewählte Subtests miteinander verglichen (vgl. dazu Kapitel 4) und die Ergebnisse grafisch dargestellt. Im Anschluss daran werden auch diese auf signifikante Unterschiede hin überprüft.

Das Kapitel 5.3. wendet sich den Ergebnissen des Aufmerksamkeitstests *WAF* zu. Zunächst werden die durchschnittlichen Gesamtleistungen beider Gruppen bezüglich der beiden fokussierten und selektiven Subtests dargestellt. Anschließend werden die durchschnittlichen Gesamtleistungen in beiden auditiven und visuellen Subtests wiedergegeben. Auch dieses Kapitel schließt mit Signifikanzberechnungen ab.

Die wichtigsten Ergebnisse der Testreihe werden im Folgenden in gruppierten Säulendiagrammen grafisch dargestellt. Aufgrund des Umfangs und zur übersichtlicheren Gestaltung wird auf die Darstellung der Einzelleistungsvergleiche in diesem Kapitel verzichtet. In Kapitel 6 werden die Ergebnisse jedoch kurz in übersichtlicher Form zusammengefasst und, wenn sinnvoll, mit in die Interpretation aufgenommen. Dort wird auch auf die entsprechenden Diagramme im Anhang hingewiesen.

### 5.1. Interpretation der Diagramme

Zu einem besseren Verständnis der Ergebnisse werden alle Diagramme der sprachlich-auditiven und visuell-räumlichen Subtests in einer einheitlichen Form präsentiert.

Auf der x-Achse werden die jeweiligen Subtests mit ihren entsprechenden Abkürzungen wiedergegeben. Die y-Achse steht für die erzielte Leistung in Prozent.

Pro Subtest werden jeweils die Ergebnisse in zwei Säulen grafisch dargestellt, wobei die Säulen entweder für die gesamte Gruppe („normal hörend“ oder „schwerhörig“), oder für die Leistungen einzelner Personen gelten (im Einzelleistungsvergleich). Die grünen Säulen stehen immer für die Leistungen der Probandengruppe, bzw. für die Leistung einer einzelnen Person dieser Gruppe. Die blauen Säulen stehen entsprechend für die Kontrollgruppe.

Die Diagramme des *WAFs* werden wie folgt präsentiert:

Auf der x-Achse werden die Gruppen bzw. die einzelnen Personen aufgelistet. Die y-Achse steht für die erzielte Leistung, angegeben in Prozenträngen. Die lila bzw. die hellrosa Säulen stehen immer für die einzelnen Subtests,

Bezüglich der Subtests wurden die folgenden Abkürzungen gewählt:

*ZN\_V* (Zahlennachsprechen vorwärts)

*ZN\_R* (Zahlennachsprechen rückwärts)

*BTT\_V* (Corsi Block-Tapping-Test vorwärts)

*BTT\_R* (Corsi Block-Tapping-Test rückwärts)

*VLMT\_R* (Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest Wiedererkennung)

*VLMT\_DR* (Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest Dg7)

*VLMT\_IR* (Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest Dg1)

*RCFT\_R* (Rey Complex Figure Task recognition)

*RCFT\_DR* (Rey Complex Figure Task delayed recall)

*RCFT\_IR* (Rey Complex Figure Task immediate recall)

*WAF fokussiert* (Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen fokussiert)

*WAF selektiv* (Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen selektiv)

*WAF auditiv* (Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen auditiv)

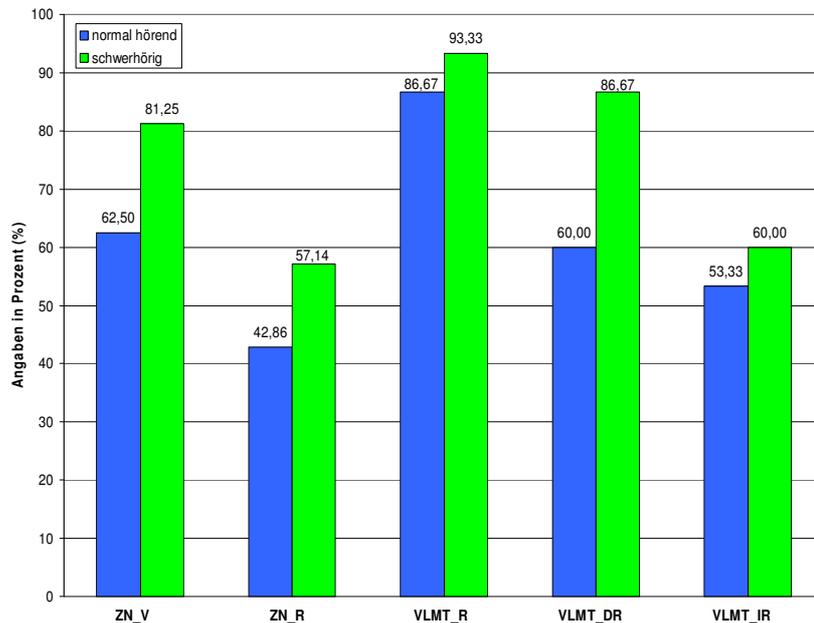
*WAF visuell* (Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen visuell)

## 5.2. Ergebnisse der sprachlich-auditiven und visuell-räumlichen Subtests

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der sprachlich-auditiven und visuell-räumlichen Subtests beschrieben.

### 5.2.1. Sprachlich-auditive Subtests (gesamt)

In Diagramm 1 werden die Ergebnisse aller sprachlich-auditiven Subtests beider Gruppen einander gegenüber gestellt, um festzustellen, welche Gruppe höhere Werte erreichte.



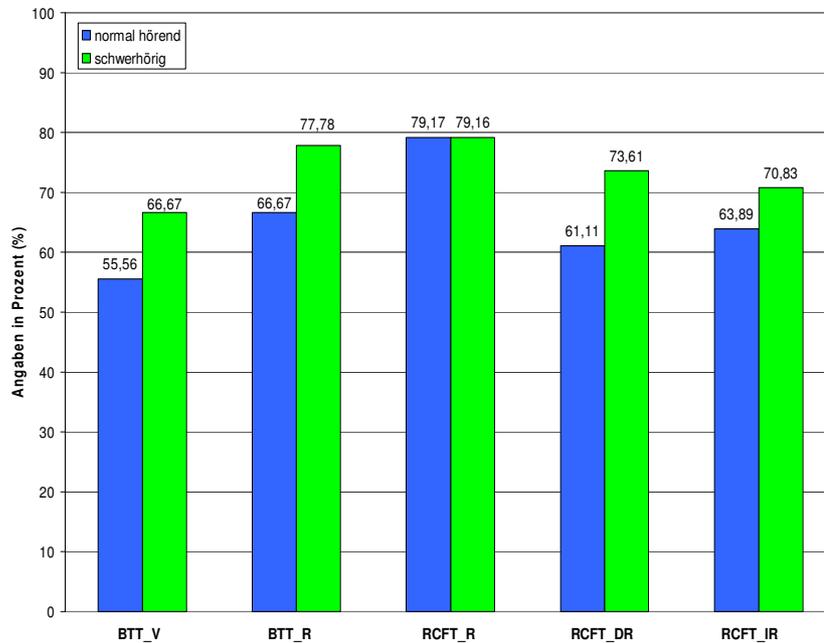
**Diagramm 1: Vergleich der sprachlich-auditiven Subtests (gesamt)**

Die normal hörenden Teilnehmer erreichten in den sprachlich-auditiven Subtests einen durchschnittlichen Wert von 61,07%.

Die schwerhörigen Teilnehmer erreichten in den sprachlich-auditiven Subtests einen durchschnittlichen Wert von 75,68%.

### 5.2.2. Visuell-räumliche Subtests (gesamt)

In Diagramm 2 werden die Ergebnisse aller visuell-räumlichen Subtests beider Gruppen einander gegenüber gestellt, um festzustellen, welche Gruppe höhere Werte erreichte.



**Diagramm 2: Vergleich der visuell-räumlichen Subtests (gesamt)**

Die normal hörenden Teilnehmer erreichten in den visuell-räumlichen Subtests einen durchschnittlichen Wert von 65,28%.

Die schwerhörigen Teilnehmer erreichten in den visuell-räumlichen Subtests einen durchschnittlichen Wert von 73,61%.

#### Zusammenfassung

In Tabelle 5 werden die Ergebnisse zusammengefasst und auf ihre Signifikanz hin überprüft.

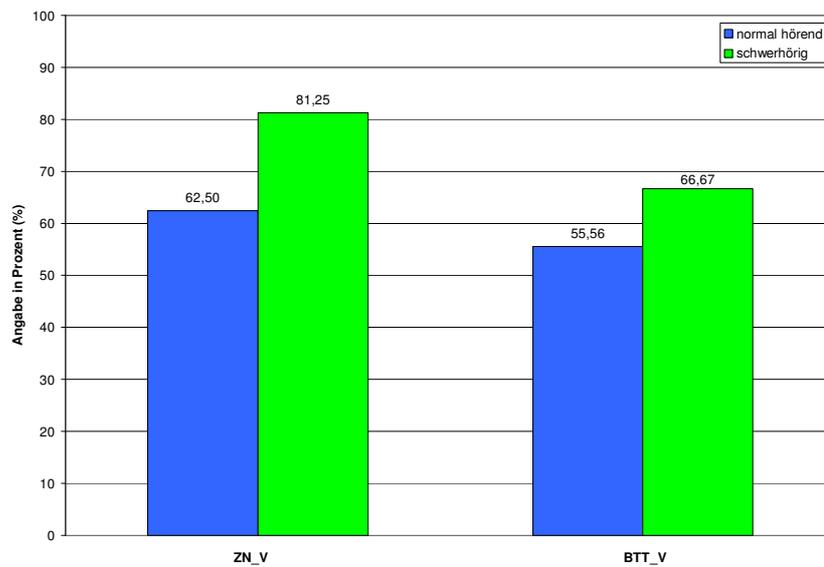
	Normal hörende Gruppe	Schwerhörige Gruppe	Signifikanz
Sprachlich-auditive	61,07%	75,68%	p=0,286
Visuell-räumliche	65,28%	73,61%	p=0,167
Signifikanz	p=0,421	p=0,690	

**Tabelle 5: Zusammenfassung der Ergebnisse der sprachlich-auditiven und visuell-räumlichen Subtests und ihre Signifikanz**

### 5.2.3. Subtestvergleich

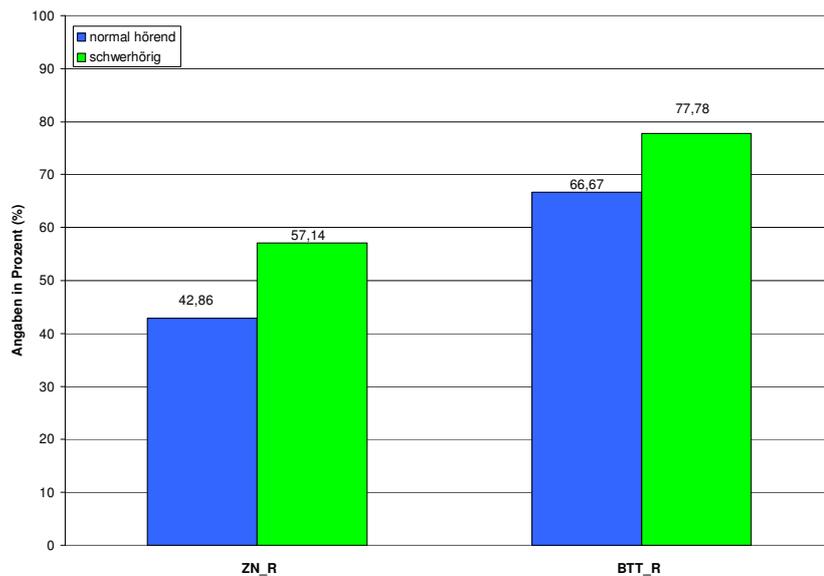
Im Folgenden werden die Ergebnisse der verschiedenen Subtestvergleiche in Diagrammen dargestellt.

#### *ZN\_V und BTT\_V*



**Diagramm 3: Vergleich ZN\_V mit BTT\_V**

#### *ZN\_R und BTT\_R*



**Diagramm 4: Vergleich ZN\_R mit BTT\_R**

### VLMT\_IR und RCFT\_IR

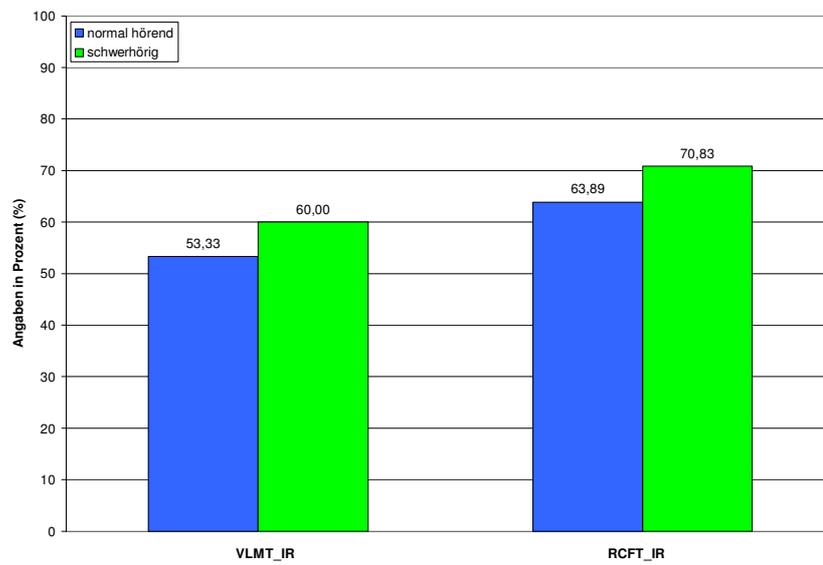


Diagramm 5: Vergleich VLMT\_IR mit RCFT\_IR

### VLMT\_DR und RCFT\_DR

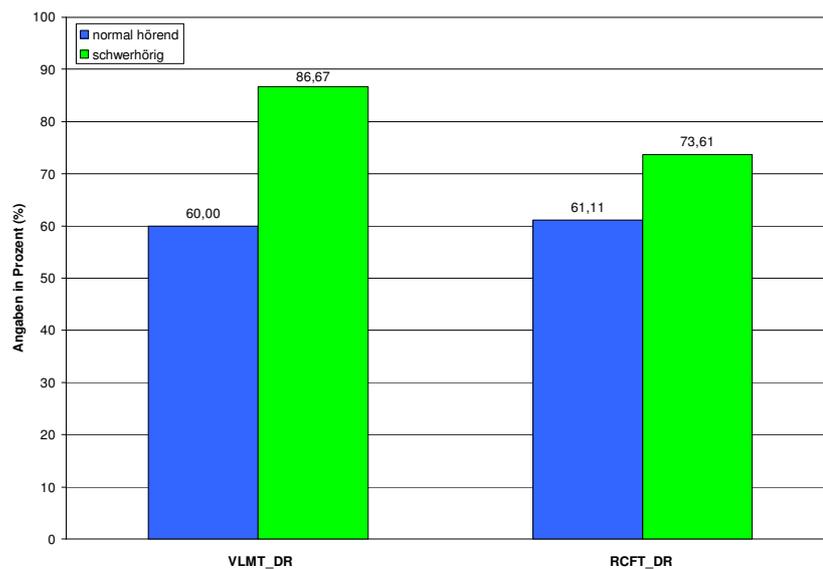
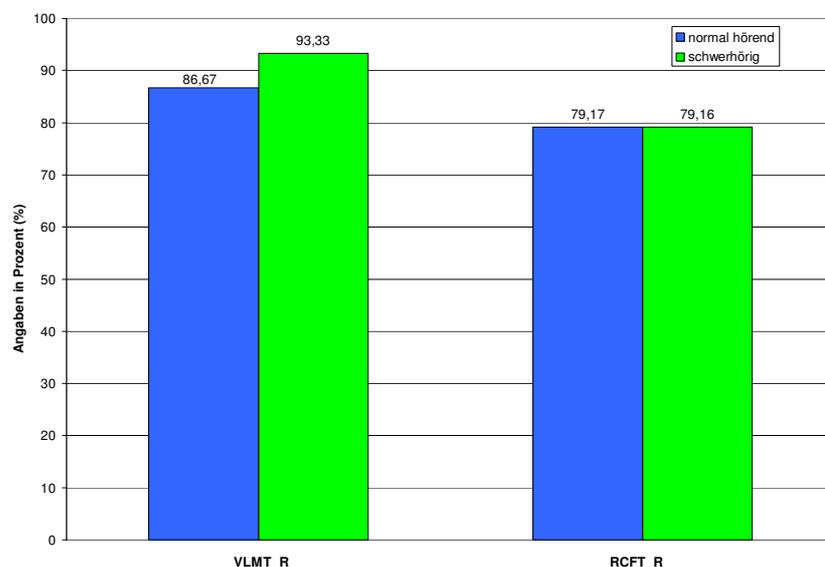


Diagramm 6: Vergleich VLMT\_DR mit RCFT\_DR

## VLMT\_R und RCFT\_R



**Diagramm 7: Vergleich VLMT\_R mit RCFT\_R**

## Zusammenfassung

In den Tabellen 6-10 werden die bereits grafisch dargestellten Ergebnisse zusammengefasst und auf ihre Signifikanz hin überprüft.

	Normal hörende Gruppe	Schwerhörige Gruppe	Signifikanz
ZN_V	62,50%	81,25%	p=0,200
BTT_V	55,56%	66,67%	p=0,300
Signifikanz	p=0,300	p=0,800	

**Tabelle 6: Zusammenfassung der Ergebnisse des ZN\_V mit BTT\_V und ihre Signifikanz**

	Normal hörende Gruppe	Schwerhörige Gruppe	Signifikanz
ZN_R	42,86%	57,14%	p=0,700
BTT_R	66,67%	77,78%	p=0,300
Signifikanz	p=0,200	p=0,100	

**Tabelle 7: Zusammenfassung der Ergebnisse des ZN\_R mit BTT\_R und ihre Signifikanz**

	Normal hörende Gruppe	Schwerhörige Gruppe	Signifikanz
VLMT_IR	53,33%	60,00%	p=0,400
RCFT_IR	63,89%	70,83%	p=0,700
Signifikanz	p=0,400	p=0,400	

**Tabelle 8: Zusammenfassung der Ergebnisse des VLMT\_IR mit RCFT\_IR und ihre Signifikanz**

	Normal hörende Gruppe	Schwerhörige Gruppe	Signifikanz
VLMT_DR	60,00%	86,67%	p=0,100
RCFT_DR	61,11%	73,61%	p=0,500
Signifikanz	p=1,000	p=0,100	

**Tabelle 9: Zusammenfassung der Ergebnisse des VLMT\_DR mit RCFT\_DR und ihre Signifikanz**

	Normal hörende Gruppe	Schwerhörige Gruppe	Signifikanz
VLMT_R	86,67%	93,33%	p=0,400
RCFT_R	79,17%	79,16%	p=0,800
Signifikanz	p=0,200	p=0,100	

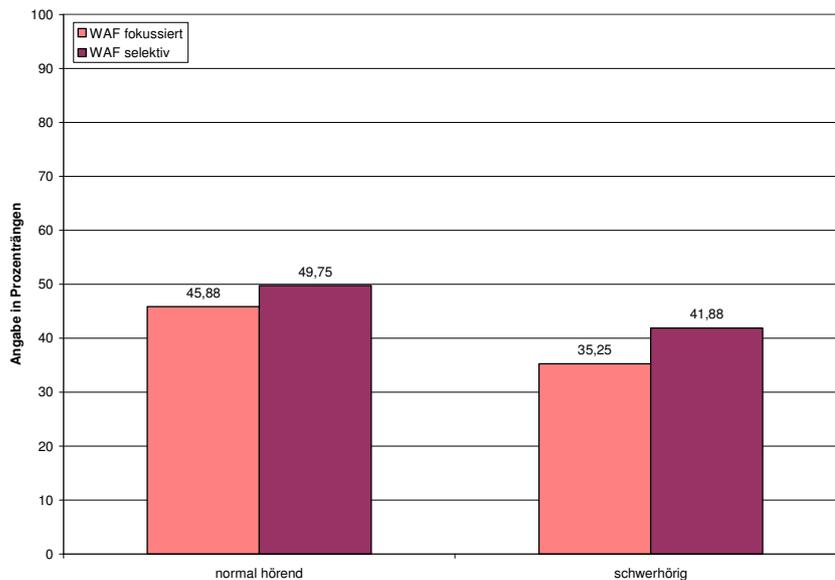
**Tabelle 10: Zusammenfassung der Ergebnisse des VLMT\_R und RCFT\_R und ihre Signifikanz**

### 5.3. Ergebnisse des WAFs

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse des WAFs beschrieben.

#### 5.3.1. Gruppenergebnisse (fokussiert vs. selektiv)

Für die Darstellung der Ergebnisse in Diagramm 8 wurden für beide Gruppen die durchschnittlichen Leistungen in den einzelnen Komponenten des WAFs *auditiv* und des WAFs *visuell* zu einem Gesamtwert unter der Bezeichnung WAF *fokussiert* zusammengefasst. Die durchschnittlichen Leistungen in den einzelnen Komponenten des WAFs *auditiv* und des WAFs *visuell* wurden ebenfalls zu einem Gesamtwert zusammengefasst. Dieser Gesamtwert ist im Diagramm unter der Bezeichnung WAF *selektiv* zu finden. Der Vergleich der Leistungen geschah zum einen, um herauszufinden, welche Gruppe in welchem Aufmerksamkeitsbereich höhere Leistungen erzielte. Zum anderen diente der Vergleich dazu, herauszufinden, wie groß die Differenz der Leistungen innerhalb der einzelnen Gruppen war.



**Diagramm 8: Vergleich WAF fokussiert gesamt mit WAF selektiv gesamt**

Die normal hörenden Teilnehmer erreichten in den Komponenten zur fokussierten Aufmerksamkeit durchschnittlich einen Prozentrang von 45,88.

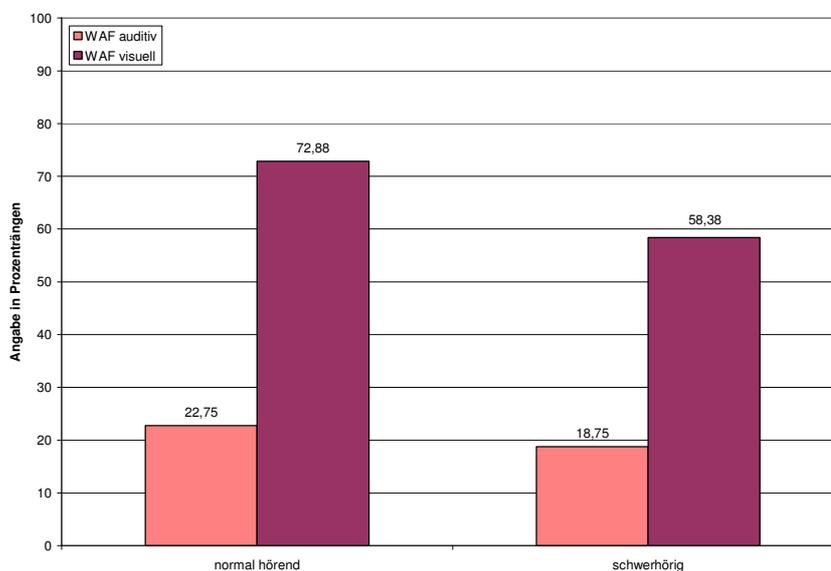
In den Komponenten zur selektiven Aufmerksamkeit wurde durchschnittlich ein Prozentrang von 49,75 erreicht. Die Differenz betrug 3,87.

Die schwerhörigen Teilnehmer erreichten in den Komponenten zur fokussierten Aufmerksamkeit durchschnittlich einen Prozentrang von 35,25.

In den Komponenten zur selektiven Aufmerksamkeit wurde durchschnittlich ein Prozentrang von 41,88 erreicht. Die Differenz betrug 6,63.

### 5.3.2. Gruppenergebnisse (auditiv vs. visuell)

Für die Darstellung der Ergebnisse in Diagramm 9 wurden für beide Gruppen die durchschnittlichen Leistungen in den einzelnen Komponenten des *WAFs auditiv* und des *WAFs auditiv* zu einem Gesamtwert unter der Bezeichnung *WAF auditiv* zusammenfasst. Die durchschnittlichen Leistungen in den einzelnen Komponenten des *WAFs visuell* und des *WAFs visuell* wurden ebenfalls zu einem Gesamtwert zusammengefasst. Dieser Gesamtwert ist im Diagramm unter der Bezeichnung *WAF visuell* zu finden. Der Vergleich der Leistungen geschah zum einen, um herauszufinden, welche Gruppe in welcher Aufmerksamkeitsmodalität höhere Leistungen erzielte. Zum anderen diente der Vergleich dazu, herauszufinden, wie groß die Differenz der Leistungen innerhalb der einzelnen Gruppen war.



**Diagramm 9: Vergleich WAF auditiv gesamt mit WAF visuell gesamt**

Die normal hörenden Teilnehmer erreichten in den Komponenten zur auditiven Aufmerksamkeit durchschnittlich einen Prozentrang von 22,75.

In den Komponenten zur visuellen Aufmerksamkeit wurde durchschnittlich ein Prozentrang von 72,88 erreicht. Die Differenz betrug 50,13.

Die schwerhörigen Teilnehmer erreichten in den Komponenten zur auditiven Aufmerksamkeit durchschnittlich einen Prozentrang von 18,75.

In den Komponenten zur visuellen Aufmerksamkeit wurde durchschnittlich ein Prozentrang von 58,38 erreicht. Die Differenz betrug 39,63.

### *Zusammenfassung*

In den Tabellen 11 und 12 werden die bereits grafisch dargestellten Ergebnisse zusammengefasst und auf ihre Signifikanz hin überprüft.

	Normal hörende Gruppe	Schwerhörige Gruppe	Signifikanz
WAF fokussiert	45,88	35,25	p=0,313
WAF selektiv	49,75	41,88	p=0,487
Signifikanz	p=0,644	p=0,203	

**Tabelle 11: Zusammenfassung der Ergebnisse des WAFs fokussiert mit WAFs selektiv und ihre Signifikanz**

	Normal hörende Gruppe	Schwerhörige Gruppe	Signifikanz
WAF auditiv	22,75	18,75	p=0,426
WAF visuell	72,88	58,38	p=0,320
Signifikanz	<b>p=0,003</b> <b>→ Signifikant</b>	<b>p=0,014</b> <b>→ Signifikant</b>	

**Tabelle 12: Zusammenfassung der Ergebnisse des WAFs auditiv mit WAFs visuell und ihre Signifikanz**

## 6. Diskussion

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse ausführlich analysiert und interpretiert. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse aufgrund der kleinen Stichprobe nicht repräsentativ sind. Es kann jedoch eine Tendenz angegeben werden.

Im Anschluss an die Interpretation wird eine Antwort auf die zuvor genannte Fragestellung gegeben und die Ergebnisse vor dem bestehenden theoretischen Hintergrund dargestellt.

### Hypothesen:

H1: Es besteht ein Unterschied in den Prozessen des Arbeitsgedächtnisses zwischen normal hörenden und schwerhörigen Personen, wobei modalitätsspezifische Leistungsunterschiede festzustellen sind. Diese äußern sich vor allem in einer eingeschränkten Verarbeitung auditiver Informationen bei schwerhörigen Personen.

H0: Es besteht kein Unterschied in den Prozessen des Arbeitsgedächtnisses zwischen den beiden Gruppen und es können keine modalitätsspezifischen Leistungsunterschiede festgestellt werden.

### Fragestellung:

*Hat ein eingeschränktes Hörvermögen bei postlingual schwerhörigen Erwachsenen im Alter zwischen 20 und 40 Jahren einen Einfluss auf Prozesse des Arbeitsgedächtnisses und wenn ja, wie äußert sich dieser Einfluss?*

## 6.1. Interpretation der Ergebnisse

In diesem Kapitel werden zunächst die Ergebnisse der sprachlich-auditiven und visuell-räumlichen Subtests interpretiert. Anschließend wird auf die Ergebnisse des WAFs eingegangen.

Bei den Erläuterungen der Einzelleistungsvergleiche werden folgende Abkürzungen für die Teilnehmer der Studie verwendet.

S.J., B.G., K.U. = Teilnehmer der schwerhörigen Gruppe (Probandengruppe)

L.H., A.K., C.K. = Teilnehmer der normal hörenden Gruppe (Kontrollgruppe)

Die sechs Teilnehmer der Studie wurden für den Einzelleistungsvergleich wie folgt miteinander gematcht:

L.H. mit S.J.

A.K. mit B.G.

C.K. mit K.U.

### 6.1.1. Ergebnisse der sprachlich-auditiven und visuell-räumlichen Subtests

Bei der Betrachtung der Ergebnisse aller sprachlich-auditiven und visuell-räumlichen Subtests lassen sich die folgenden drei Hauptergebnisse ableiten:

- 1.) Die schwerhörigen Teilnehmer erreichten in allen Subtests durchschnittlich höhere Werte als die normal hörenden Teilnehmer.
- 2.) Die schwerhörigen Teilnehmer erreichten in den sprachlich-auditiven Subtests durchschnittliche höhere Werte als in den visuell-räumlichen Subtests.
- 3.) Die normal hörenden Teilnehmer erreichten in den visuell-räumlichen Subtests durchschnittliche höhere Werte als in den sprachlich-auditiven Subtests.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse waren insbesondere die ersten beiden Hauptergebnisse interessant, da diese nicht mit den zuvor beschriebenen Erwartungen der Untersucher übereinstimmten. Die Tatsache, dass die schwerhörigen Personen in allen Subtests höhere Leistungen erzielten, ist ein Ergebnis, mit dem zuvor nicht gerechnet wurde. Da die Signifikanzberechnungen jedoch keine signifikanten Leistungsunterschiede bezüglich der

beiden Gruppen ergaben (vgl. dazu Tabelle 5), deutet dies darauf hin, dass die Informationsverarbeitung beider Gruppen vergleichbar ist und somit kein Einfluss der Schwerhörigkeit auf genannte Prozesse nachgewiesen werden kann. Dies gilt sowohl für die Informationsverarbeitung im visuell-räumlichen Notizblock, als auch in der phonologischen Schleife.

Besonders auffällig ist in diesem Zusammenhang, dass auch speziell die Verarbeitung in der phonologischen Schleife bei den schwerhörigen Personen unberührt blieb. Dies spiegelte sich in den höheren Leistungen dieser Personengruppe in den sprachlich-auditiven Subtests im Vergleich zu den visuell-räumlichen Subtests wider (vgl. dazu Diagramm 1 und 2). Der gefundene Leistungsunterschied war jedoch auch zwischen den beiden Modalitäten nicht signifikant ( $p=0,690$ ). Aus diesem Ergebnis wird erneut deutlich, dass die Informationsverarbeitung in beiden Segmenten (phonologische Schleife und visuell-räumlicher Notizblock) gleich gut verläuft und keine Modalität bevorzugt wird.

Innerhalb der Gruppe der normal hörenden Teilnehmer ließ sich ein nicht-signifikanter Unterschied ( $p=0,421$ ) zu Gunsten der visuell-räumlichen Tests feststellen (65,28% im Vergleich zu 61,07%). Dies zeigt zwar ein gegensätzliches Bild gegenüber der Gruppe der schwerhörigen Personen, bezüglich der annähernd identischen Informationsverarbeitung in den einzelnen Segmenten können jedoch auch hier gesagt werden, dass die Verarbeitung in beiden Modalitäten unbeeinträchtigt ist und keine Modalität bevorzugt wird.

Inwiefern die Hauptergebnisse im direkten Vergleich zweier gematchter Subtests bestätigt werden konnten, wird in Tabelle 13 gezeigt. Die Angaben beziehen sich auf die Diagramme 3-7, die in Kapitel 5 dargestellt wurden. Anschließend zeigt Tabelle 14, inwiefern die Hauptergebnisse im Einzelleistungsvergleich bestätigt werden konnten. Die Angaben beziehen sich auf die Diagramme 3a-c, 4a-c, 5a-c, 6a-c sowie 7a-c, die sich im Anhang befinden.

<u>Subtestvergleich</u>	<u>Ergebnis 1 bestätigt?</u>	<u>Ergebnis 2 bestätigt?</u>	<u>Ergebnis 3 bestätigt?</u>
ZN_V mit BTT_V	Ja	Ja	<b>Nein</b>
ZN_R mit BTT_R	Ja	<b>Nein</b>	Ja
VLMT_IR mit RCFT_IR	Ja	<b>Nein</b>	Ja
VLMT_DR mit RCFT_DR	Ja	Ja	Ja
VLMT_R mit RCFT_R	Ja	Ja	<b>Nein</b>

**Tabelle 13: Interpretation der Hauptergebnisse im Subtestvergleich**

<u>Einzelleistungs- vergleich</u>	<u>L.H. und S.J. Ergebnisse bestätigt?</u>			<u>A.K. und B.G. Ergebnisse bestätigt?</u>			<u>C.K. und K.U. Ergebnisse bestätigt?</u>		
	Erg. 1	Erg. 2	Erg. 3	Erg. 1	Erg. 2	Erg. 3	Erg. 1	Erg. 2	Erg. 3
ZN_V mit BTT_V	Ja	<b>Nein</b>	Ja	Ja	Ja	<b>Nein</b>	Ja	Ja	<b>Nein</b>
ZN_R mit BTT_R	Ja	<b>Nein</b>	Ja	<b>Nein</b>	<b>Nein</b>	Ja	Ja	<b>Nein</b>	Ja
VLMT_IR mit RCFT_IR	Ja	<b>Nein</b>	<b>Nein</b>	Ja	<b>Nein</b>	Ja	Ja	Ja	Ja
VLMT_DR mit RCFT_DR	Ja	Ja	<b>Nein</b>	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
VLMT_R mit RCFT_R	Ja	Ja	<b>Nein</b>	Ja	Ja	<b>Nein</b>	Ja	Ja	<b>Nein</b>

**Tabelle 14: Interpretation der Hauptergebnisse im Einzelleistungsvergleich**

Wie aus Tabelle 13 und 14 ersichtlich wird, konnte das erste Hauptergebnis auch in allen Subtestvergleichen, sowie fast allen Einzelleistungsvergleichen bestätigt werden. Dies unterstreicht noch einmal die allgemein stärkeren Leistungen der schwerhörigen Teilnehmer, im Vergleich zu denen der normal hörenden Teilnehmer.

Die Hauptergebnisse zwei und drei konnten hingegen nicht durchgängig bestätigt werden. In fast allen Subtestvergleichen kamen auch bessere Leistungen der normal hörenden

Teilnehmer in den sprachlich-auditiven Subtests, sowie bessere Leistungen der schwerhörigen Teilnehmer in den visuell-räumlichen Subtests vor.

Bezüglich der Subtestvergleiche wurden keine signifikanten Werte gefunden, weder zwischen den beiden Gruppen, noch im Vergleich zweier Subtests innerhalb der Gruppen (vgl. dazu Tabelle 6-10).

Für die Einzelleistungsvergleiche konnte keine Signifikanzberechnung durchgeführt werden, da lediglich zwei Werte für die Berechnung zur Verfügung standen.

#### 6.1.1.1. Exemplarische Darstellung des Einzelleistungsvergleiches C.K./ K.U.

Aus den Ergebnissen der visuell-räumlich und sprachlich-auditiven Subtests geht hervor, dass die Teilnehmer beider Gruppen sehr individuelle Leistungen in den einzelnen Subtests zeigten. Es wird keine eindeutige Tendenz bezüglich modalitätsspezifischer Leistungen sichtbar. Diese Tatsache erschwert die Analyse der einzelnen Prozesse des Arbeitsgedächtnisses. Aus diesem Grund sollen diese nun exemplarisch anhand eines Einzelleistungsvergleiches (C.K. und K.U.) dargestellt und mit den zugehörigen Subtests in Verbindung gebracht werden.

#### *ZN\_V und ZN\_R*

Der Subtest *ZN\_V* überprüft die Merkspanne der phonologischen Schleife anhand des Nachsprechens von Zahlenreihen. Bei der Betrachtung der Rohwerte zeigten sich bei beiden Teilnehmern keine Auffälligkeiten. Sie lagen mit einer Merkspanne von 6, bzw. 7 Items im Normalbereich, da die Spanne für sprachliches Material  $7\pm 2$  Items beträgt (vgl. dazu Kapitel 2.2.). Die Kapazität der phonologischen Schleife ist somit in beiden Fällen nicht beeinträchtigt.

Der Subtests *ZN\_R* überprüft die generelle Leistung des Arbeitsgedächtnisses bezüglich der sprachlich-auditiven Modalität. Bei dieser Aufgabe steigen die Leistungen an das Arbeitsgedächtnis. Dies hat den Grund, dass die jeweiligen Items gespeichert und gleichzeitig manipuliert werden, da sie in einer neuen Reihenfolge angeordnet werden müssen. In diesem Subtest zeigten beide Teilnehmer eine Merkspanne von 4 Items, welche auch im Normalbereich liegt. Daraus wird ersichtlich, dass die Manipulation und anschließende Wiedergabe sprachlicher Items eine deutlich höhere Anforderung an das Arbeitsgedächtnis stellt, als die reine Wiedergabe ohne Manipulation. Dies geschieht jedoch vermutlich

unabhängig von Einflüssen des Hörvermögens, da beide Teilnehmer eine gleiche Spanne aufwiesen.

In beiden Subtests mussten Zahlen reproduziert werden, wodurch ein Einfluss des Langzeitgedächtnisses nicht ausgeschlossen werden kann. Dies wäre nur bei Pseudowörtern der Fall.

#### *BTT\_V* und *BTT\_R*

Der Subtest *BTT\_V* überprüft die Blockspanne des visuell-räumlichen Notizblockes. Bei der Betrachtung der Rohwerte kann zusammenfassend gesagt werden, dass beide Teilnehmer Werte im Normbereich erzielten. Es handelte sich um die Werte 5 bzw. 6. Eine Blockspanne gilt als unbeeinträchtigt, wenn mindestens der Wert 5 erreicht wird. Vergleicht man diese Werte mit denen des *ZN\_V*, kann eine minimal höhere Kapazität der phonologischen Schleife festgestellt werden.

Der Subtest *BTT\_R* überprüft, wie auch der Subtest *ZN\_R*, die Leistung des generellen Arbeitsgedächtnisses, allerdings für die visuell-räumliche Modalität. Auch hier werden höhere Anforderungen an das Arbeitsgedächtnis gestellt, da Informationen gespeichert und neu bearbeitet werden müssen. C.K. erreichte in diesem Subtest eine Blockspanne von 6, K.U. hingegen erreichte eine Blockspanne von 7. Vergleicht man die Leistungen der beiden Subtests *BTT\_V* und *BTT\_R* miteinander, kann festgestellt werden, dass die beiden Teilnehmer im *BTT\_R* höhere Werte erreichten, obwohl dieser Subtest mit höheren Anforderungen verbunden ist. Im Vergleich zu den Ergebnissen des *ZN\_R* kann geschlussfolgert werden, dass die Manipulation visuell-räumlicher Informationen scheinbar leichter ist, als die Manipulation sprachlich-auditiver Informationen. Eine mögliche Begründung hierfür wäre, dass visuell-räumliche Informationen direkt im Notizblock gespeichert und deshalb auch direkt abgerufen werden können. Sprachlich-auditive Informationen müssen hingegen durch *rehearsal* aufgefrischt werden, damit sie nicht verloren gehen (vgl. dazu Kapitel 2.2.). Dies erschwert das Aufrufen der Informationen in umgekehrter Reihenfolge.

#### *VLMT\_IR*, *VLMT\_DR*, *VLMT\_R*

Der *VLMT\_IR* misst die unmittelbare Abrufleistung für sprachliches Material. Mit dem *VLMT\_DR* können Informationen über die Abrufleistung nach einer zeitlichen Verzögerung

erlangt werden. Der *VLMT\_R* gibt Aufschluss über die Wiedererkennungslleistung zuvor angebotenen sprachlichen Materials. Mit den Subtests *VLMT\_DR* und *VLMT\_R* kann zusätzlich überprüft werden, ob der Transfer der sprachlich-auditiven Informationen in das Langzeitgedächtnis erfolgreich war.

Die Teilnehmer erreichten in allen drei Subtests unauffällige Werte. Hieraus kann geschlussfolgert werden, dass alle drei Prozesse unbeeinträchtigt sind, da die Informationen wahrgenommen, gespeichert und wieder abgerufen werden konnten. Beide Teilnehmer zeigten zudem eine höhere Wiedererkennungslleistung im Subtest *VLMT\_R*, im Vergleich zu der Reproduktionsleistung, die in den anderen beiden Subtests des *VLMT* gefordert wurde. Die Wiedererkennungslleistung stellt weniger Anforderungen an das Arbeitgedächtnis und ist deshalb leichter zu bewältigen als die Reproduktionsleistung. Dies wurde in einer Studie von Berg & Deelman im Jahr 1995 herausgefunden. Die Ergebnisse des *VLMTs* lassen eine einwandfreie Funktion der phonologischen Schleife vermuten.

#### *RCFT\_IR, RCFT\_DR, RCFT\_R*

Der *RCFT\_IR* misst die unmittelbare Abrufleistung für visuell-räumliches Material. Mit dem *RCFT\_DR* können Informationen über die Abrufleistung nach einer zeitlichen Verzögerung erlangt werden. Der *RCFT\_R* gibt Aufschluss über die Wiedererkennungslleistung zuvor angebotenen, visuell-räumlichen Materials.

Betrachtet man die unmittelbare Abrufleistung des *RCFT\_IR* kann bei K.U. eine etwas höhere Leistung im Vergleich zu C.K. festgestellt werden. Bezüglich des Subtests *RCFT\_DR* wird der Leistungsunterschied zwischen den beiden Teilnehmern größer. Während bei K.U. die Leistung ansteigt, wird diese bei C.K. etwas schlechter. Hieraus kann geschlussfolgert werden, dass bei C.K. die Informationen ins Langzeitgedächtnis nicht so gut übertragen wurden, im Vergleich zu K.U. Im dritten Subtest *RCFT\_R* kann bei K.U. ein deutlicher Leistungsabfall, der in den unterdurchschnittlichen Bereich führt, beobachtet werden, während C.K. nur einen weiteren leichten Leistungsabfall verzeichnet. Eine mögliche Erklärung für die schlechte Leistung von K.U. könnte eine Schwäche in der einzelheitlichen Betrachtung von grafischen Figuren sein. Insgesamt kann gesagt werden, dass C.K. über die Subtests hinweg betrachtet eine relativ konstante Leistung aufwies, wohingegen K.U. deutlichen Leistungsschwankungen unterworfen war. Dass beide Teilnehmer in der Wiedererkennungsaufgabe den niedrigsten Wert erreichten, ist auffällig, besonders im

Vergleich zu der Wiedererkennungsleistung, die im *VLMT\_R* gefordert wurde. Es kann geschlussfolgert werden, dass sprachlich-auditive Informationen vermutlich leichter wiedererkannt werden als visuell-räumliche. Eine Begründung für dieses Phänomen könnte darin zu finden sein, dass die Wörter der Wiedererkennungsliste im *VLMT\_R* in derselben Form angeboten wurden, wie zuvor in den Lernlisten. Im *RCFT\_R* wurden jedoch Teile der komplexen Figur isoliert dargestellt, was nicht der ursprünglichen Darstellungsform entsprach und auf Probleme in der einzelheitlichen Betrachtung von Figuren hindeuten könnte.

Entgegen der zuvor aufgestellten Vermutung, mithilfe der Testreihe einzelne Prozesse des Arbeitsgedächtnisses analysieren zu können, mussten die Untersucher feststellen, dass dies nicht möglich war. Die getrennte Betrachtung der drei Prozesse *encoding*, *rehearsal* und *recall* war mit dieser Methode nicht möglich, da lediglich Testergebnisse für die Interpretation zur Verfügung standen. Diese lieferten zwar Informationen über den Erfolg der gesamten Verarbeitungsprozedur, aber nicht über Schwächen, bzw. Stärken, einzelner Prozesse. Aus diesem Grund wurde hier lediglich auf die verarbeitenden Subsysteme des Modells von Baddeley eingegangen.

### 6.1.2. Ergebnisse des WAFs

In diesem Kapitel werden zunächst die Ergebnisse des WAFs hinsichtlich der Aufmerksamkeitsbereiche fokussiert und selektiv interpretiert. Anschließend werden die Ergebnisse modalitätsspezifisch betrachtet.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse des WAFs (vgl. dazu Diagramm 8; fokussiert und selektiv), lassen sich die folgenden beiden Hauptergebnisse hinsichtlich der zwei Aufmerksamkeitsbereiche ableiten:

- 1.) Über alle Komponenten hinweg betrachtet, erreichten sowohl die schwerhörigen, als auch die normal hörenden Teilnehmer bei den beiden Subtests zur selektiven Aufmerksamkeit im Durchschnitt höhere Werte, im Vergleich zu den Subtests zur fokussierten Aufmerksamkeit.
- 2.) Die Differenz zwischen den Subtests zur fokussierten und zur selektiven Aufmerksamkeit war bei der Gruppe der schwerhörigen Teilnehmer im Durchschnitt größer, als bei der Gruppe der normal hörenden Teilnehmer.

Inwiefern die Hauptergebnisse auch im Einzelleistungsvergleich bestätigt werden konnten, wird in Tabelle 15 gezeigt. Die zugehörigen Säulendiagramme können im Anhang unter den Diagrammnummern 8a bis 8c gefunden werden.

<u>Einzelleistungsvergleich</u>	<u>L.H. und S.J.</u> <u>Ergebnisse bestätigt?</u>	<u>A.K. und B.G.</u> <u>Ergebnisse bestätigt?</u>	<u>C.K. und K.U.</u> <u>Ergebnisse bestätigt?</u>
Ergebnis 1	<b>Nein</b> (bei S.J. [schwerhörig])	<b>Nein</b> (bei B.G. [schwerhörig])	Ja
Ergebnis 2	Ja	<b>Nein</b>	Ja

**Tabelle 15: Interpretation der Hauptergebnisse des WAFs fokussiert und WAFs selektiv im Einzelleistungsvergleich**

Bei der Betrachtung der Hauptergebnisse wird deutlich, dass diese mit den Erwartungen der Untersucher übereinstimmen.

Wie zuvor beschrieben gingen die Untersucher davon aus, dass die Aufgaben zur selektiven Aufmerksamkeit von den Teilnehmern der Studie leichter bewältigt werden können, als die Aufgaben zur fokussierten Aufmerksamkeit, da die Anforderungen an das Arbeitsgedächtnis geringer sind. Diese Annahme konnte auch durch die Ergebnisse dieser Studie nachgewiesen werden, da in den Aufgaben zur selektiven Aufmerksamkeit durchschnittlich höhere Prozentränge erreicht wurden. Dies war auch in den meisten Einzelleistungsvergleichen zu sehen. Zwei schwerhörige Teilnehmer wichen jedoch von diesem Ergebnis ab.

Im Vorfeld der Testabnahmen wurde ebenfalls erwartet, dass der Leistungsunterschied zwischen den beiden Aufmerksamkeitsbereichen bei den schwerhörigen Teilnehmern größer ausfallen würde, als bei den normal hörenden Teilnehmern. Diese Vermutung wurde aufgestellt, da Shinn-Cunningham in einer Studie im Jahr 2008 herausfand, dass die periphere Verarbeitung bei Aufgaben zur fokussierten Aufmerksamkeit bei schwerhörigen Personen deutlich langsamer verläuft. Daraus schlussfolgerten die Untersucher, dass Aufgaben zur fokussierten Aufmerksamkeit von schwerhörigen Personen noch deutlich schlechter bewältigt werden können, als von normal hörenden Personen und daher die Diskrepanz größer ist. Die Testergebnisse bestätigten diese Erwartung. Bis auf eine Ausnahme konnte das Ergebnis auch in den Einzelleistungsvergleichen bestätigt werden.

In Diagramm 9 (vgl. dazu Kapitel 5.3.2.) wurden die Ergebnisse modalitätsspezifisch dargestellt. Hieraus lassen sich die beiden folgenden Hauptergebnisse ableiten:

- 1.) Über alle Komponenten hinweg betrachtet, erreichten sowohl die schwerhörigen, als auch die normal hörenden Teilnehmer bei den Subtests zur visuellen Aufmerksamkeit im Durchschnitt höhere Werte im Vergleich zu den Subtests zur auditiven Aufmerksamkeit.
- 2.) Die Differenz zwischen den Subtests zur auditiven und zur visuellen Aufmerksamkeit war bei der Gruppe der normal hörenden Teilnehmer im Durchschnitt größer, als bei der Gruppe der schwerhörigen Teilnehmer.

Inwiefern die Hauptergebnisse im Einzelleistungsvergleich bestätigt werden konnten, wird in Tabelle 16 gezeigt. Um zu verdeutlichen, in welchen Fällen das Ergebnis nicht bestätigt werden konnte, werden diese hervorgehoben. Die zugehörigen Säulendiagramme können im Anhang unter den Diagrammnummern 9a bis 9c gefunden werden.

<u>Einzelleistung</u> <u>s-vergleich</u>	<u>L.H. und S.J.</u> <u>Ergebnisse bestätigt?</u>	<u>A.K. und B.G.</u> <u>Ergebnisse bestätigt?</u>	<u>C.K. und K.U.</u> <u>Ergebnisse bestätigt?</u>
Ergebnis 1	Ja	Ja	Ja
Ergebnis 2	<b>Nein</b>	Ja	Ja

**Tabelle 16: Interpretation der Hauptergebnisse des WAFs auditiv und WAFs visuell im Einzelleistungsvergleich**

Das erste Hauptergebnis zeigt, dass beide Gruppen in den visuellen Subtests des WAFs bessere Leistungen erzielten. Dies wird auch bei der Betrachtung der Einzelleistungsvergleiche sichtbar. Vor allem in Bezug auf die Gruppe der schwerhörigen Teilnehmer stimmt dieses Ergebnis mit den Erwartungen der Untersucher überein. Aufgrund ihres eingeschränkten Hörvermögens gingen die Untersucher davon aus, dass diese die auditiven Tests deutlich schlechter bewältigen würden, als die visuellen Tests. Über die Leistung der normal hörenden Teilnehmer wurde zuvor keine Vermutung aufgestellt, da dies nicht unmittelbar für die Beantwortung der Fragestellung relevant war. Allerdings überrascht dieses Ergebnis, da nicht erwartet wurde, dass beide Gruppen annähernd gleiche Leistungen zeigen würden. Zwischen den Gruppen wurden keine signifikanten Unterschiede gefunden (vgl. dazu Tabelle 12). Insgesamt kann geschlussfolgert werden, dass die Aufgaben zur visuellen Aufmerksamkeit von beiden Teilnehmergruppen deutlich besser bewältigt werden konnten, als die Aufgaben zur auditiven Aufmerksamkeit. Betrachtet man Tabelle 12, fällt auf, dass der Unterschied innerhalb beider Gruppen zwischen den auditiven und visuellen Leistungen signifikant ist ( $p=0,003$  und  $p=0,014$ ).

Im Rahmen des zweiten Hauptergebnisses wurde festgestellt, dass die Differenz zwischen den beiden Aufmerksamkeitsmodalitäten bei den normal hörenden Teilnehmern im Allgemeinen stärker ausgeprägt war, als bei den schwerhörigen Teilnehmern. Dies ist ein überraschendes Ergebnis, da dieser Effekt bei den Teilnehmern der schwerhörigen Gruppe erwartet wurde. Es wurde erwartet, dass die schwerhörigen Teilnehmer im visuellen Bereich gleiche oder bessere

Leistungen als die normal hörenden Teilnehmer erzielen würden und im auditiven Bereich aufgrund der Schwerhörigkeit einen deutlichen Leistungsabfall gegenüber den normal hörenden Teilnehmern verzeichnen würden. Der Unterschied zwischen den Modalitäten hätte in der Gruppe der schwerhörigen Teilnehmer somit größer ausfallen müssen. Zwar erreichten sie in der auditiven Modalität niedrigere Leistungen als die normal hörende Gruppe, aber gleichzeitig auch in der visuellen Modalität.

Im Einzelleistungsvergleich weicht lediglich ein gematchtes Teilnehmerpaar von diesem Ergebnis ab, was auf eine relativ niedrige Leistung der schwerhörigen Teilnehmerin in den auditiven Subtests zurückgeführt werden kann.

Insgesamt konnten ausschließlich bezüglich der Modalitäten in beiden Gruppen signifikante Unterschiede festgestellt werden. Aufgrund der nicht signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen (vgl. dazu Tabelle 11 und 12) kann, in Bezug auf das Arbeitsgedächtnismodell von Baddeley gesagt werden, dass die Leistung der zentralen Exekutive, die für die Aufmerksamkeitssteuerung verantwortlich ist, nicht durch ein eingeschränktes Hörvermögen beeinträchtigt wird.

## 6.2. Beantwortung der Fragestellung

Unter Berücksichtigung aller bereits beschriebener Testergebnisse kann, unter Vorbehalt, geschlussfolgert werden, dass ein eingeschränktes Hörvermögen keinen Einfluss auf die Prozesse des Arbeitsgedächtnisses hat. Im Rahmen dieser Studie konnte kein deutlicher Leistungsunterschied zwischen den beiden Teilnehmergruppen aufgezeigt werden, die beiden Variablen wiesen somit keinen Zusammenhang auf. Im Vorfeld vermutete modalitätsspezifische Leistungsunterschiede waren zum Teil vorhanden, konnten aber weder bei der normal hörenden Teilnehmergruppe, noch bei der Gruppe der schwerhörigen Teilnehmer durchweg zu Gunsten einer Modalität bestätigt werden.

Auch die Aufmerksamkeitsleistungen der Studienteilnehmer unterschieden sich durchschnittlich nicht signifikant voneinander. Innerhalb der beiden Gruppen wurden jedoch signifikante modalitätsspezifische Unterschiede gefunden. Hier konnten deutlich bessere Leistungen beider Gruppen in den visuellen Subtests verzeichnet werden.

In Bezug auf die aufgestellten Hypothesen kann folgendes festgestellt werden:

Die Hypothese H1 konnte nicht bewiesen werden.

Es besteht ein Unterschied in den Prozessen des Arbeitsgedächtnisses zwischen normal hörenden und schwerhörigen Personen, wobei modalitätsspezifische Leistungsunterschiede festzustellen sind. Diese äußern sich vor allem in einer eingeschränkten Verarbeitung auditiver Informationen bei schwerhörigen Personen.

Somit bleibt die Hypothese H0 bestehen.

Es besteht kein Unterschied in den Prozessen des Arbeitsgedächtnisses zwischen den beiden Gruppen und es können keine modalitätsspezifischen Leistungsunterschiede festgestellt werden.

Im Rahmen dieser Studie konnte die Hypothese H1 nicht bewiesen werden. Da es sich um eine kleine, nicht normal verteilte Stichprobe handelte, war es den Untersuchern jedoch nicht möglich, eine generalisierbare Aussage über den Zusammenhang der beiden Variablen zu treffen, womit H1 nicht vollständig verworfen werden konnte. Die Hypothese H0 bleibt bestehen.

Die Tatsache, dass kein Unterschied in den Prozessen des Arbeitsgedächtnisses zwischen beiden Gruppen gefunden wurde, spiegelt sich auch zum Teil in der gefundenen Fachliteratur wider. So konnten in vorhergehenden Studien nicht immer leistungsspezifische Unterschiede zwischen normal hörenden und schwerhörigen Personen festgestellt werden. Innerhalb einer Studie von Tun et al., 2009, konnten zwar Unterschiede beschrieben werden, diese traten jedoch nur unter erschwerten, dual-task Bedingungen auf.

Möglicherweise war die Testsituation in der nun durchgeführten Studie zu einfach gestaltet, sodass sich die Schwerhörigkeit nicht negativ auswirken konnte. Aufgrund der eins zu eins Situation (ein Testleiter und ein Studienteilnehmer) und der teilweisen Verwendung von Kopfhörern, herrschten in dieser Studie optimale Hörbedingungen. Die optimalen Hörbedingungen wurden zwar in einigen Testmomenten durch unkontrollierbare Hintergrundgeräusche auf dem Flur beeinflusst (z.B. Staubsaugen, Ganggeräusche), die Untersucher konnten jedoch bei den betroffenen Teilnehmern zu diesem Zeitpunkt keinen Leistungseinbruch feststellen. Aufgrund der Kenntnis der Untersucher über den Einfluss von Hintergrundgeräuschen, fragten sie die entsprechenden Teilnehmer, ob die Geräusche als störend empfunden wurden. Dies wurde von allen betroffenen Teilnehmern verneint.

Aufgrund früherer Forschungsergebnisse (vgl. dazu Rajan & Cainer, 2008; Rabbitt, 1968) kann dennoch davon ausgegangen werden, dass Schwerhörigkeit einen nennenswerten Einfluss auf die Prozesse des Arbeitsgedächtnisses nimmt, wenn die Hörbedingungen durch das Zufügen von Hintergrundgeräuschen deutlich erschwert werden.

Ferner spielten möglicherweise auch andere Faktoren eine Rolle. Der nicht vorhandene Unterschied zwischen beiden Gruppen könnte dadurch erklärt werden, dass der durchschnittliche Hörverlust bei den schwerhörigen Teilnehmern zu gering war, um Leistungsunterschiede zwischen den Gruppen aufzeigen zu können.

Eine andere elementare Begründung könnte damit zu tun haben, dass der untersuchte Zusammenhang zwischen den Variablen „Hörvermögen“ und „Prozessen des Arbeitsgedächtnisses“ erst ab einem bestimmten Alter zu Tage tritt. Diverse Studien belegten bereits das Vorhandensein dieses Zusammenhangs ab einem Lebensalter von 50 Jahren (De Maddalena, 2006; Wingfield et al., 2005; Tun, 1998; Sommers, 1996; Pichora-Fuller et al., 1995). Das durchschnittliche Lebensalter der Teilnehmer dieser Studie lag mit 25 Jahren deutlich unterhalb dieser Altersgrenze und kann so mitverantwortlich sein für das gefundene Ergebnis. Vor diesem Hintergrund kann die Hypothese aufgestellt werden, dass Schwerhörigkeit erst im höheren Lebensalter einen erkennbaren Einfluss auf Prozesse des Arbeitsgedächtnisses nimmt.

Eine andere Erklärung könnte sein, dass die schwerhörigen Teilnehmer der Studie durch eine höhere Anstrengung während der Testsituation, den im Flyer geäußerten Zusammenhang zwischen den Variablen, widerlegen wollten. Möglicherweise ließen sie daher eine höhere Motivation im Vergleich zu den normal hörenden Teilnehmern erkennen. Aufgrund ihres vorhandenen Handicaps haben sie unter Umständen zudem gelernt, sich von vornherein stärker auf Sprache zu konzentrieren, um ihr eingeschränktes Hörvermögen zu kompensieren.

Wie auch in der Studie von Rabbitt, 1991 beschrieben, konnte in dieser Studie bei normal hörenden Erwachsenen mittleren Alters kein signifikanter modalitätsspezifischer Unterschied festgestellt werden. Wie bereits erwähnt, konnte auch im Bereich der Aufmerksamkeit kein Leistungsunterschied zwischen den beiden Gruppen beobachtet werden. Ziel der Aufmerksamkeitstests war, eventuell vorhandene Einschränkungen in der Wahrnehmung (auditiv und visuell) bei beiden Teilnehmergruppen zu erkennen und gegebenenfalls bei der Auswertung der Ergebnisse zu berücksichtigen. Unterdurchschnittliche Leistungen in einer

oder beiden Modalitäten hätten möglicherweise die übrigen Testergebnisse beeinflussen können und wurden deshalb mit dem Aufmerksamkeitstest WAF kontrolliert.

Zekveld stellte in einer Studie 2007 fest, dass schwerhörige Personen bei visuellen Aufmerksamkeitsaufgaben keine verminderte Leistung aufwiesen. Auch in dieser Studie konnte dieses Ergebnis bestätigt werden, zusätzlich traf dies auch für die normal hörenden Teilnehmer zu. Die Vermutung der Untersucher, dass die schwerhörigen Teilnehmer bei Aufgaben zur auditiven Aufmerksamkeit, im Vergleich zu Aufgaben zur visuellen Aufmerksamkeit, schlechtere Leistungen erzielen werden, ließ sich in der Studie bestätigen. Hier erzielten allerdings beide Gruppen nur ein knapp durchschnittliches bis leicht unterdurchschnittliches Ergebnis, weshalb der gefundene Unterschied nicht dem eingeschränkten Hörvermögen zugeschrieben werden kann. Innerhalb beider Gruppen konnte jeweils ein signifikanter Unterschied bezüglich visueller und auditiver Leistungen festgestellt werden. Ein möglicher Grund für diese Ergebnisse könnte sein, dass die auditiven Subtests, im Vergleich zu den visuellen Subtests, höhere Anforderungen an die Aufmerksamkeit stellten. Dies wurde auch von allen Teilnehmern unabhängig voneinander subjektiv so empfunden.

Bezüglich der beiden Aufmerksamkeitsbereiche, fokussiert und selektiv, wurden in dieser Studie innerhalb beider Gruppen höhere Leistungen bei Aufgaben zur selektiven Aufmerksamkeit erzielt. Dies kommt sowohl mit der zuvor aufgestellten Vermutung der Untersucher, als auch mit verschiedenen wissenschaftlichen Erkenntnissen überein. Auch Lavie fand im Jahr 2005 heraus, dass schwerhörige Personen bei Aufgaben zur fokussierten Aufmerksamkeit schlechtere Ergebnisse erzielten, als bei Aufgaben zur selektiven Aufmerksamkeit. Dies wird damit erklärt, dass bei Aufgaben zur fokussierten Aufmerksamkeit die Anforderungen an das Arbeitsgedächtnis steigen.

Die Annahme von Lavie, dass sich schwerhörige Personen leichter durch Distraktoren ablenken lassen als normal hörende Personen, konnte in dieser Studie jedoch nicht nachgewiesen werden, da beide Gruppen ähnliche Ergebnisse erzielten. Durch die vergleichbaren Leistungen konnten die Ergebnisse der Gedächtnistests somit relativ unabhängig von den Aufmerksamkeitsleistungen interpretiert werden.

Obwohl im Rahmen dieser Studie eindeutig kein Zusammenhang zwischen erworbener Schwerhörigkeit und den Prozessen des Arbeitsgedächtnisses festgestellt werden konnte, kann

dieses Ergebnis nicht als allgemeingültig betrachtet werden. Eine sehr geringe Teilnehmerzahl und die Tatsache, dass die Stichprobe nur aus weiblichen Teilnehmern bestand, führten dazu, dass diese nicht normal verteilt war, was die Aussagekraft der Studie stark beeinflusst.

Um doch eine möglichst zuverlässige Aussage über den Sachverhalt zu bekommen, versuchten die Untersucher jedoch alle anderen Einfluss nehmenden Faktoren (Geschlecht, Bildungsgrad, Alter) so konstant wie möglich zu halten, um eine Tendenz des Zusammenhangs angeben zu können.

### 6.3. Methodologische Einschränkungen

Im Nachhinein müssen einige kritische Anmerkungen im Hinblick auf die Durchführung der Studie gemacht werden.

Die wichtigste Anmerkung, die in Bezug auf die methodologischen Einschränkungen gemacht werden muss, bezieht sich auf die geringe Teilnehmerzahl der Studie. Trotz intensiver Werbung von Teilnehmern der Probandengruppe konnten lediglich drei Personen mit Hörschädigung für diese Studie rekrutiert werden. Dies könnte vor allem an den strengen Einschlusskriterien gelegen haben, denen die Teilnehmer entsprechen mussten. Aus organisatorischen und praktischen Gründen mussten diese außerdem selbstständig zu dem Ort der Testung gelangen, was einen erheblichen Zeitaufwand mit sich brachte. Dies könnte, unter anderem, die Motivation der möglichen Teilnehmer an der Studie negativ beeinflusst haben. Aufgrund dieser niedrigen Teilnehmerzahl war es nicht möglich, eine repräsentative Untersuchungspopulation zusammen zu stellen. Diese bestand ausschließlich aus weiblichen Personen im Alter zwischen 23;5 und 29;2 Jahren. Der durchschnittliche Hörverlust aller Teilnehmer der Probandengruppe lag zudem bei maximal 50dB HL, womit nicht alle Schwerhörigkeitsgrade (bis 70dB HL) abgedeckt wurden. Aus diesen Gründen stellte diese Gruppe keine repräsentative Stichprobe aller schwerhörigen Personen dar, wodurch auch die Ergebnisse nicht generalisierbar sind.

Als eine weitere Einschränkung der Studie müssen die Testbedingungen kritisch betrachtet werden. Obwohl die Untersucher sich bemühten, die Testbedingungen für jeden Teilnehmer gleich zu halten, konnte dies nicht immer gelingen. Die Testabnahme fand zwar in einem zur Verfügung gestellten Testraum des Universitätsklinikums Aachen statt, allerdings beeinflussten Ganggeräusche auf dem Flur zeitweise die Testabnahme. Dies könnte zu

verfälschten Ergebnissen geführt haben, auch wenn sie nach eigenen Angaben der Teilnehmer als nicht störend empfunden wurden.

Eine weitere Verfälschung der auditiven Ergebnisse könnte aufgrund des nicht verwendeten USB-Headsets stattgefunden haben, welches den Untersuchern nicht zur Verfügung stand.

Die geringfügigen Unterschiede beider Teilnehmergruppen in allen Testbereichen könnten auf diese Einschränkungen zurückgeführt werden. Als die beiden wichtigsten Einschränkungen gelten allerdings die geringe Zahl der Teilnehmer und der vergleichsweise niedrige Hörverlust.

Auch bezüglich der Testauswahl müssen einige Einschränkungen genannt werden. Da zu der Klärung der Fragestellung bereits eine umfangreiche Testbatterie aufgestellt wurde, entschlossen sich die Untersucher, auf den zuvor geplanten Intelligenztest (Raven Progressiv Matrices), zu verzichten. Dies hätte den Zeitrahmen der Testabnahme gesprengt, worunter die Konzentrationsleistung der Teilnehmer gelitten hätte. Zudem hätte das erhaltene Leistungsprofil auch bei der Zusammensetzung der Teilnehmerpaare berücksichtigt werden müssen, was aufgrund der ohnehin geringen Stichprobengröße kaum möglich gewesen wäre. Der Intelligenztest sollte ursprünglich dazu dienen, kognitive Defizite, die auf einer möglichen unterdurchschnittlichen Intelligenz der Teilnehmer beruhen, bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen.

Anstatt des Intelligenzquotienten wurde sich am Bildungsgrad der Teilnehmer orientiert, um die kognitiven Fähigkeiten einschätzen zu können. Die Untersucher erkundigten sich im Vorfeld der Testung nach dem höchsten Schulabschluss der Teilnehmer und matchten die Kontrollgruppe entsprechend diesen Angaben.

Die Testauswahl geschah in Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Aachen, dennoch kann nicht sichergestellt werden, dass möglicherweise andere Testverfahren für diese Studie besser geeignet gewesen wären. Ein mögliches Beispiel hierfür wäre der *Wechsler Gedächtnistest (WMS-R)*, da dieser vergleichbare Werte für die Teilfunktionen verbales Gedächtnis, visuelles Gedächtnis, Aufmerksamkeit/Konzentration sowie verzögerte Wiedergabe und allgemeines Gedächtnis liefert. Der Test ist für Erwachsene normiert und ermöglicht eine schnelle und unkomplizierte Durchführung der Testprozedur.

#### 6.4. Vorschläge für weiterführende Untersuchungen

In einer eventuell stattfindenden weiterführenden Untersuchung sollte auf einen möglichst großen Stichprobenumfang geachtet werden. Um repräsentative Ergebnisse zu erhalten, wäre es von Vorteil, wenn die Stichprobe einen größeren Altersbereich (zwischen 20 und 40 Jahre) umfassen würde und alle Schwerhörigkeitsgrade (bis circa 70dB Hörverlust) abgedeckt werden würden. Da in der vorliegenden Studie der durchschnittliche Hörverlust aller Teilnehmer der Probandengruppe höchstens 50dB HL betrug, wäre vor allem die Einbeziehung von Personen mit einem stärkeren Hörverlust eine wichtige Ergänzung. Zudem sollten gleichermaßen weibliche und männliche Teilnehmer vertreten sein, damit von einer normal verteilten Stichprobe gesprochen werden kann.

Verbesserte Testbedingungen, wie eine gleich bleibende Anbietung auditiver Stimuli bei dem Aufmerksamkeitstest durch ein standardisiertes USB-Headset, und das Vermeiden von Umgebungsgeräuschen, könnten zu verlässlicheren Testergebnissen führen. Um zu überprüfen, ob der Zusammenhang zwischen Schwerhörigkeit und Prozessen des Arbeitsgedächtnisses unter erschwerten Bedingungen auftritt, könnten vergleichbare Tests in einer weiterführenden Studie unter dual-task Bedingungen abgenommen werden. Eine andere Möglichkeit wäre, die Gedächtnistests der aufgestellten Testreihe unter erschwerten Hörbedingungen abzunehmen, z.B. durch das Zufügen von Hintergrundgeräuschen.

Aus einer Studie von Wass et al., 2008 ging hervor, dass das Nachsprechen und das serielle Abrufen von Pseudowörtern dazu dient, die Kapazität der phonologischen Schleife, unabhängig von anderen Komponenten, zu betrachten (Gathercole & Pickering, 2000). Mithilfe dieser Aufgaben würde eine Überprüfung der Kapazität ermöglicht werden, ohne dass Prozesse des Langzeitgedächtnisses Einfluss nehmen. Der genannte Aspekt, der allerdings im Rahmen der aktuellen Studie nicht realisiert werden konnte, wäre eine gute Ergänzung gewesen, um weitere spezifische Informationen über den Zusammenhang von Schwerhörigkeit auf Prozesse des Arbeitsgedächtnisses zu erlangen.

Des Weiteren könnte parallel zu dem Testablauf eine bildgebende Studie (z.B. fMRT) durchgeführt werden. Mithilfe der bildgebenden Technik könnten aktive Hirnareale während der Testung dargestellt werden, wodurch möglicherweise innerhalb der Gruppen Unterschiede in der Aktivierung sichtbar werden. Mit dieser Technik könnte in Erfahrung gebracht werden, ob schwerhörige Personen ihre Defizite in der Verarbeitung auditiver Informationen anderweitig kompensieren.

### 6.5. Relevanz der Studie

Die Ergebnisse dieser Studie liefern in erster Linie neue Erkenntnisse über den Zusammenhang der beiden beschriebenen Variablen bei Erwachsenen mittleren Alters. Bis zum heutigen Zeitpunkt gibt es nur wenige Studien, die die genannte Altersgruppe in Bezug auf die Folgen der Schwerhörigkeit untersucht haben. Häufig wurden die Teilnehmer der Studien in größere Alterskategorien eingeteilt, so dass keine spezifischen Aussagen über den Zusammenhang bei Personen mittleren Alters getroffen werden konnten. Dies war unter anderem in den Studien von Zekveld et al., 2007 und Rossiter et al., 2006 der Fall.

Da reduzierte kognitive Fähigkeiten im hohen Alter häufig in Verbindung mit Schwerhörigkeit gebracht wurden (vgl. dazu die Studien von De Maddalena, 2006; Wingfield et al., 2005; Humes, 2002), stellt die aktuelle Studie eine sinnvolle Ergänzung der bereits bestehenden Forschungsergebnisse dar, denn es konnten altersbedingte, kognitive Effekte ausgeschlossen werden.

Eine weitere Besonderheit dieser Studie lag in der Tatsache begründet, dass nicht nur Speicherprozesse des Gedächtnisses überprüft, sondern auch Aspekte der auditiven und visuellen Aufmerksamkeit berücksichtigt wurden, um eventuell vorliegende Aufmerksamkeitsdefizite mit in die Interpretation aufnehmen zu können. Gleichzeitig wurde zwischen der Verarbeitung sprachlich-auditiver und visuell-räumlicher Informationen unterschieden.

Für den therapeutischen Alltag konnten mittels dieser Studie einige nützliche Erkenntnisse gewonnen werden. Es konnte die Tendenz angegeben werden, dass schwerhörige Personen mittleren Alters unter optimalen Hörbedingungen, im Vergleich zu Personen ohne Höreinschränkung, gleiche Gedächtnisleistungen erzielen können.

Der zuvor erwartete Unterschied zwischen normal hörenden und schwerhörigen Personen konnte in dieser Studie nicht nachgewiesen werden, sodass Schwerhörigkeit bei Personen mittleren Alters nicht automatisch mit schlechteren Gedächtnisleistungen in Verbindung gebracht werden kann. Da Schwerhörigkeit und die Folgen individuell sehr unterschiedlich ausgeprägt sein können, muss auf jeden einzelnen Patienten anders eingegangen werden. Es besteht die Gefahr, dass Verallgemeinerungen in Bezug auf die Auswirkungen der Schwerhörigkeit aufgestellt werden, womit die Probleme des Einzelnen weniger Beachtung

finden. Andererseits ist es wichtig, dass die Fähigkeiten schwerhöriger Personen nicht unterschätzt werden.

Im Rahmen der vorliegenden Studie konnten unter optimalen Hörbedingungen keine Einschränkungen gefunden werden. Die Untersucher gehen jedoch davon aus, dass unter erschwerten Hörbedingungen andere Ergebnisse erzielt worden wären, die den Zusammenhang von Schwerhörigkeit auf Prozesse des Arbeitsgedächtnisses deutlicher hätten hervortreten lassen. Innerhalb der Therapiesituation sollte daher auf optimale Hörbedingungen geachtet werden, um den Problemen schwerhöriger Personen entgegen zu wirken. Die einfachsten Vorkehrungen, die getroffen werden können, um optimale Therapiebedingungen in der Arbeit mit schwerhörigen Personen zu schaffen, wären z.B. das Vermeiden von Umgebungslärm, die Möglichkeit des Blickkontaktes zwischen Therapeut und Patient und die Reduzierung des Sprechtempos. Auch für die nähere Umgebung der Patienten gelten diese Tipps im täglichen Umgang mit schwerhörigen Personen.

#### 6.6. Fazit

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie lassen keinen signifikanten Zusammenhang zwischen den Variablen „Hörvermögen“ und „Prozessen des Arbeitsgedächtnisses“ bei postlingual schwerhörigen Personen mittleren Alters unter optimalen Hörbedingungen erkennen.

Sowohl die Probandengruppe, als auch die Kontrollgruppe zeigten in den verschiedenen Gedächtnistests modalitätsspezifische Unterschiede, allerdings waren die Unterschiede so gering, dass sie als nicht signifikant bezeichnet werden mussten. Innerhalb des Aufmerksamkeitstests wurden signifikante Unterschiede in beiden Gruppen zwischen den zwei Modalitäten auditiv und visuell gefunden. Hier zeigten beide Teilnehmergruppen deutlich bessere Leistungen in den visuellen Subtests. Allerdings waren die Leistungen der Gruppen in den Aufmerksamkeitstests des *WAFs* vergleichbar, wodurch die geringen Unterschiede beider Gruppen in den Leistungen der Gedächtnistests nicht mit Defiziten in der Aufmerksamkeit erklärt werden konnten.

## 7. Literaturliste:

Andersson, U. et al. (1999). Phonological deterioration in adults with an acquired severe hearing impairment: a deterioration in long-term memory or working memory? *Scandinavian Audiology*, 28, 241-247.

Baddeley, A., Gathercole, S. (1993). *Working memory and language*. Philadelphia: Psychology Press.

Baddeley, A., (2002). Is working memory still working? *European Psychologist*, 7, 85-97.

Bavelier, D et al. (2007). Ordered short-term memory differs in signers and speakers: Implications for models of short-term memory. *Cognition*, 107, 433-459.

Berger, T. (2007). Optimierung der akustischen Reize für die objektive Hörschwellenbestimmung durch AMFR. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Humanmedizin dem Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg.

Bogalski, A., Mingers A.(2001). Verbales Arbeitsgedächtnis, Sprachverarbeitungsprozess und Aphasie. *Forum Logopädie*, 4, 13-16.

Böhme, G. (2003). *Sprach-, Sprech-, Stimm- und Schluckstörungen Band 1: Klinik* (4. Auflage). München, Jena: Urban & Fischer Verlag.

Büttner, G. (2003). Gedächtnis: Neurowissenschaftliche Grundlagen- Störungen und deren Therapie- Aspekte der Entwicklung- Funktionsweise des Arbeitsgedächtnisses. *Sprache, Stimme, Gehör*, 27, 1-2.

Boutla, M. et al. (2004). Short-term memory span- insights from sign language. *Nature Neuroscience*, 7, nr. 9, 997-1002.

Cervera, TC. et al. (2009). Speech recognition and working memory capacity in young-elderly listeners: effects of hearing sensitivity. *Canadian Journal of experimental psychology*, 63, nr. 3, 216-226.

Dalton, P. et al. (2009). The role of working memory in auditory selective attention. *The quarterly journal of experimental psychology*, 1-7.

Deelman, B. et al. (2004). *Klinische neuropsychologie*. Amsterdam: Boom.

Eling, P. & Brouwer, W. (1995). *Aandachtsstoornissen- een neuropsychologisch handboek*. Lisse: Swets & Zeitlinger.

Fengler, J. (1990). *Hörgeschädigte Menschen. Beratung, Therapie und Selbsthilfe*. Stuttgart: Kohlhammer.

Gatehouse, S.PhD, Akeroyd, M.A. PhD. (2008). The effects of cueing temporal and spatial attention on word recognition in a complex listening task in hearing-impaired listeners. *Trends in amplification*, 12, nr. 2, 145- 161.

Goorhuis, S.M., Schaerlaekens, A.M. (2000). *Handboek taalontwikkeling, taalpathologie en taaltherapie bij nederlandsprekende kinderen*. 2. Auflage, Utrecht: De Tijdsstroom.

Hanley, J. et al. (2003). Irrelevant speech, articulatory suppression and phonological similarity: a test of the phonological loop model and the feature model. *Psychomonic Bulletin and Review*, 10, 435-444.

Hallam, R.S. et al. (2004). Tinnitus impairs cognitive efficiency. *International Journal of Audiology*, 43, 218-226.

Helmstaedter, C., Lendt, M., Lux, S. (2001). *Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest- Manual*. Göttingen: Beltz Test GmbH.

Huizingh, E. (2002). *Inleiding SPSS*. Schoonhoven: Academic Service.

Humes, L.E. et al. (2005). Measures of working memory, sequence learning, and speech recognition in the elderly. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 48, 224-235.

Koo, D. et al. (2008). Phonological awareness and short-term memory in hearing and deaf individuals of different communication backgrounds. *New York Academy of Sciences*, 1145, 83-99.

Lauer, N. (1999). Ein neues Modell für die zentral-auditive Verarbeitung. *Forum Logopädie*, 3, 24-26.

Lyxell, B. et al. (2003). Working memory capacity and phonological processing in deafened adults and individuals with a severe hearing impairment. *International Journal of Audiology*, 42.

Marschark, M. et al. (1998). Interactions of language and memory in deaf children and adults. *Scandinavian Journal of psychology*, 39, 145-148.

McNab, F. et al. (2008). Prefrontal cortex and basal ganglia control access to working memory. *Nature Neuoscience*, 11 nr. 1, 103-107.

Meyers, J. et al. (Jahr unbekannt) *Rey Complex Figure Test and Recognition Trial. Professional Manual*. Psychological Assessment Resources.

Oades, R. et al. (2000). Neurobiologische Grundlagen der Aufmerksamkeit: „Über die Freiheit der Wahl“. *Sprache, Stimme, Gehör*, 24, 49-56.

Ranganath, C. (2003). Prefrontal activity associated with working memory and episodic long-term memory. *Neuropsychologia* 41, 378-389.

Rasch, B. et al. (2007). *Quantitative Methoden 1 und 2*. (2.Auflage). Heidelberg: Springer.

- Rossig, W., Prätsch J. (2006). *Wissenschaftliche Arbeiten*. (6.erweiterte Auflage). Weyhe: Teamdruck.
- Rossiter, S. et al (2006). Tinnitus and its effect on working memory and attention. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 49, 150-160.
- Schellig, D. (1997). *Materialien zur neuropsychologischen Diagnostik & Therapie- Block-Tapping-Test*. Frankfurt: Swets Test Services GmbH.
- Schindelmeiser, J. (2005). *Anatomie und Physiologie für Sprachtherapeuten*. (1. Auflage), München: Urban & Fischer Verlag.
- Schuri, U.: Gedächtnisstörungen. In: Sturm, W., Herrmann, M., Wallesch, C.-W. (Hrsg.) *Lehrbuch der klinischen Neuropsychologie*, Lisse, Swets&Zeitlinger, 2000, S.375-391.
- Shinn-Cunningham, B. G. et al. (2008). Selective attention in normal and impaired hearing. *Trends in Amplifications*, 12 nr. 4, 283-299.
- Sohn, W., Jörgenshaus W. (2001). *Schwerhörigkeit in Deutschland. Repräsentative Hörscreening-Untersuchung bei 2000 Probanden in 11 Allgemeinpraxen*, Z. All. Med. 77; S. 143 ff. Stuttgart: Hippokrates Verlag.
- Solso, R. (2005). *Kognitive Psychologie*. Heidelberg: Springer.
- Spaulding, T.J. et al. (2008). Sustained selective attention skills of preschool children with specific language impairment: evidence for separate attentional capacities. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 51, 16-34.
- Sturm, W. (2008). *Manual: Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen*. Mödling: Schuhfried GmbH.

Tun, P.A. et al. (2009). Aging, hearing acuity, and the attentional costs of effortful listening. *Psychology and Aging*, 24, 761-766.

Van Cranenburgh, B. (1999). *Neuropsychologie- over de gevolgen van hersenbeschadiging Deel 2 van de serie: Toegepaste neurowetenschappen*, 1. Auflage, Maarssen: Elsevier Gezondheidszorg.

Van Zomeren, A. & Brouwer, W. (1994). *Clinical neuropsychology of attention*. New York: Oxford University Press.

Wass, M. et al. (2008). Cognitive and linguistic skills in Swedish children with cochlear implants- measures of accuracy and latency as indicators of development. *Scandinavian Journal of Psychology*, 49, 559-576.

Wingfield, A. et al. (2005). Hearing loss and perceptual effort: Downstream effects on older adults memory for speech. *The quarterly journal of experimental psychology*, 58A, 22-33.

Wingfield, A. (2005). Warum Schwerhörigkeit aufs Gedächtnis schlägt. *Current Directions in Psychological Science*, 14, Nr. 2.

Wingfield A., et al. (2005). Hearing loss in older adulthood. What it is and how it interacts with cognitive performance. *Current Directions in Psychological Science*, 14, 144-148.

Wendler, J., Seidner, W. Eysholdt, U. (2005). *Lehrbuch der Phoniatrie und der Pädaudiologie*. 4.überarbeitete Auflage, Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Zekveld, A. A, et al. (2007). The relationship between nonverbal cognitive functions and hearing loss. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 50, 74-82.

Internetseiten:

Faust, V. (Jahr unbekannt). *Hörbehinderung und seelische Folgen*. [Online]. Available: <http://psychiatrie-heute.net/psychiatrie/hoeren.html>. [2009, Juli 08]

Lamoré, P., Kapteyn, T., Franck, B. (2009). *Nederlandse Leerboek Audiologie*. [Online]. Available: <http://www.audiologieboek.nl>. [2009, Juli 08]

Stangl, W. (Jahr unbekannt). *Aufmerksamkeit*. [Online]. Available: <http://arbeitsblaetter.stangl-taller.at/GEDAECHTNIS/Aufmerksamkeit.shtml>. [2010, Februar 23]

De Maddalena, H. (2006). *Psychosoziale und kognitive Einflussfaktoren bei Schwerhörigkeit im Alter*. [Online]. Available: <http://www.uzh.ch/orl/dga2006/programm/wissprog/DeMaddalena.pdf>. [2010, April 27]

## 8.ANHANG

<b>WERBEFLYER</b>	<b>A</b>
<b>TESTFORMULARE</b>	<b>B</b>
<b>TESTFORMULAR VLMT SEITE 1</b>	<b>B</b>
<b>TESTFORMULAR VLMT SEITE 2</b>	<b>C</b>
<b>TESTFORMULAR CORSI BLOCK-TAPPING-TEST</b>	<b>D</b>
<b>TESTFORMULAR ZAHLENNACHSPRECHEN</b>	<b>E</b>
<b>STIMULUSFIGUR DES REY COMPLEX FIGURE TASK</b>	<b>F</b>
<b>AUDIOGRAMME DER PROBANDENGRUPPE</b>	<b>G</b>
<b>AUDIOGRAMME DER KONTROLLGRUPPE</b>	<b>I</b>
<b>AUDIOGRAMM L.H.</b>	<b>J</b>
<b>DIAGRAMME</b>	<b>K</b>
3A: VERGLEICH ZN_V MIT BTT_V IM EINZELLEISTUNGSVERGLEICH (L.H. U. S.J.)	K
3B: VERGLEICH ZN_V MIT BTT_V IM EINZELLEISTUNGSVERGLEICH (A.K. U. B.G.)	K
3C: VERGLEICH ZN_V MIT BTT_V IM EINZELLEISTUNGSVERGLEICH (C.K. U. K.U.)	L
4A: VERGLEICH ZN_R MIT BTT_R IM EINZELLEISTUNGSVERGLEICH (L.H. U. S.J.)	L
4B: VERGLEICH ZN_R MIT BTT_R IM EINZELLEISTUNGSVERGLEICH (A.K. U. B.G.)	M
4C: VERGLEICH ZN_R MIT BTT_R IM EINZELLEISTUNGSVERGLEICH (C.K. U. K.U.)	M
5A: VERGLEICH VLMT_IR MIT RCFT_IR IM EINZELLEISTUNGSVERGLEICH (L.H. U.S.J.)	N
5B: VERGLEICH VLMT_IR MIT RCFT_IR IM EINZELLEISTUNGSVERGLEICH (A.K. U. B.G.)	N
5C: VERGLEICH VLMT_IR MIT RCFT_IR IM EINZELLEISTUNGSVERGLEICH (C.K. U. K.U.)	O
6A: VERGLEICH VLMT_DR MIT RCFT_DR IM EINZELLEISTUNGSVERGLEICH (L.H. U. S.J.)	O
6B: VERGLEICH VLMT_DR MIT RCFT_DR IM EINZELLEISTUNGSVERGLEICH (A.K. U. B.G.)	P
6C: VERGLEICH VLMT_DR MIT RCFT_DR IM EINZELLEISTUNGSVERGLEICH (C.K. U. K.U.)	P
7A: VERGLEICH VLMT_R MIT RCFT_R IM EINZELLEISTUNGSVERGLEICH (L.H. U. S.J.)	Q
7B: VERGLEICH VLMT_R MIT RCFT_R IM EINZELLEISTUNGSVERGLEICH (A.K. U. B.G.)	Q
7C: VERGLEICH VLMT_R MIT RCFT_R IM EINZELLEISTUNGSVERGLEICH (C.K. U. K.U.)	R
8A: VERGLEICH WAF FOKUSSIERT GESAMT MIT WAF SELEKTIV GESAMT IM EINZELLEISTUNGSVERGLEICH (L.H. U. S.J.)	R
8B: VERGLEICH WAF FOKUSSIERT GESAMT MIT WAF SELEKTIV GESAMT IM EINZELLEISTUNGSVERGLEICH (A.K. U. B.G.)	S
8C: VERGLEICH WAF FOKUSSIERT GESAMT MIT WAF SELEKTIV GESAMT IM EINZELLEISTUNGSVERGLEICH (C.K. U. K.U.)	S
9A: VERGLEICH WAF AUDITIV GESAMT MIT WAF VISUELL GESAMT IM EINZELLEISTUNGSVERGLEICH (L.H. U. S.J.)	T
9B: VERGLEICH WAF AUDITIV GESAMT MIT WAF VISUELL GESAMT IM EINZELLEISTUNGSVERGLEICH (A.K. U. B.G.)	T
9C: VERGLEICH WAF AUDITIV GESAMT MIT WAF VISUELL GESAMT IM EINZELLEISTUNGSVERGLEICH (C.K. U. K.U.)	U
<b>ERKLÄRUNG ZUR BACHELORARBEIT</b>	<b>V</b>

## Werbeflyer

Hogeschool Zuyd Heerlen  
Faculteit Gezondheidszorg & Techniek  
Opleiding Logopedie



### **Wollen Sie selbst aktiv werden und zu den neuesten Forschungsergebnissen beitragen?**

Wir sind zwei Logopädiestudentinnen der Hogeschool Zuyd in Heerlen. Im Rahmen unserer Bachelorarbeit möchten wir untersuchen, ob

### **Schwerhörigkeit einen Einfluss auf bestimmte Speicherprozesse im Gedächtnis haben kann.**

Für unsere Studie suchen wir Freiwillige, die die im Folgenden genannten Kriterien erfüllen sollten:

- Alter: zwischen 20 und 40 Jahre
- Geschlecht: männlich/weiblich
- Muttersprache: Deutsch
- Höreinschränkung auf beiden Ohren; durchschnittlicher Hörverlust zwischen 15dB und 70dB ohne Hörgerät; das Verstehen von Lautsprache muss möglich sein; im täglichen Leben kein Gebrauch von Gebärdensprache

#### Ablauf der Untersuchung:

Bei der Untersuchung werden eine Reihe verbaler (sprachlicher) und nonverbaler (nicht sprachlicher) Gedächtnis- und Aufmerksamkeitstests bei Ihnen abgenommen, mit denen wir verschiedene Daten über Gedächtnisprozesse erhalten können. Die gesamte Untersuchung dauert ca. 1,5 - 2 Stunden und findet in der Uniklinik in Aachen statt.

Die Untersuchung ist einfach zu absolvieren und Sie bekommen aufschlussreiche Erkenntnisse über Ihre eigene Merkfähigkeit und Gedächtnisleistung.

Wir würden uns sehr über Ihre Mithilfe freuen.

Bitte melden Sie sich per e-mail oder Telefon bei Karoline Emde unter:

e-mail:       xxxxx  
Telefon:      xxxxx

Wenn Sie noch Fragen haben, können Sie sich natürlich gerne ebenfalls per e-mail oder Telefon bei uns melden.

Vielen Dank!

Karoline Emde  
Katja Legerlotz

Testformulare

Testformular VLMT Seite 1

VLMT – Protokollbogen A

Name: \_\_\_\_\_ Geburtsdatum/Alter: \_\_\_\_\_ Testdatum: \_\_\_\_\_

Liste A	Dg1	Dg2	Dg3	Dg4	Dg5	Liste B	I	Dg6	Dg7	W
1						Tisch				
2						Förster				
3						Vogel				
4						Schuh				
5						Ofen				
6						Berg				
7						Handtuch				
8						Brille				
9						Wolke				
10						Boot				
11						Lamm				
12						Gewehr				
13						Bleistift				
14						Kirsche				
15						Arm				
16										
17										
18										
<b>Richtige</b>						<b>Richtige</b>			*	
<b>FP</b>						<b>FP</b>				
<b>P</b>						<b>P</b>				
						<b>In</b>				
<b>Leistungsscores</b>			$\Sigma$ Dg1-5 *					<b>Dg5-Dg6</b>	<b>Dg5-Dg7</b>	<b>W-F</b>
<b>Fehlerscores</b>		$\Sigma$ FP		$\Sigma$ P			$\Sigma$ In		*	*

Heligrane Felder sind Prozentrangfelder – Heligrane Felder mit \* haben zusätzlich einen T-Wert



# Testformular Corsi Block-Tapping-Test

Materialien zur neuropsychologischen Diagnostik & Therapie

## Block-Tapping-Test

Dieter Schellig

### UNMITTELBARE BLOCKSPANNE (UBS)

Name: \_\_\_\_\_ Geschlecht: m / w  
 Schulabschluß: \_\_\_\_\_ Testdatum: \_\_\_\_\_  
 Beruf: \_\_\_\_\_ Geburtsdatum: \_\_\_\_\_  
 VPN-Nr.: \_\_\_\_\_ Alter: \_\_\_\_\_

Jahr	Monat	Tag

Visuell-räumliche Merkspanne = \_\_\_\_\_

Visuell-räumliche Merkspanne							Score 3, 2, 1 oder 0		
Item	Trial I	1 od. 0	Trial II	1 od. 0	Trial III	1 od. 0		Ersatztrial	1 od. 0
3	4-7-9		3-1-9		4-2-5		5-8-6		
4	3-4-1-7		6-1-5-8		5-8-3-2		6-4-3-9		
5	5-2-1-8-6		4-2-7-3-1		9-7-5-8-3		6-9-1-5-4		
6	3-9-2-4-8-7		3-7-8-2-9-4		9-2-7-6-1-9		3-8-9-1-7-4		
7	5-9-1-7-4-2-8		5-7-9-2-8-4-6		1-9-6-2-7-9-1		9-8-5-2-1-6-3		
8	5-8-1-9-2-6-4-7		5-9-3-6-7-2-4-3		3-6-5-1-9-1-2-7		2-9-7-6-3-1-5-4		
9	5-3-8-7-1-2-4-6-9		4-2-6-8-1-7-9-3-5		2-7-5-8-6-2-5-8-4		7-1-3-9-4-2-5-6-8		
Visuelle Merkspanne (das höchste Item mit einem Score von 2 oder 3)									



© Copyright 1997 Swets & Zeitlinger B.V., Lisse; Swets Test Services GmbH, Frankfurt.

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieser Veröffentlichung darf reproduziert, übertragen, überschrieben, gespeichert oder in eine Fremd- oder Programmiersprache übersetzt werden, gleich in welcher Form, ob elektronisch, mechanisch, magnetisch, optisch oder sonstige, ohne vorherige schriftliche Genehmigung des Verlages.

# Testformular Zahlennachsprechen

## 8. Zahlennachsprechen



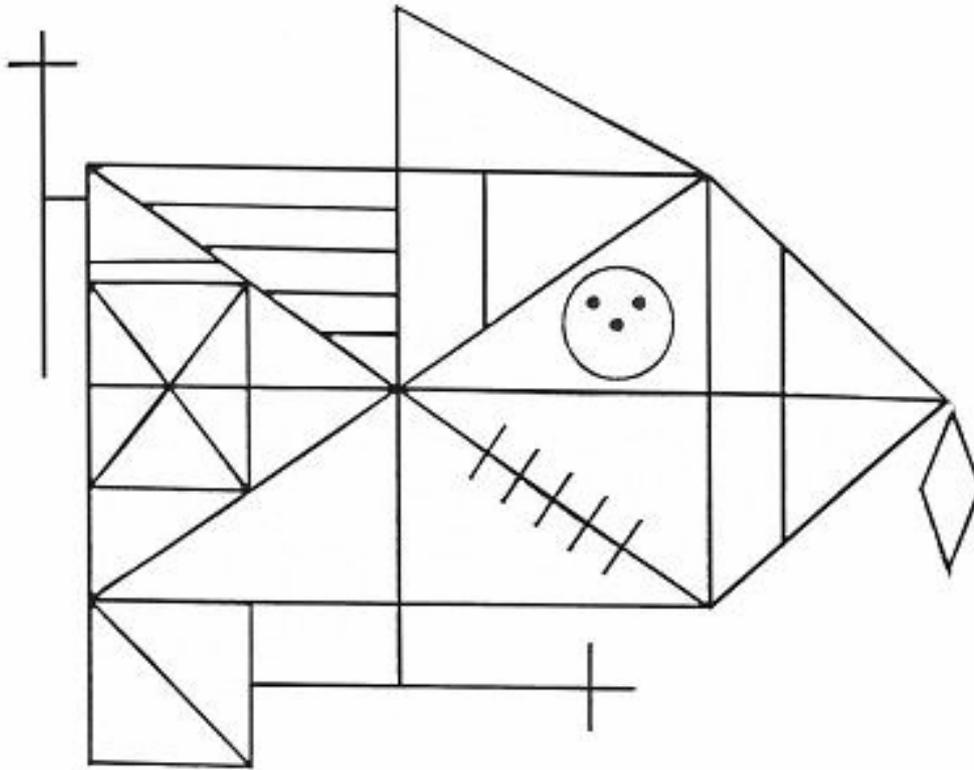
**Abbruch:** Zahlennachsprechen vorwärts und rückwärts wenn beide Versuche einer Aufgabe nicht oder falsch gelöst wurden. Für jede Aufgabe werden beide Versuche durchgeführt. Mit dem Zahlennachsprechen rückwärts wird auch dann begonnen, wenn die Testperson in der letzten bearbeiteten Aufgabe des Zahlennachsprechens vorwärts 0 Punkte erzielt hat



**Bewertung**  
0 oder 1 Punkt für jede Antwort. Der Punktwert für jede Aufgabe ergibt sich aus der Summe der Punkte für beide Durchgänge

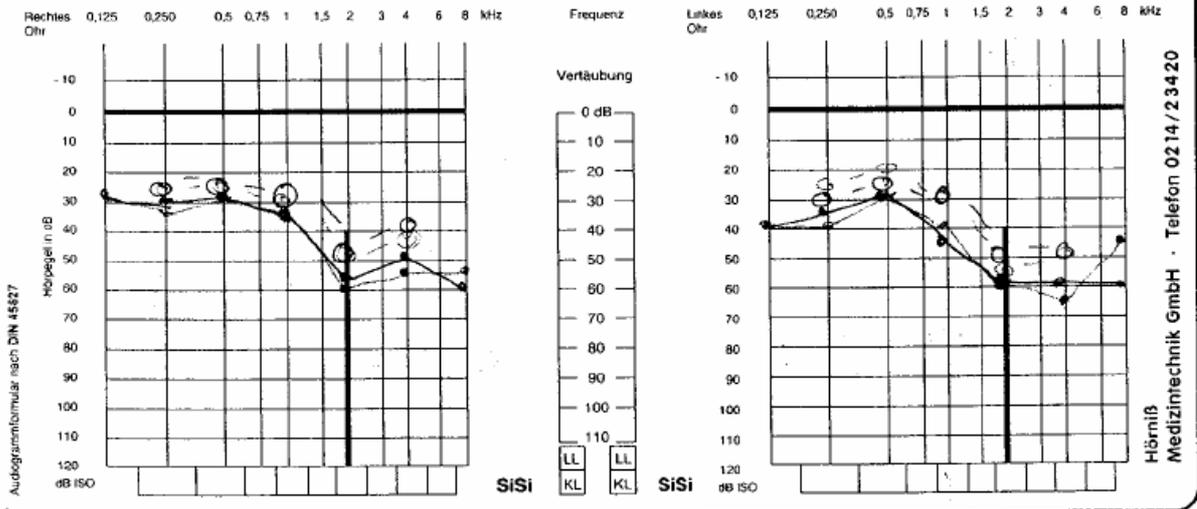
Zahlennachsprechen vorwärts		Punkte	Punkte für die Aufgabe (0, 1 oder 2)	Zahlennachsprechen rückwärts		Punkte	Punkte für die Aufgabe (0, 1 oder 2)		
Versuch	Aufgabe/Antwort			Versuch	Aufgabe/Antwort				
1.	1 1-7			1.	1 2-4				
	2 6-3				2 5-7				
2.	1 5-8-2			2.	1 6-2-9				
	2 6-9-4				2 4-1-5				
3.	1 6-4-3-9			3.	1 3-2-7-9				
	2 7-2-8-6				2 4-9-6-8				
4.	1 4-2-7-3-1			4.	1 1-5-2-8-6				
	2 7-5-8-3-6				2 6-1-8-4-3				
5.	1 6-1-9-4-7-3			5.	1 5-3-9-4-1-8				
	2 3-9-2-4-8-7				2 7-2-4-8-5-6				
6.	1 5-9-1-7-4-2-8			6.	1 8-1-2-9-3-6-5				
	2 4-1-7-9-3-8-6				2 4-7-3-9-1-2-8				
	1 5-8-1-9-2-6-4-7			7.	1 9-4-3-7-6-2-5-8				
	2 3-8-2-9-5-1-7-4				2 7-2-8-1-9-6-5-3				
8.	1 2-7-5-8-6-2-5-8-4			<b>Rohwertsumme rückwärts (Maximum = 14)</b>					
	2 7-1-3-9-4-2-5-6-8			<table border="1" style="display: inline-table; margin: 0 auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;">vorwärts</td> <td style="padding: 2px;">+</td> <td style="padding: 2px;">rückwärts</td> <td style="padding: 2px;">=</td> <td style="padding: 2px;">(Maximum = 30)</td> </tr> </table>		vorwärts		+	rückwärts
vorwärts	+	rückwärts	=	(Maximum = 30)					
<b>Rohwertsumme vorwärts (Maximum = 16)</b>									

Stimulusfigur des Rey Complex Figure Task

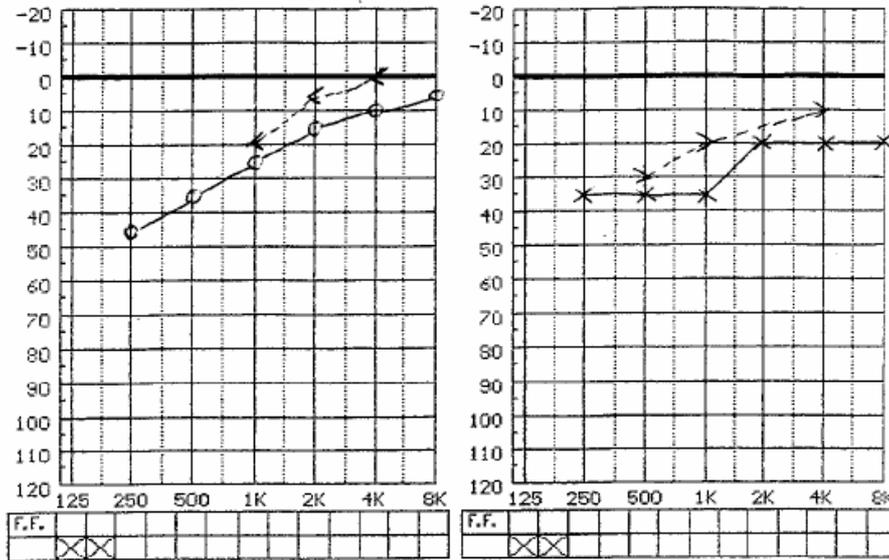


# Audiogramme der Probandengruppe

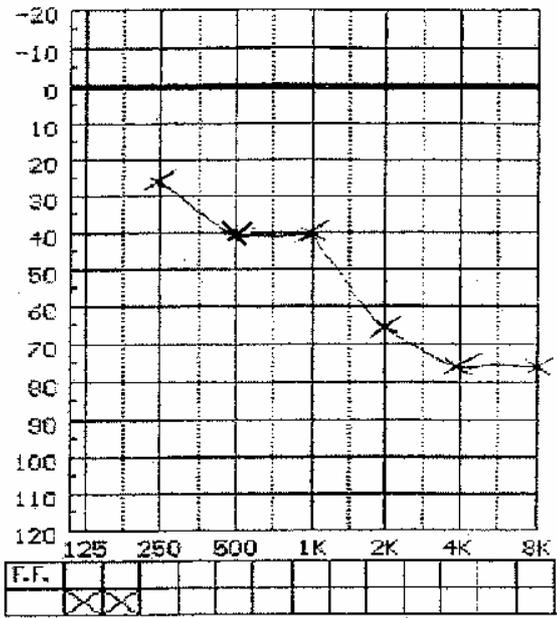
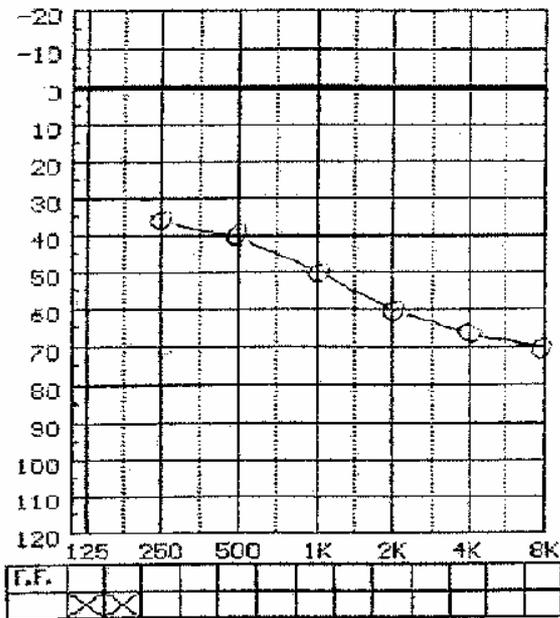
## Audiogram S.J.



## Audiogram B.G.

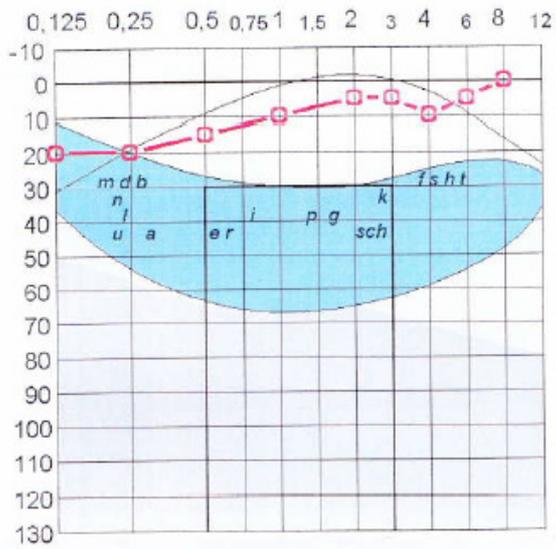


Audiogramm K.U.

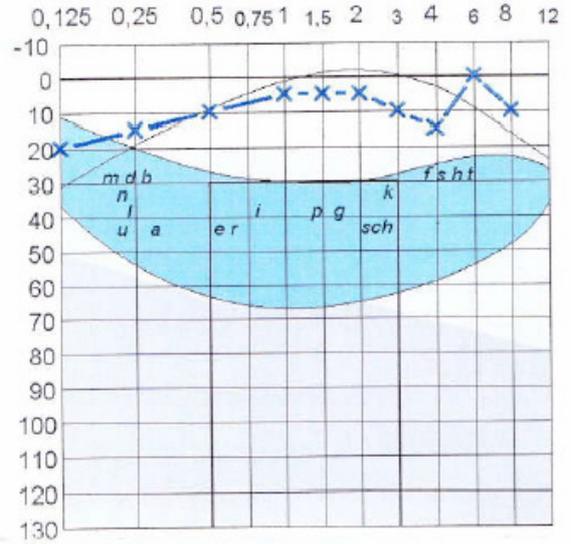


## Audiogramme der Kontrollgruppe

Audiogramm: A.K.



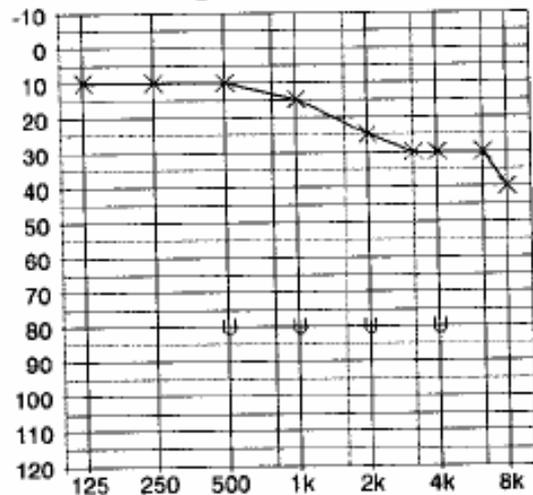
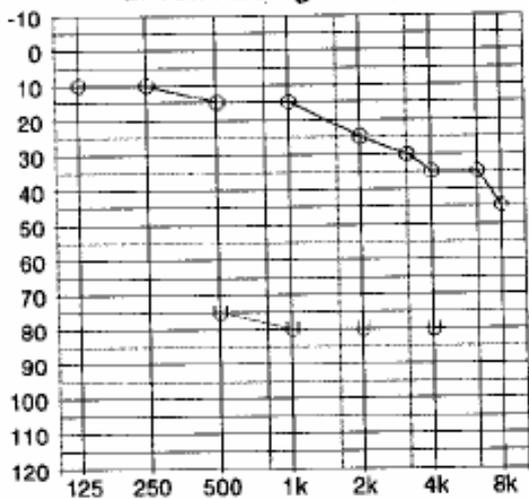
rechtes Ohr



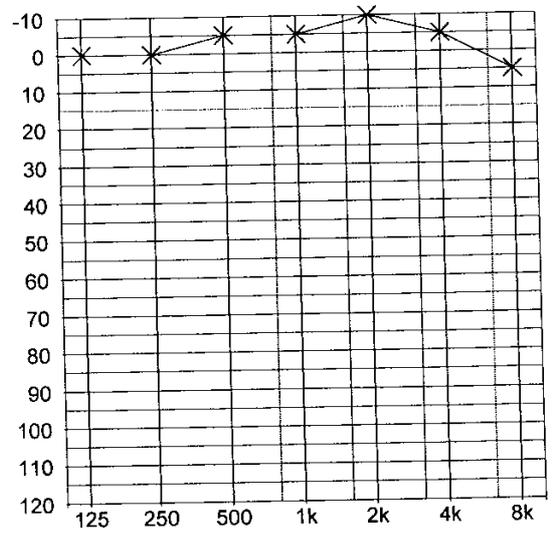
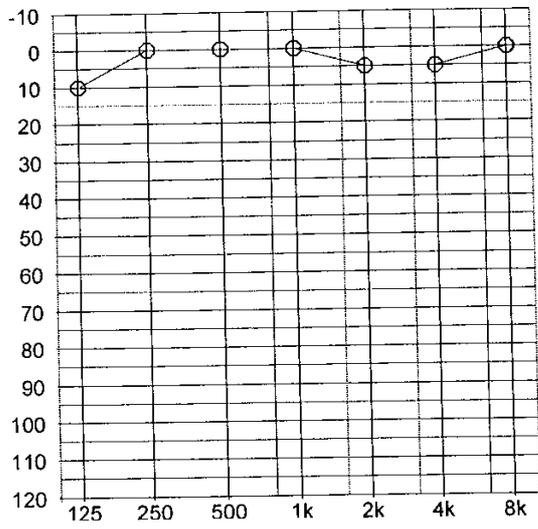
linkes Ohr

Audiogram C.K.

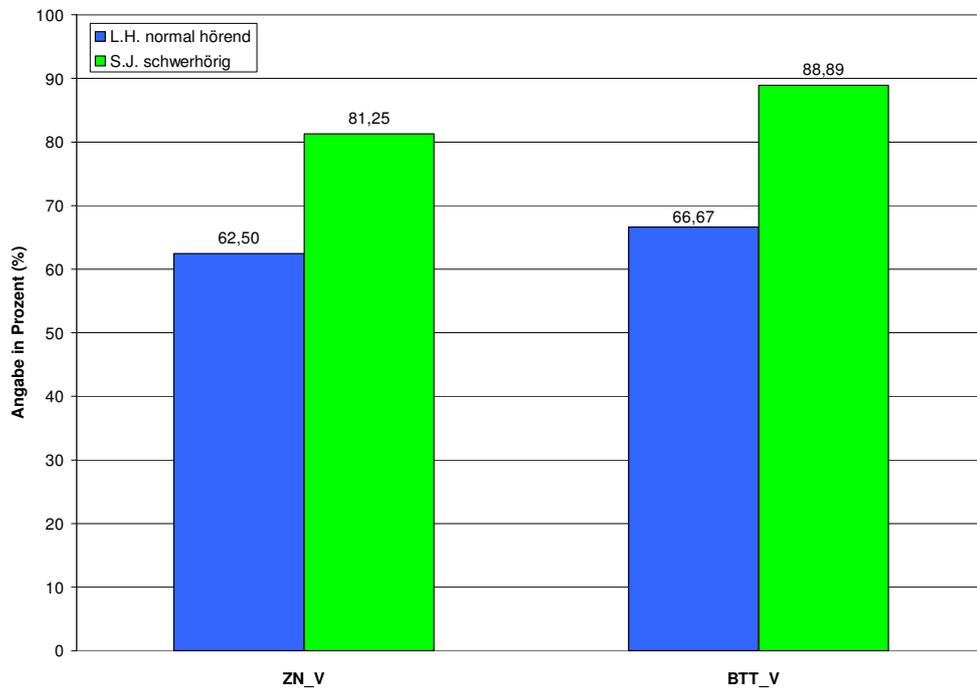
### 2. Ton-Audiogramm, Absolut-/Relativ-Darstellung der Ton-Hörschwelle



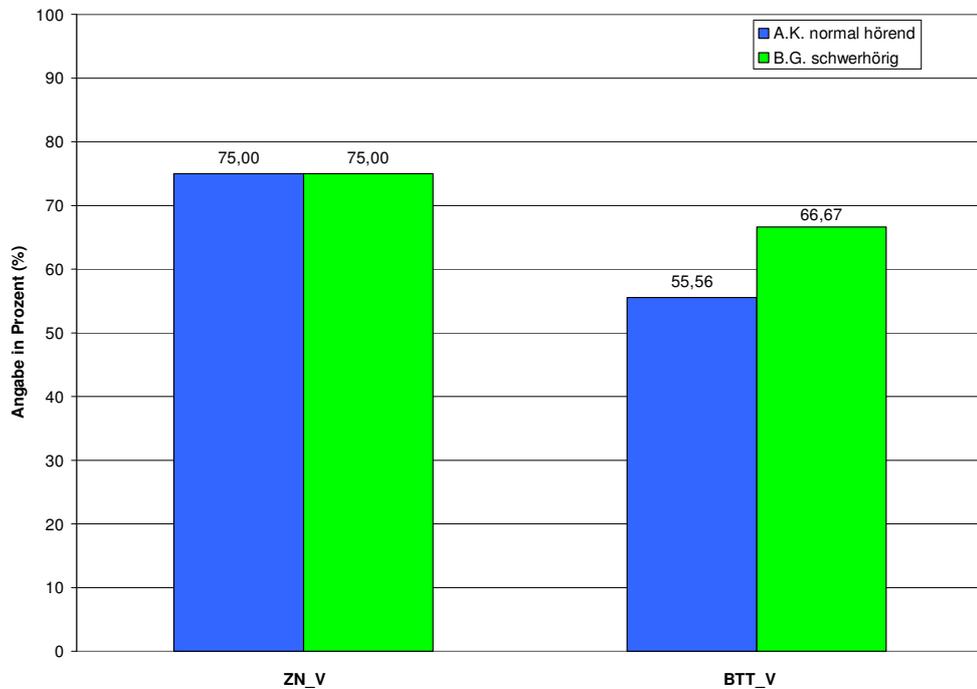
Audiogramm L.H.



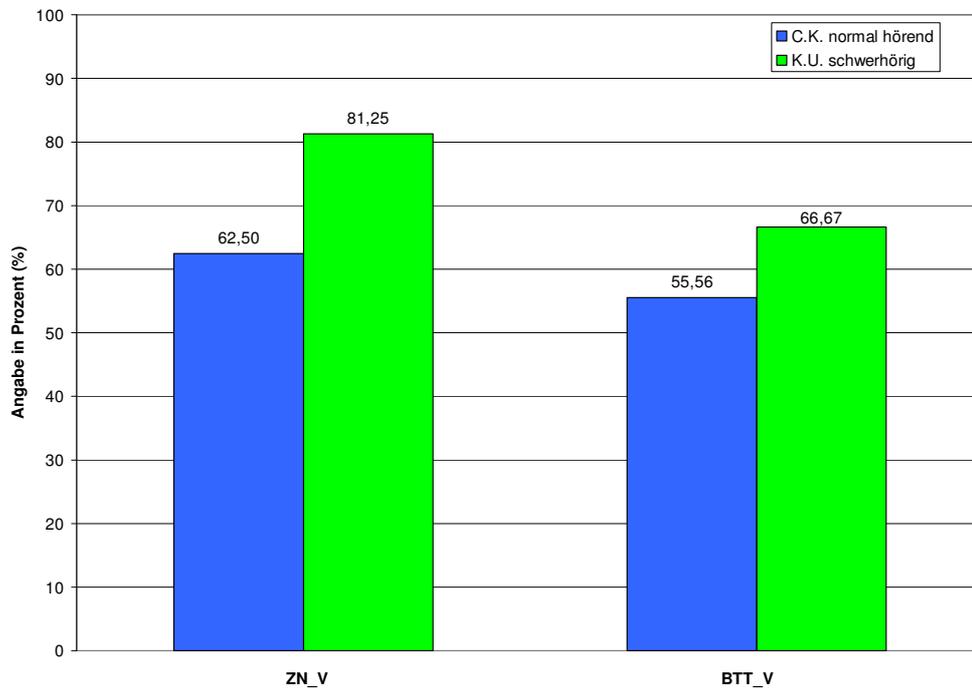
## Diagramme



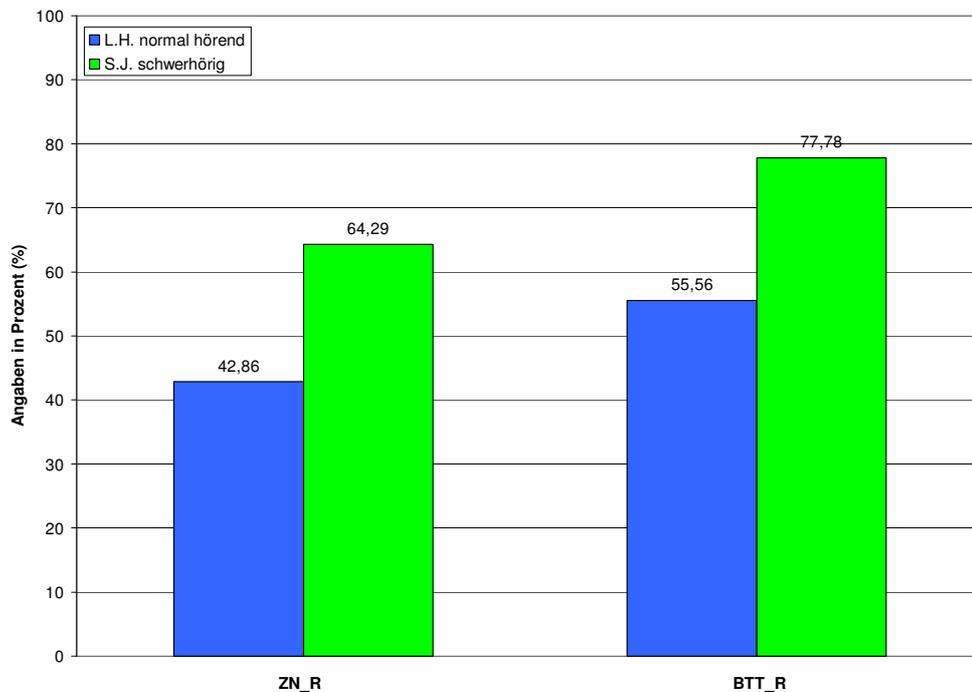
3a: Vergleich ZN\_V mit BTT\_V im Einzelleistungsvergleich (L.H. u. S.J.)



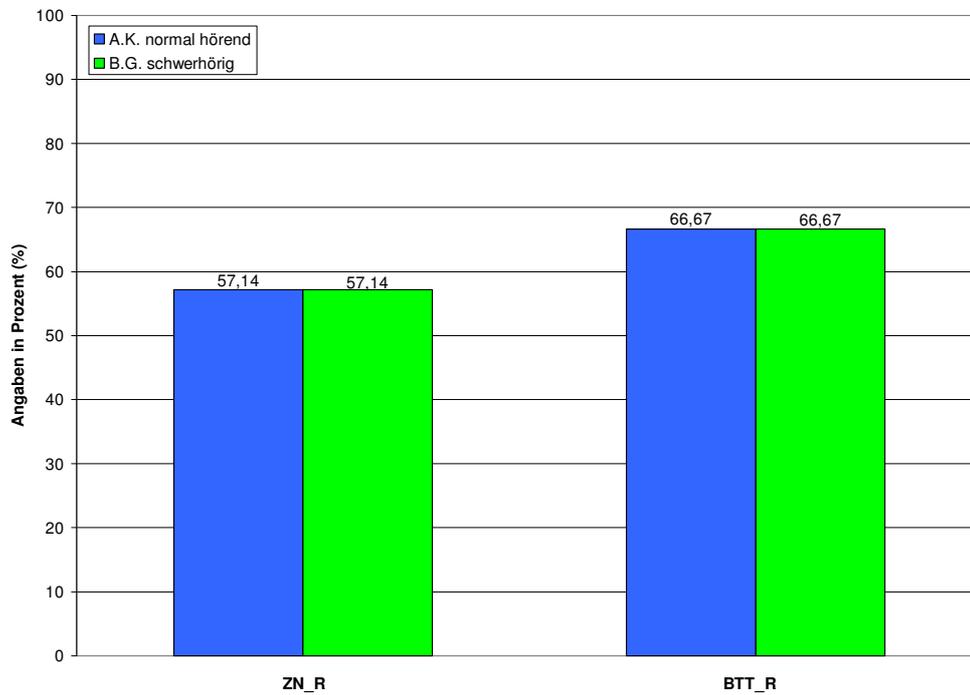
3b: Vergleich ZN\_V mit BTT\_V im Einzelleistungsvergleich (A.K. u. B.G.)



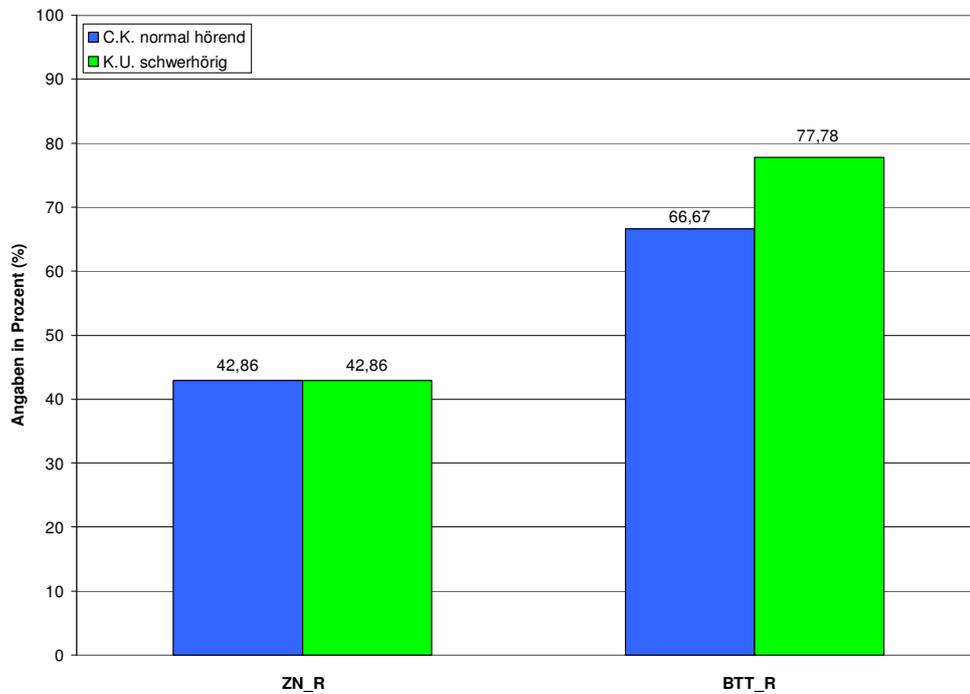
**3c: Vergleich ZN\_V mit BTT\_V im Einzelleistungsvergleich (C.K. u. K.U.)**



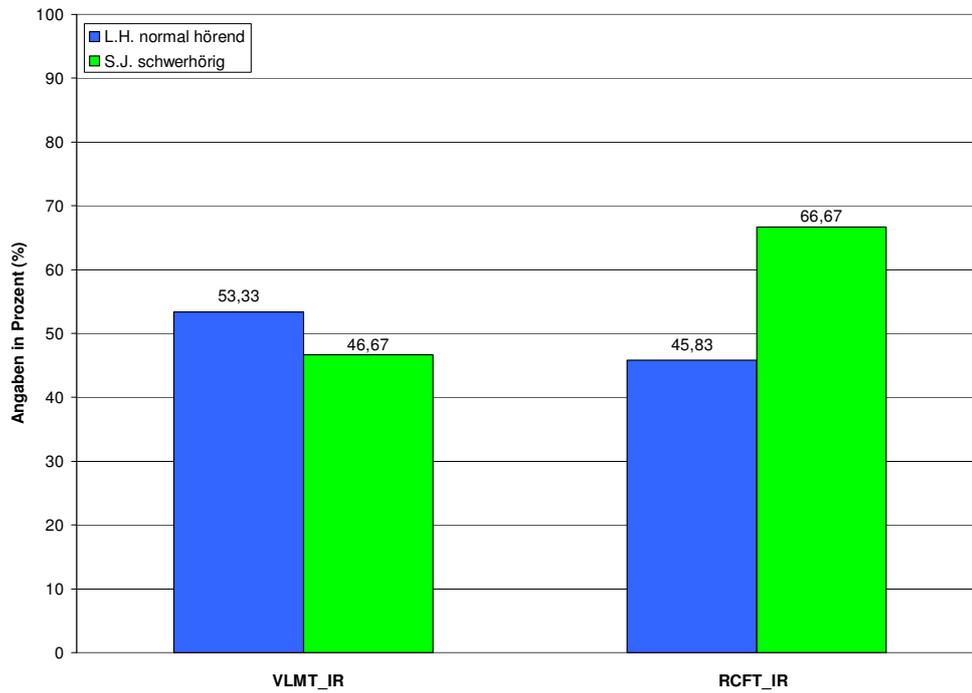
**4a: Vergleich ZN\_R mit BTT\_R im Einzelleistungsvergleich (L.H. u. S.J.)**



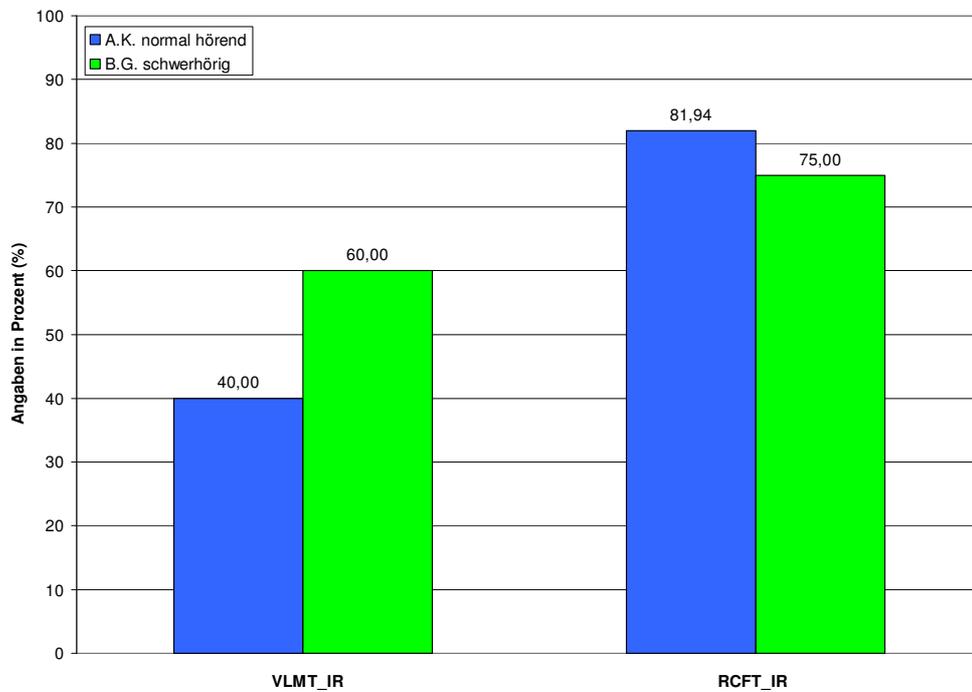
**4b: Vergleich ZN\_R mit BTT\_R im Einzelleistungsvergleich (A.K. u. B.G.)**



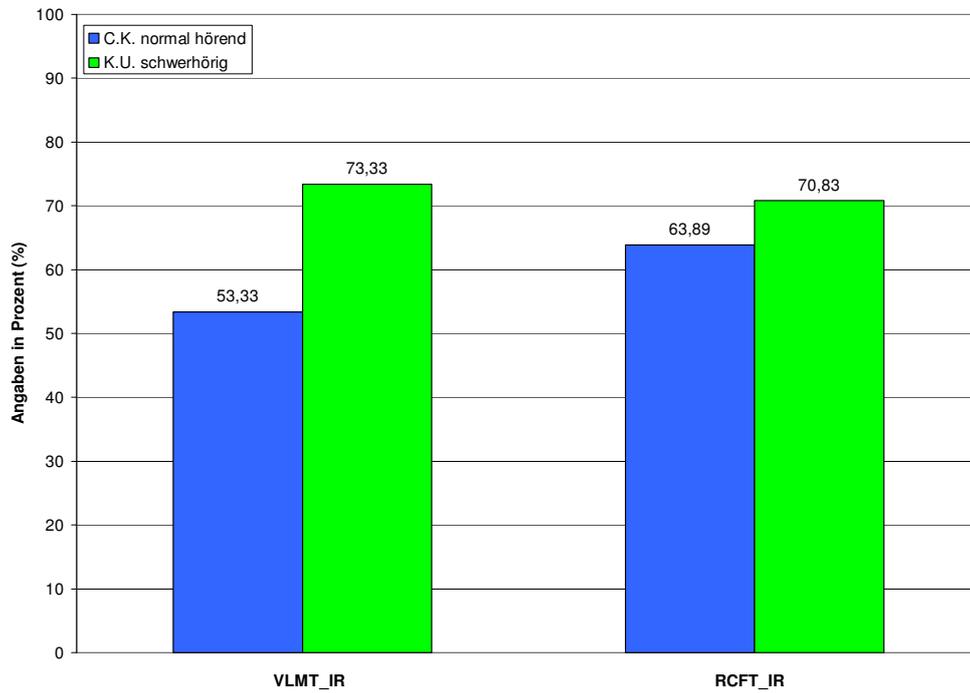
**4c: Vergleich ZN\_R mit BTT\_R im Einzelleistungsvergleich (C.K. u. K.U.)**



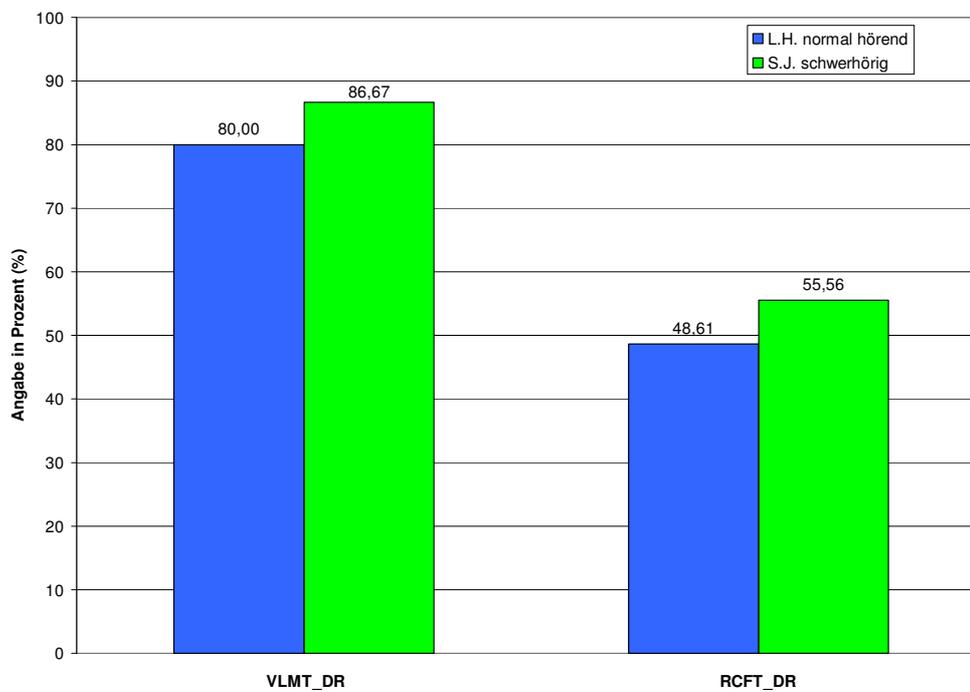
**5a: Vergleich VLMT\_IR mit RCFT\_IR im Einzelleistungsvergleich (L.H. u.S.J.)**



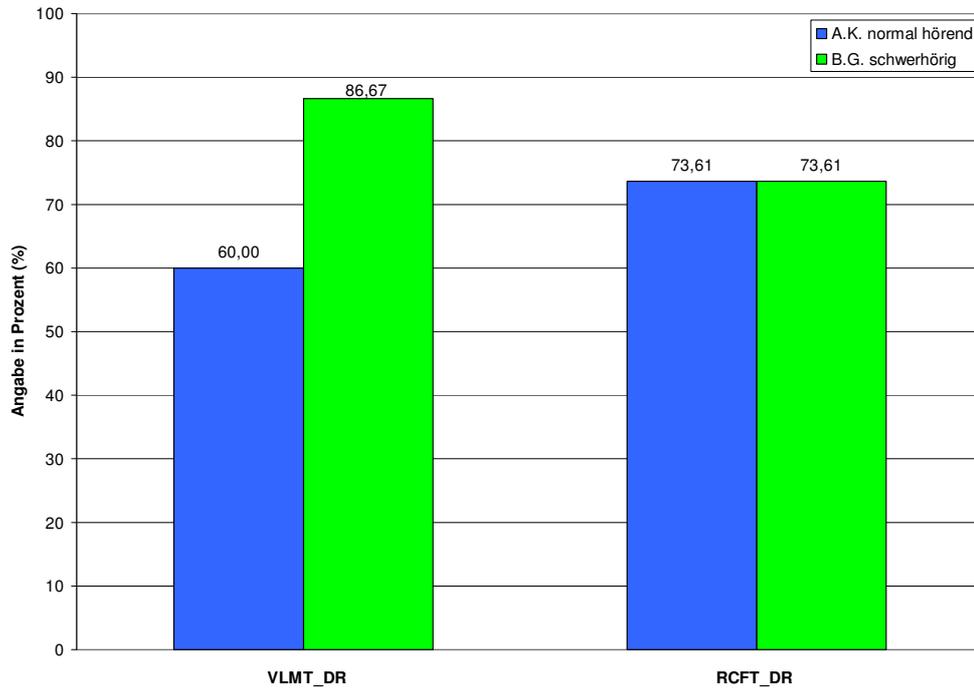
**5b: Vergleich VLMT\_IR mit RCFT\_IR im Einzelleistungsvergleich (A.K. u. B.G.)**



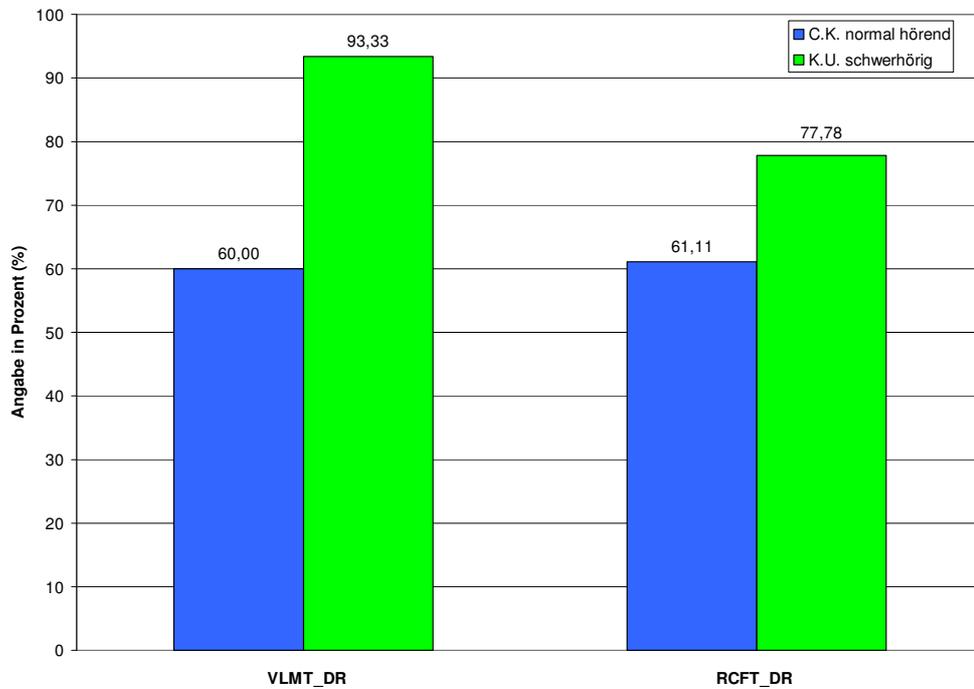
5c: Vergleich VLMT\_IR mit RCFT\_IR im Einzelleistungsvergleich (C.K. u. K.U.)



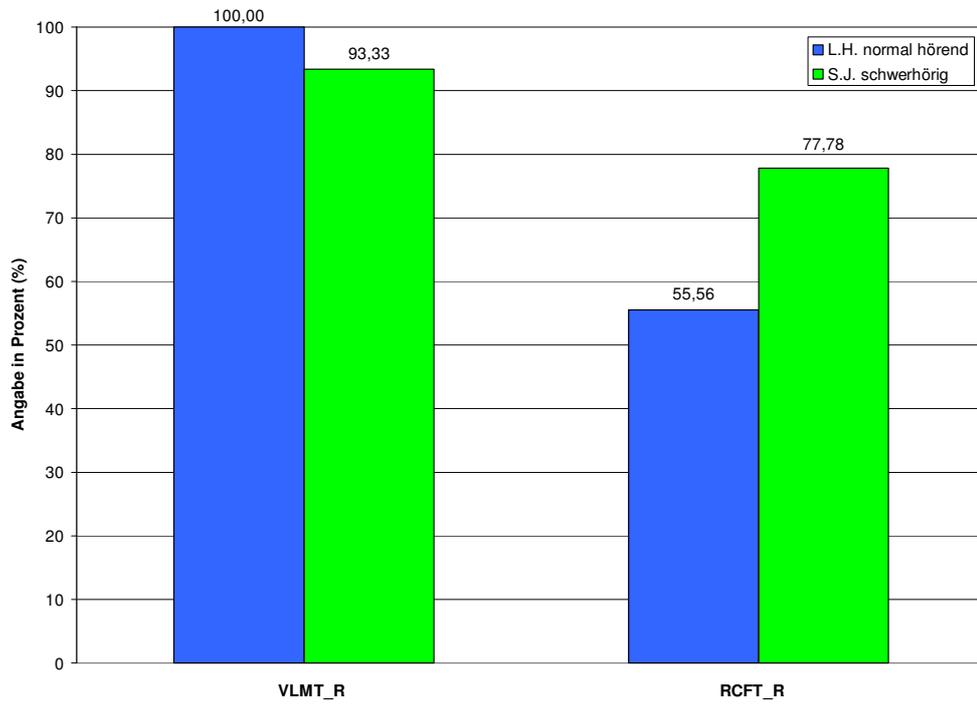
6a: Vergleich VLMT\_DR mit RCFT\_DR im Einzelleistungsvergleich (L.H. u. S.J.)



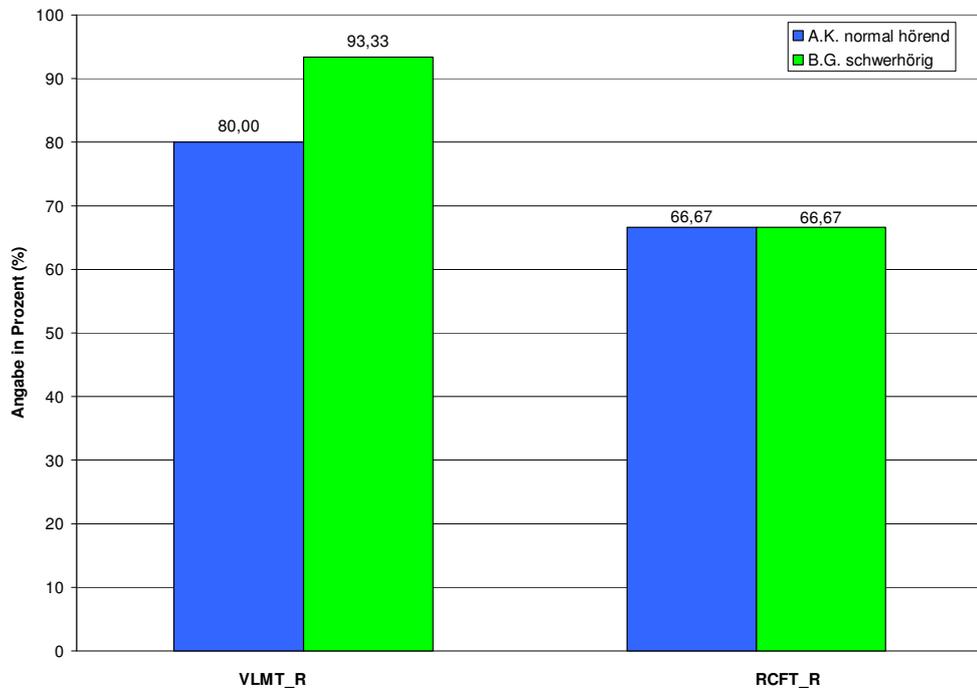
**6b: Vergleich VLMT\_DR mit RCFT\_DR im Einzelleistungsvergleich (A.K. u. B.G.)**



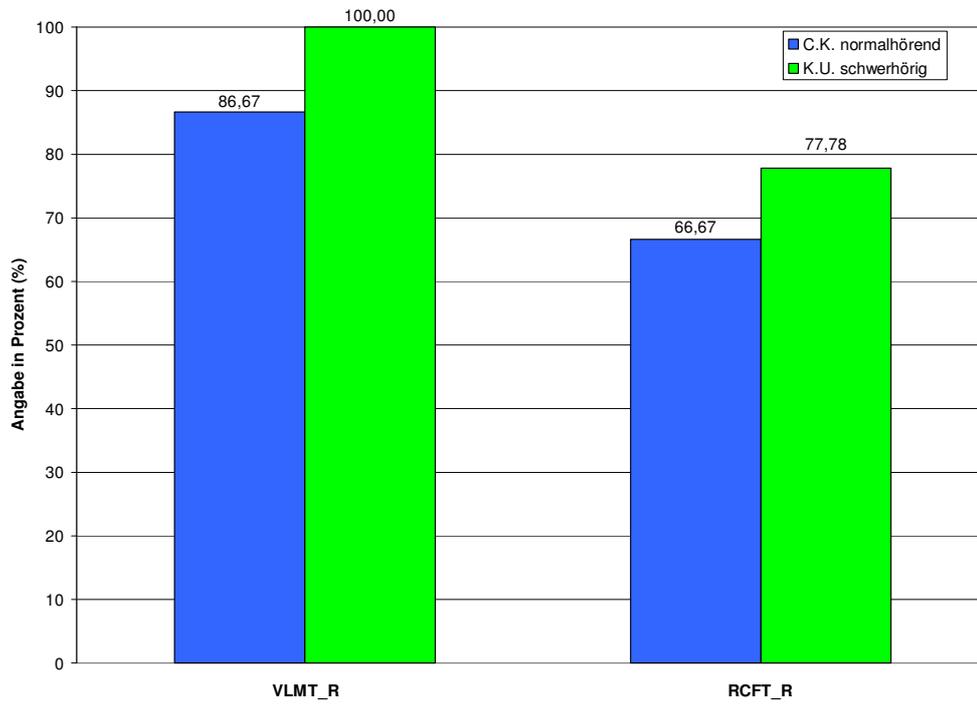
**6c: Vergleich VLMT\_DR mit RCFT\_DR im Einzelleistungsvergleich (C.K. u. K.U.)**



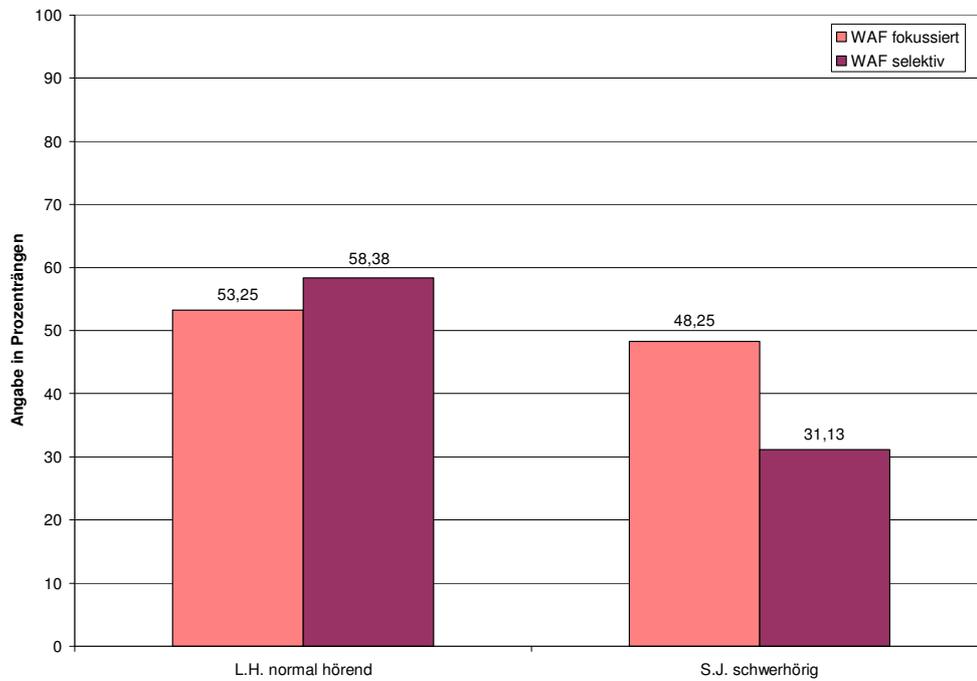
**7a: Vergleich VLMT\_R mit RCFT\_R im Einzelleistungsvergleich (L.H. u. S.J.)**



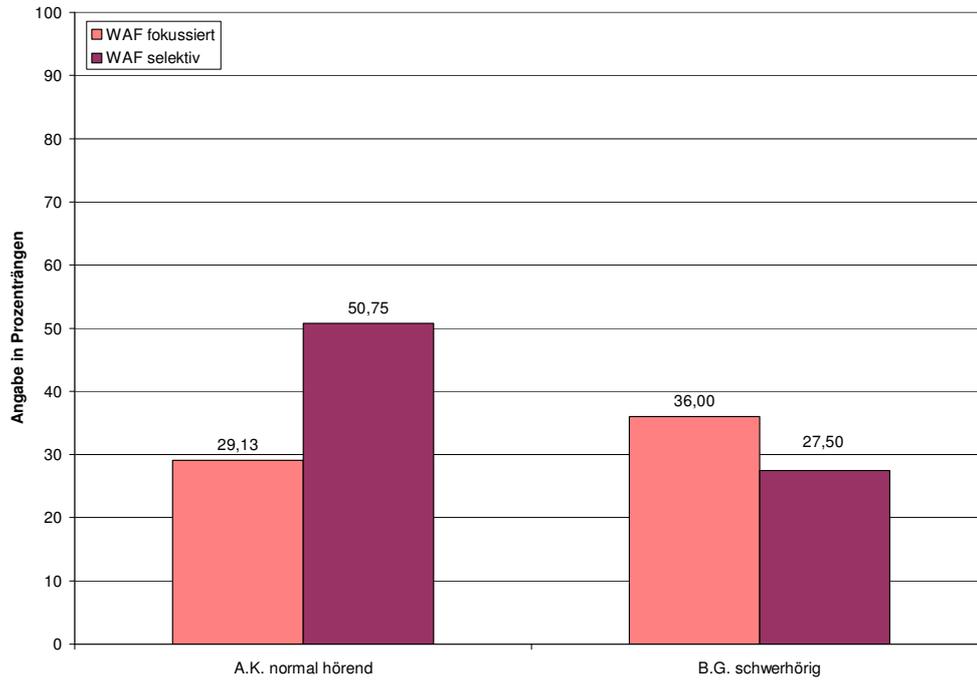
**7b: Vergleich VLMT\_R mit RCFT\_R im Einzelleistungsvergleich (A.K. u. B.G.)**



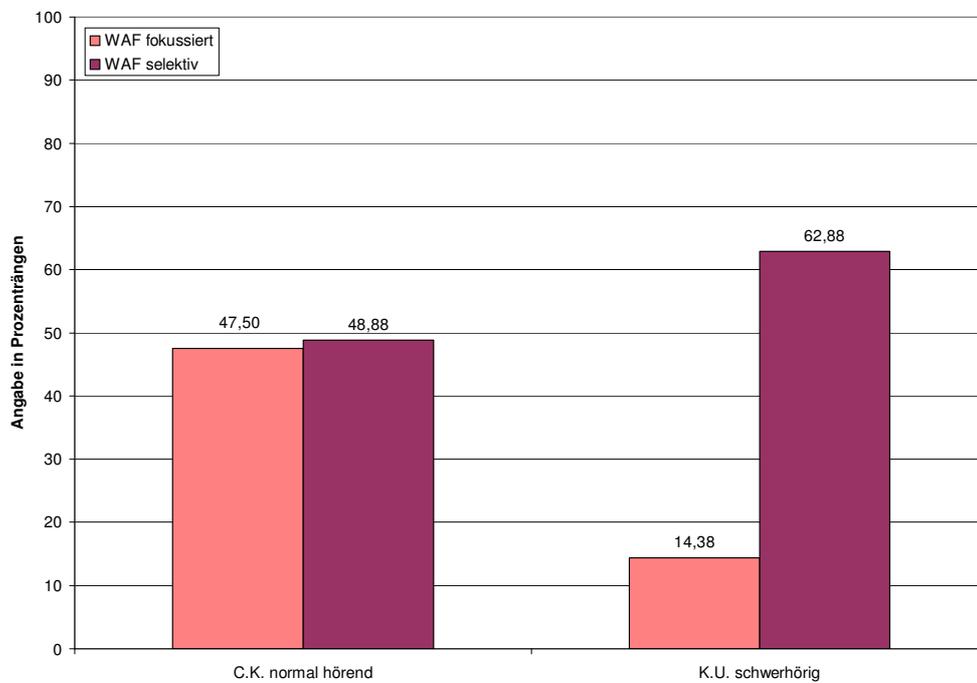
**7c: Vergleich VLMT\_R mit RCFT\_R im Einzelleistungsvergleich (C.K. u. K.U.)**



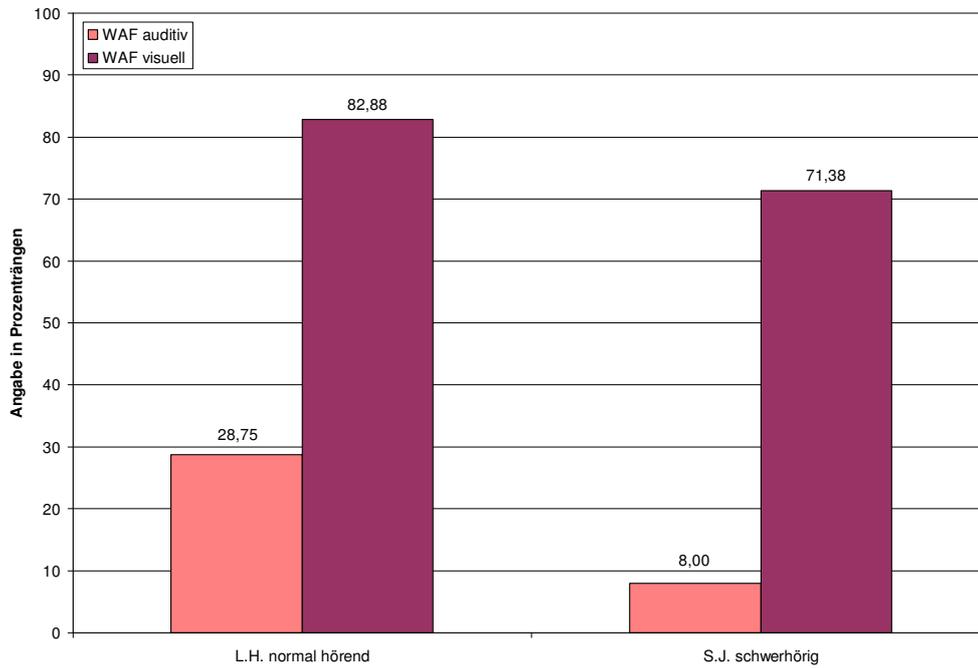
**8a: Vergleich WAF fokussiert gesamt mit WAF selektiv gesamt im Einzelleistungsvergleich (L.H. u. S.J.)**



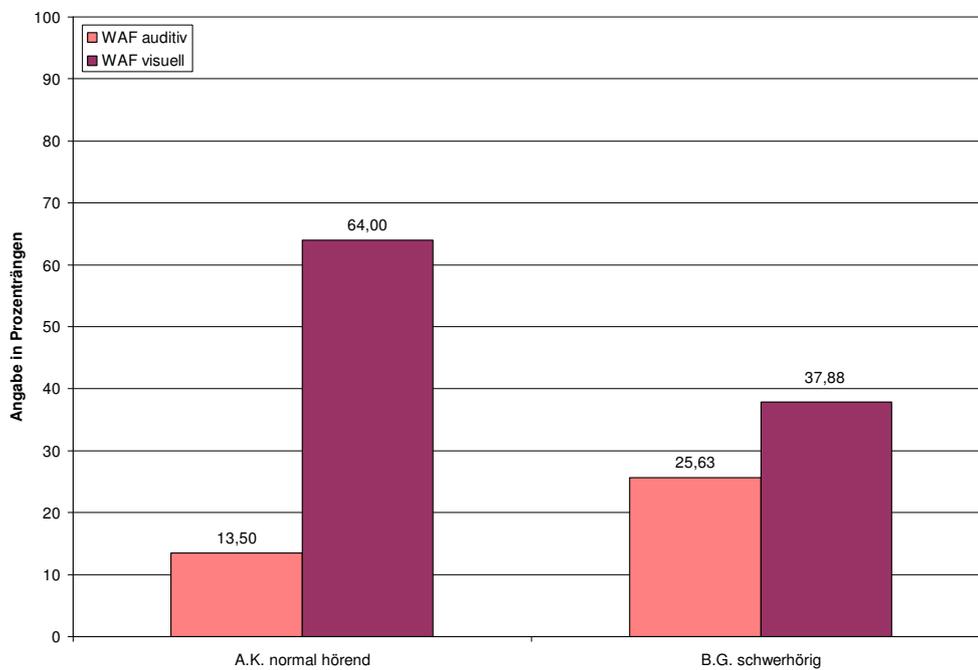
**8b: Vergleich WAF fokussiert gesamt mit WAF selektiv gesamt im Einzelleistungsvergleich (A.K. u. B.G.)**



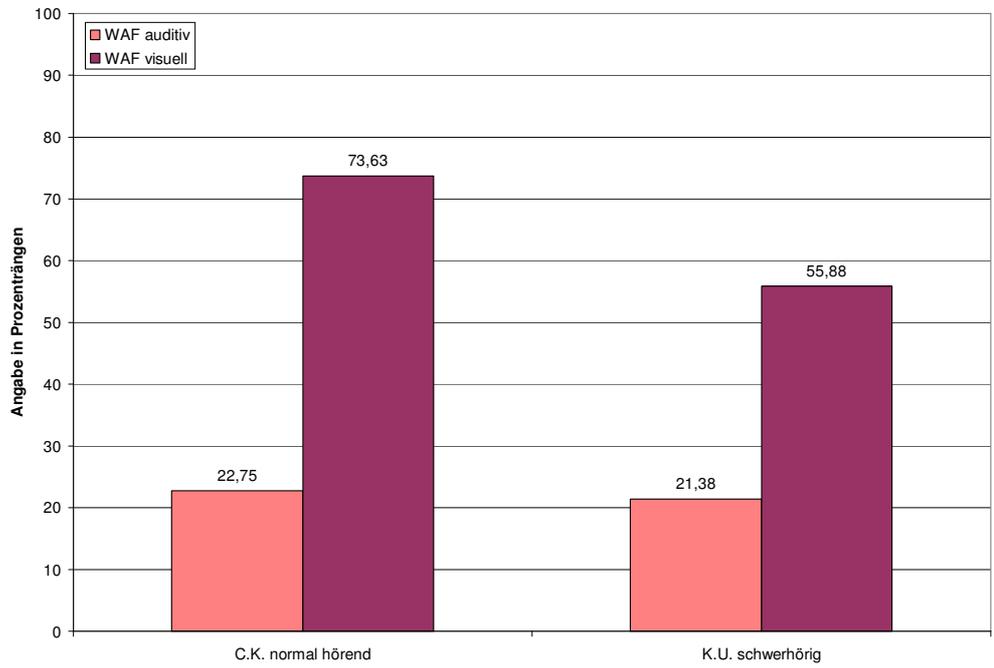
**8c: Vergleich WAF fokussiert gesamt mit WAF selektiv gesamt im Einzelleistungsvergleich (C.K. u. K.U.)**



**9a: Vergleich WAF auditiv gesamt mit WAF visuell gesamt im Einzelleistungsvergleich (L.H. u. S.J.)**



**9b: Vergleich WAF auditiv gesamt mit WAF visuell gesamt im Einzelleistungsvergleich (A.K. u. B.G.)**



**9c: Vergleich WAF auditiv gesamt mit WAF visuell gesamt im Einzelleistungsvergleich (C.K. u. K.U.)**

## **Erklärung zur Bachelorarbeit**

Ich versichere, dass die vorgelegte Bachelorarbeit selbstständig von mir verfasst wurde. Sämtliche Quellen und Hilfsmittel, die ich wörtlich oder sinngemäß anderen Arbeiten entnommen habe, sind angegeben.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift Karoline Emde

---

Ort, Datum

---

Unterschrift Katja Legerlotz