

Aus der Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke  
der Universität Würzburg  
Direktor: Professor Dr. med. J. Helms

**Sprachverstehen im Störlärm bei 60 und 80dB mit dem HSM-Satztest  
in der Computerversion bei den 30 besser hörenden Probanden einer Gruppe  
von 60 Normalhörenden um die 50 Jahre.**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde der  
Medizinischen Fakultät  
der  
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg

vorgelegt von  
Alexandra Lach  
aus Würzburg

Würzburg, Februar 2005

Referent: Prof. Dr. med. J. Helms

Koreferent: Prof. Dr. med. F. Schardt

Dekan: Prof. Dr. med. G. Ertl

Tag der mündlichen Prüfung: 04.11.2005

Die Promovendin ist Zahnärztin

**In Liebe und Dankbarkeit meinen Eltern gewidmet**

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Problemstellung .....	1
2	Audiometrie und Schwerhörigkeit.....	3
2.1	Das Ohr und seine Funktion .....	3
2.2	Lärmschwerhörigkeit.....	4
2.3	Altersschwerhörigkeit.....	6
2.4	Allgemeine Grundlagen und Geschichte der Audiometrie .....	7
3	Material und Methoden.....	10
3.1	Probanden .....	10
3.2	Audiometrische Verfahren .....	11
3.2.1	Sprachmaterial .....	11
3.2.2	Das Störgeräusch.....	12
3.3	Untersuchungsraum und technisches Material .....	14
3.4	Versuchsordnung.....	15
3.5	Versuchsdurchführung.....	15
4	Ergebnisse .....	19
4.1	Darstellung der Gesamtergebnisse .....	19
4.1.1	Ermittelte SRT-Werte für das Gesamtkollektiv .....	19
4.1.2	Ermittelte SNR-Werte für das Gesamtkollektiv.....	22
4.2	Aufteilung des Gesamtkollektivs .....	23
4.2.1	SNR-Werte der 30 besser hörenden Probanden .....	23
4.2.2	SNR-Werte nach Aufteilung des Gesamtkollektivs.....	25
4.3	Ergebnisse der Gruppe der 30 besser Hörenden .....	27
4.3.1	Vergleich der Messungen bei 60 und 80dB Störschallpegel .....	27
4.3.2	Vergleich Gesamtkollektiv mit 30 besser Hörenden bei 60dB Störlärm ...	31
4.3.3	Vergleich Gesamtkollektiv mit 30 besser Hörenden bei 80dB Störlärm ...	33
4.4	Zusammenhang zwischen Alter und SNR-Wert.....	35
5	Diskussion .....	37
5.1	Auswahl der Probanden.....	37
5.2	Vergleich der Messungen bei 60 und 80dB Störschallpegel für 30 besser Hörende .....	38
5.3	Vergleich der 30 besser Hörenden mit dem Gesamtkollektiv .....	39

5.4 Vergleich unserer Ergebnisse mit anderen Arbeiten.....	40
5.5 Vergleich mit den Arbeiten von Scherg, Richter und Mulfinger.....	42
5.6 Das Alter und die Hörleistung .....	43
6 Zusammenfassung .....	45
7 Literaturverzeichnis .....	47
Anhang .....	52

# 1 Einleitung und Problemstellung

In unserem Alltagsleben wird die Sprache fast immer unter Störeinflüssen gesprochen, die auch abhängig von den akustischen Eigenschaften unterschiedlich wahrgenommen werden. Durch diese Umgebungseinflüsse ändert sich die Sprachverständlichkeit.

Vor allem ältere Personen klagen häufig darüber, sich bei Störgeräuschen, wie der Straßenlärm, in Verkehrsmitteln, in Gesellschaft usw., also in unseren alltäglichen Kommunikationssituationen, besonders schlecht verständigen zu können. Das heißt sobald mehrere Geräusche, egal ob Stimmen oder Straßenlärm auf einander prallen, haben die Betroffenen Schwierigkeiten dem Gesprächspartner zu folgen. Dieses interessante Hörphänomen, aus einem Stimmengewirr einen einzelnen Sprecher heraushören und ihn zu verstehen, das in besonders ausgeprägter Weise bei Cocktailparties auftritt, wurde erstmals 1953 von Cherry [4] als „Cocktailparty-Effekt“ beschrieben. Dieses „sich konzentrieren“ entsteht mittels neuronaler Verarbeitung der über die Ohren aufgenommenen Schallsignale, und es handelt sich dabei um einen bewußt gesteuerten Adaptionprozess im Gehirn. Die Selektionsfähigkeit ist ein Ergebnis binauralen Signalverarbeitung, dessen Grundlage die Außenohrübertragungseigenschaften bilden. [6].

Die unterschiedlichen Ergebnisse der verfassten Studien zum Thema Hörverlust, aber auch die Vielfalt der in Frage kommenden Faktoren, machen es schwer die individuellen Ursachen herauszufinden und zu beseitigen. Auf jedem Fall muss auf Grund der zunehmenden sozialen Isolierung der Betroffenen, alles versucht werden, um den erlittenen Verlust auszugleichen, bzw. seinen Fortschritt so weit wie möglich aufzuhalten.

Ziel dieser Arbeit ist es, mit der Möglichkeit der Ermittlung der Sprachverständlichkeitsschwelle mittels Sprachaudiometrie mit Störschall, den subjektiven Hörverlust der normalhörenden Probanden zu erfassen. Dabei soll die Frage, ob mit zunehmenden Alter das Hörvermögen unter Störeinfluss reduziert wird, angegangen werden. Die Wahl der Altersgruppe um die 50 Jahre liegt darin begründet, dass es sich hierbei um eine Altersgruppe handelt, bei der ein intaktes Hör- und Diskriminationsvermögen aufgrund beruflicher und sozialer Aktivität noch besonders wichtig ist, gleichzeitig manifestieren sich aber bereits um das 50te Lebensjahr die ersten Hörstörungen.

Im Rahmen dieser Arbeit wird der HSM-Standardtest und der HSM-Satztest modifiziert nach Bocca-Calearo mit Störgeräusch verwendet.

Im Vordergrund stehen diese Fragen:

- Wie laut muss die Sprache sein, damit im Störlärm ca. 50% verstanden werden, d.h. bei welchem Signal-Rausch-Abstand (SNR) liegt die Sprachverständlichkeitsschwelle (SRT, Speech reception threshold) für 60 und 80dB Störschall?
- Nimmt die Sprachverständlichkeit im Störschall mit zunehmenden Alter vermehrt ab?
- Unterscheiden sich die SNR-Werte zwischen den besser und schlechter hörenden Probanden, sowie zwischen dem HSM-Standardtest und der Modifikation nach Bocca-Calearo?

Die von uns ermittelten Werte sollen auch als Vergleichsgrundlage für weitere Tests mit vergleichbarem Aufbau dienen. In dieser Arbeit wird die besser hörende Hälfte des Gesamtkollektivs angegangen, die mit dem HSM-Standardtest untersucht wird.

## 2 Audiometrie und Schwerhörigkeit

### 2.1 Das Ohr und seine Funktion

Das Ohr umfasst alle anatomischen Strukturen die für die Aufnahme und Weiterleitung von Klängen und akustischen Reizen wichtig sind sowie das Gleichgewichtsorgan. Beide Sinnessysteme sind entwicklungsgeschichtlich, anatomisch und funktionell eng miteinander verbunden und für die Orientierung im Raum sowie für die menschliche Kommunikation unersetzlich [3].

Um zum Wissen zu gelangen, brauchen wir unsere drei Kommunikationskanäle, den visuellen, auditiven und kinästhetischen. Doch das Hören ist der archaischste. Nach Everding [8] hört das ungeborene Kind bevor es sieht.

Ob Musik, Naturgeräusche, Krach oder Lärm werden durch das Ohr aus Schallwellen Hörempfindungen, die dem Menschen ganz unterschiedliche Eindrücke vermitteln, was zu verschiedenen emotionellen Eindrücken führt. Physikalisch gesehen entspricht das Ohr einem Wandler, der Schallwellen in einem Frequenzbereich von grob 20 bis 16000 Hz, was ca. 10 Oktaven entspricht, in elektrische Potentiale umwandelt dabei nimmt die Tonhöhe mit steigender Frequenz zu. Schallwellen sind winzige longitudinale Druckschwankungen der Luft, die vom Ohr wahrgenommen werden können. Ihre Frequenz wird in Hertz (Hz) angegeben und ihre Ausbreitungsgeschwindigkeit beträgt ca. 340 m/s (1224km/h) [32].

Das Ohr ist für diese Geräuschaufnahme stets offen, selbst während des Schlafs. Es kann nicht wie das Auge geschlossen werden, um sich so vor Gefahren zu schützen. Einerseits ist das für den Menschen ein Schutz, andererseits kann ständige Belastung unserer Umwelt schon in frühen Jahren zu einer Beeinträchtigung des Gehörs führen.



## 2.2 Lärmschwerhörigkeit

Ob ein Schallereignis zu Lärm wird, hängt außer von physikalischen auch von nicht physikalischen Größen, wie z.B. den physiologischen, psychologischen und soziologischen, ab.

Als Lärm wird ein unerwünschter, belästigender und gegebenenfalls schädigender Schall bezeichnet, der nicht nur zur Gehörschädigung und Schmerzreaktionen führen, sondern sich über zentralnervöse Impulse auf den Gesamtorganismus auswirken kann [28]. Die Auswirkungen können das vegetative und zentrale Nervensystem betreffen, was sich an Reaktionen wie Blutdruckanstieg, Pupillenerweiterung, Ausschüttung von Katecholaminen, Verringerung der Magensaft- und Speichelproduktion, Erhöhung der Atemfrequenz und Pulsrate führen kann. Es können sich auch Veränderungen des Hirnstrombildes, der Muskelaktivität und des elektrischen Hautwiderstands sowie Störungen des psychischen Wohlbefindens, wie z.B. Schlafstörungen Leistungs- und Konzentrationsstörungen, manifestieren [28].

Eine Gehörschädigung beginnt bereits mit einer Dauerbelastung von 85 bis 90dB, was z.B. dem Lärm an einer stark befahrenen Straße entspricht. Die schwerwiegendste Konsequenz einer chronischen Überlastung des Gehörapparates ist die Lärmschwerhörigkeit. Nach einer Konfrontation mit hohen Lärmpegeln erholen sich die feinen Haarzellen des Hörorgans wieder. Die Folge ist meist nur ein vorübergehend eingeschränktes Hörvermögen.

Wenn man sich aber immer wieder extremen Lärmbelastungen aussetzt, haben die Hörsinneszellen keine Chance auf Regeneration und gehen zugrunde.

Nicht ohne Grund warnen Mediziner Jugendliche vor den Gefahren lauter Musik in Diskotheken, Pop- und Rockkonzerten oder über Kopfhörer. Hierbei können Schallstärken zwischen 110 und 130dB entstehen. So hatten nach Matschke bereits 12% eines Kollektivs von 15- bis 20-jährigen nach Musikexpositionen schon ein länger bestehendes Ohrgeräusch, was auf eine Schädigung hindeutet [2].

Ein Nachweis von Hörveränderungen durch ein mehrstündiges Rockkonzert konnte auch Boehm [2] erbringen, der ein gemischtes Kollektiv im Durchschnittsalters von 27 Jahren untersuchte. Regelmäßig ließen sich nach Konzerten Schwellenanhebungen und Hörbeeinträchtigungen, oftmals auch Symptome wie Tinnitus oder verminderte Sprachdiskriminierung, im überlasteten Hörbereich

nachweisen [2]. Durch Freizeitlärm bedingte Hörschäden sind bei jedem 10. Jugendlichen zu befürchten [45].

Auch viele Berufsgruppen sind ständig einem hohen Lärmpegel ausgesetzt. Somit zählt die Lärmschwerhörigkeit zu den häufigsten Berufskrankheiten. Bei betroffenen Berufsgruppen, die mehrere Jahre lang täglich einer Lärmbelastung von 65 bis 90dB ausgesetzt sind, kann es zu einer lärmbedingter Innenohrschwerhörigkeit kommen, die sogar zur Gehörlosigkeit führen kann [6].

Es können aber auch, wie bereits oben beschrieben, nervöse und organische Beeinträchtigungen auftreten, wie z.B. Herz- und Gefäßleiden, Störungen im Magen-Darm-Trakt, Gleichgewichtsstörungen sowie seelische Störungen.

Ergebnisse einer neuen Studie des Umweltbundesamtes (UBA) zeigen einen klaren Zusammenhang zwischen chronischem Verkehrslärm und erhöhtem Risiko für Herzinfarkte. Die Untersuchung des UBA untermauert einen Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und Herzinfarkt und kommt zu dem Ergebnis dass Risiko, einen Herzinfarkt zu erleiden, bei Männern um etwa 30 Prozent steigt, falls sie längere Zeit in Gebieten mit hohem Verkehrslärm wohnen, deren mittlerer Schallpegel im Außenbereich am Tag über 65dB(A) liegt [46].

Bereits vor zehn Jahren führte das UBA auf der Grundlage der Berliner Lärmkarte eine Herzinfarktstudie durch. Sie liefert weitgehend identische, gemessen an der statistischen Signifikanz jedoch nicht so klare Ergebnisse wie die aktuelle Studie [46]. In Deutschland leiden etwa 14 Millionen Bundesbürger (etwa jeder sechster) unter Hörschäden. Doch nur die wenigsten stehen dazu. Viele Patienten wollen sich nicht zu ihrer Schwerhörigkeit bekennen, weil sie sich damit alt fühlen oder schämen [45].

Da die immer stärker werdende Belastung durch die Umwelt, der der Mensch einerseits freiwillig andererseits gezwungenermaßen ausgesetzt ist, zu degenerativen Prozessen des Hörvermögens führen kann, gewinnt die Versorgung der Betroffenen mit Hörgeräten, sowie regelmäßige Kontrolle mit geeigneten Sprachtests immer mehr an Bedeutung.

## 2.3 Altersschwerhörigkeit

Die Gegenüberstellung der Entwicklung der Lärmschwerhörigkeit und der Altersschwerhörigkeit in Abhängigkeit vom Lebensalter und von der Lärmexpositionszeit lässt ein schnelles Ansteigen beobachten. Dieser Anstieg ist natürlich schallintensitätsabhängig und lässt den asymptotischen Verlauf der Lärmschwerhörigkeit gegenüber dem zunächst langsamen Anstieg der Altersschwerhörigkeit ab dem 40. Lebensjahr erkennen [6].

Die Altersschwerhörigkeit (sog. Presbyakusis) kommt in zivilisierten Länder regelmäßig vor und ist eine Schwerhörigkeit vom cochleär-retrocochleären Typ, d.h. es sind offenbar auch zentrale Verluste darin beteiligt. Trotz der Bezeichnung „Altersschwerhörigkeit“ ist ein Teil dieses Hörverlustes nicht nur auf Alterungsprozesse, sondern auch auf lärmbedingte Einflüsse zurückzuführen, denen das Gehör im Laufe des Lebens ausgesetzt war.

Andere Ursachen können aber auch Nebenwirkungen von Medikamenten, genetische Veranlagung, Entzündungen im Mittelohr, Innenohr oder von Hirnhäuten, Stoffwechselerkrankungen sowie Herz-Kreislauf-Erkrankungen sein [33].

In Abbildung 1 sind mögliche Ursachen einer Altersschwerhörigkeit zusammengefasst.

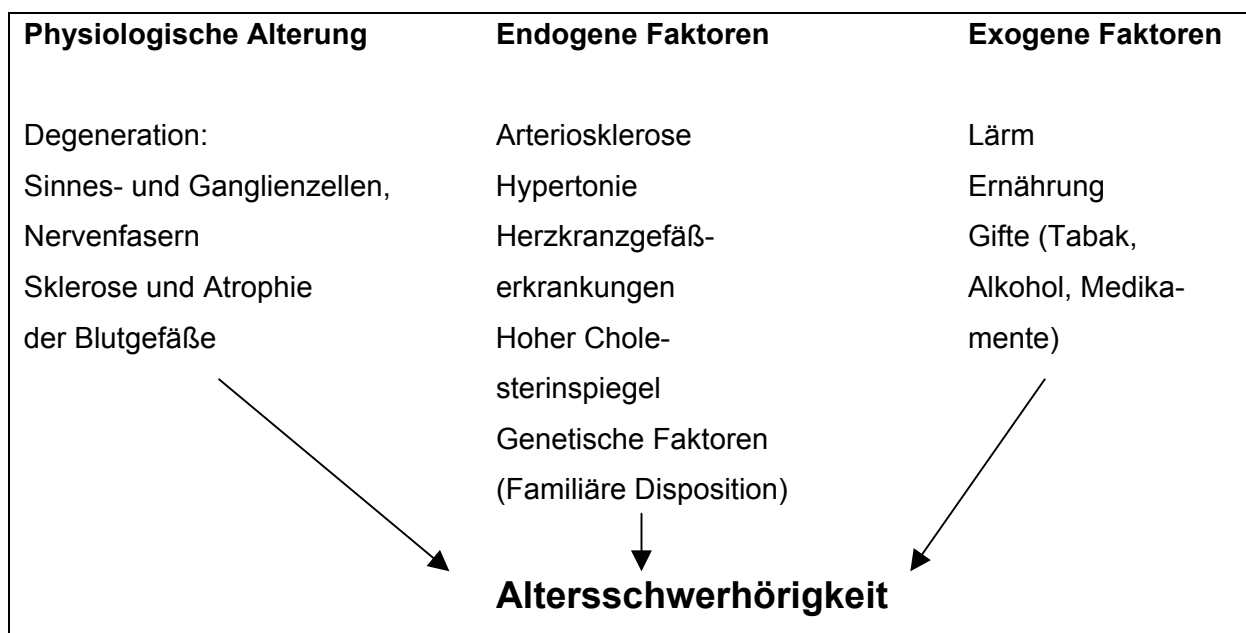


Abbildung 1: Ursachen der Altersschwerhörigkeit [6]

Da eine Schwerhörigkeit oftmals zu sozialer Verunsicherung und Isolation der Betroffenen führt sind Verbesserung der individuellen Hörsituation und Integration durch geeignete Maßnahmen unbedingt notwendig.

Um die Situation der Hörbeeinträchtigung in Alltagssituationen erfassen und verbessern zu können bedarf es vernünftigen audiometrischen und sprachaudiometrischen Maßnahmen. Für die klinische Hörprüfung und Hörgerätanpassung besteht ein Bedarf an standardisierbaren, realitätsnahen und vor allem praktikablen Hörtests zur Ermittlung der Sprachverständlichkeit im Störlärm.

Die bisherigen audiometrischen Testverfahren zur Hörgeräteanpassung und Hörprüfung wurden in schalldichten Untersuchungsräumen, d.h. bei absoluter Stille durchgeführt, was nicht den Gegebenheiten im realen Leben und den Alltagssituationen entspricht.

## **2.4 Allgemeine Grundlagen und Geschichte der Audiometrie**

Audiometrische Untersuchungen sind wichtige HNO-ärztliche Instrumente zur Erfassung und Einschätzung von Hörschäden. Vor allem sind sie aber bedeutsam für die Versorgung und Betreuung Hörgeschädigter und die Versorgung und Anpassung von Hörgeräten.

Audiometrie lässt sich in Ton- und Sprachaudiometrie gliedern. In der Tonaudiometrie bildet die Ermittlung der Hörschwelle mittels eines Tonaudiometers die Grundlage der audiologischen Diagnostik. Da die Messungen sowohl für die Luft- als auch für die Knochenleitung durchgeführt werden, kann mittels eines Vergleichs beider Ergebnisse eine entsprechende Diagnostik durchgeführt werden. So kann anhand des Audiogramms beispielsweise eine Mittelohrschwerhörigkeit von einer Innenohrschwerhörigkeit und einer Kombination von beiden festgestellt werden. Die Ermittlung der Tonhörschwelle allein reicht aber nicht aus, um das Hörvermögen unter normalen Alltagsbedingungen, d.h. unter Störeinfluss, zu erfassen

Diesem Anspruch wird die Sprachverständlichkeitsschwelle, die in der Sprachaudiometrie Verwendung findet, gerechter. Die Sprachverständlichkeitsschwelle ist definiert als der minimale Pegel des

Sprachschalls, bei dem 50% der Testeinheiten richtig verstanden werden [1]. Die Sprachaudiometrie gehört unbestritten zu den Eckpfeilern des audiometrischen Instrumentariums und ist integraler Bestandteil der audiologischen Diagnostik, der Begutachtung sowie der Hörgeräteindikation und -evaluation [16]. Sie bedient sich als Prüfmittel der Sprache. Um der realistischeren Alltagsrepräsentation gerecht zu werden empfehlen verschiedene Autoren Satztests [13,31,41].

Bereits zum Ende des vorigen Jahrhunderts wurde Sprache als diagnostisches Werkzeug zusätzlich zur Stimmgabel eingeführt. Der erste aufgenommene Sprachtest war ein Einsilbertest von Bryant 1904, der über Grammophon abgespielt wurde. Durch die Rohrweite des Lautsprechers wurde die Lautstärke geregelt, und der Ventilöffnungsgrad diente hierbei als Substrat des Hörschadens.

Durch die Erfindung der Vakuumröhrenaudiometer in den 20er Jahren erfuhr die Sprachaudiometrie erstmals weitere Verbreitung. Der erste Satztest wurde 1929 von Fletcher entwickelt, er benutzte Frage- und Befehlsätze von 5- bis 12-Wörtern Länge mit Schlüsselwörtern zum Satzverständnis. 1955 führten Silverman und Hirsch einen Satztest ein, der linguistisch der Alltagssprache entsprach, und wobei die richtige Wiederholung von Schlüsselwörtern bewertet wurde.

Der 1953 von Hahlbrock entwickelte Freiburger Sprachtest, stellt im deutschen Sprachraum heute noch die am häufigsten verwendete Hörprüfung dar. Er besteht aus Zahlen und Einsilbertest.

1962 kam der Marburger Satztest von Niemeyer in Gebrauch, der auch heute noch als der verbreiteteste deutschsprachige Satztest gilt. Hierbei wurde die Anzahl korrekt wiedergegebener Wörter aus den Prüfsätzen bewertet.

1973 verwendeten Nakatani und Dukes standardisierte nonsense-Sätze, um den Einfluß der Redundanz auszuschließen. Auch Kalikow befasste sich mit dem Problem der Redundanz, und entwickelte 1977 den SPIN-Test, um die Größe des Redundanzeinflusses bewerten zu können. In den 70er und 80er Jahren beschäftigten sich mehrere Autoren mit der Bedeutung des Störlärms und mit der Wahl geeigneter Maskiergeräusche für die Audiometrie. Bereits in den 80er Jahren kamen auch CD-Aufnahmen von Satztests in Gebrauch, allerdings nur als Kopien vom Band. Da die Sprachaudiometrie vor allem in der funktionellen Diagnostik und der Evaluierung bzw. Anpassung von technischen Hörhilfen, insbesondere Cochlearimplantaten, liegt, sollte hier zeitgemäße Technik angewandt werden.

Hierbei sind Prüfinstrumente mit maximalen Realitätsbezug und möglichst guter Standardisierbarkeit notwendig, die eine adäquate und einheitliche Qualitätskontrollen ermöglichen.

Der Marburger Satztest, der zu den bekanntesten deutschsprachigen Satztests zählt, ist für seine fragliche Reproduzierbarkeit aufgrund des einfachen und leicht erlernbaren Sinngehaltes der Sätze und der einheitliche Satzlänge, die nicht den realen Gegebenheiten entspricht, kritisiert worden [37].

Bisher gab es keinen Sprachtest, der direkt digital aufgenommen war, wie es bei einem auf CD dargebotenen Test idealerweise sein sollte [7]. Der Marburger Sprachtest auf CD brachte zwar schon die Vorteile der Langzeitstabilität und vereinfachten Handhabung im Vergleich zum Tonband mit sich, enthielt aber das Bandrauschen des Originals.

Niemeyer forderte, dass die Sätze bei einem Satztest einfach, zwanglos und natürlich im Alltagsgespräch vorstellbar sein müssen und redundante Wörter vermieden werden sollen. Die Satzgruppen sollen von handlicher Größe und untereinander vergleichbar und ausgewogen sein [22]. Bei der Vielzahl an verschiedenen Satztests liegt momentan ein nationaler Standard nur für den Freiburger- und den Marburger-Satztest vor (DIN 45624) [6].

Diese Überlegungen führten zur Entwicklung des Hochmair-Schulz-Moser-Satztests (HSM-Satztest) als direkt digital aufgenommenem, der Alltagssprache und Alltagsgeräuschen entsprechendem, standardisiertem Satztest. Dieser Satztest wurde ursprünglich zur Anpassung von Cochlea-Implantaten entwickelt. Das verwendete Sprachmaterial und Störgeräusch werden im Kapitel 3 Material und Methoden beschrieben.

## 3 Material und Methoden

### 3.1 Probanden

An diesem Versuch nahmen 60 Versuchspersonen im Alter zwischen 40 und 58 Jahren teil, davon waren 30 Frauen und 30 Männer. Das Durchschnittsalter liegt bei 51 Jahren. Die Probanden wurden anhand der ermittelten SNR-Werte in zwei Gruppen aufgeteilt, die Gruppe der besser und der schlechter Hörenden. Der SNR-Wert ergibt sich aus der Differenz zwischen dem Signal- und Störschallpegel. In dieser Arbeit werden die Ergebnisse der 30 besser hörenden Probanden angegangen, deren SNR-Werte über dem ermittelten Median liegen. Beide Teilgruppen setzen sich aus jeweils 15 Frauen und 15 Männern zusammen, wobei das Durchschnittsalter der Gruppe der besser Hörenden 49,9 Jahre beträgt. Die Stichprobe rekrutiert sich aus Personen, die noch voll im Berufsleben stehen, und verschiedenen Berufsgruppen angehören. Jedoch werden besondere Eigenschaften, wie Intelligenz und Berufsbildung bei unserem Test nicht berücksichtigt. Zum Teil waren es Probanden aus Freundes- und Familienkreisen und zum Teil Patienten der Augenklinik der Universität Würzburg, die sich nach persönlichen Anfrage freiwillig zur Verfügung stellten.

Die Auswahlkriterien für die Teilnahme an der Untersuchung waren außer dem Alter, die Selbsteinschätzung als normalhörend, keine otologischen Vorerkrankungen und deutsch als Muttersprache. Letzteres liegt darin begründet, dass Menschen für die zentrale Verarbeitung von Sprachlauten sog. Verständniskonzepte entwickeln, was jedoch vorwiegend in der Kindheit geschieht. Wird im Erwachsenenalter eine Fremdsprache erlernt, werden oft keine Verständniskonzepte mehr für Laute entwickelt, die in der Muttersprache nicht oder anders vorkommen. Wenn gleich es Hinweise gibt, dass auch Erwachsene prinzipiell noch derartige Verständniskonzepte entwickeln können, scheint dies doch nur einigen zu gelingen, so dass man prinzipiell bei einem „non native speaker“ mit einem veränderten Sprachverständnis rechnen muss [10].

Es wurde bei der Auswahl auch Wert auf motivierte Mitarbeit gelegt, da während der gesamten Testdurchführung eine hohe Konzentration erforderlich ist.

## 3.2 Audiometrische Verfahren

### 3.2.1 Sprachmaterial

In dieser Untersuchung wurde der deutschsprachige Hochmair-Schulz-Moser-Satztest (HSM-Satztest) in der computergestützten Version verwendet, der eine Weiterentwicklung des Innsbrucker Satztests darstellt [14]. Er besteht aus 30 Testgruppen (Listen), und 3 Übungsgruppen [34]. Jede Liste besteht aus 20 Alltagssätzen mit insgesamt 106 Wörtern. Die Sätze einer Testgruppe sind bezüglich ihrer Wortzahl für alle Listen in homologer Reihenfolge angeordnet und 6 der 20 angebotenen Sätze jeder Liste sind Fragesätze. Die einzelnen Satzlisten sind folgendermaßen aufgebaut:

1. Satz	und	11. Satz:	4 Wörter
2. Satz	und	12. Satz:	3 Wörter
3. Satz	und	13. Satz:	6 Wörter
4. Satz	und	14. Satz:	5 Wörter
5. Satz	und	15. Satz:	5 Wörter
6. Satz	und	16. Satz:	6 Wörter
7. Satz	und	17. Satz	8 Wörter
8. Satz	und	18. Satz	5 Wörter
9. Satz	und	19. Satz	7 Wörter
10. Satz	und	20. Satz	4 Wörter

In dieser Arbeit standen uns jeweils die ersten 10 Sätze jeder Testgruppe und 3 Übungsgruppen zur Verfügung.

Dieser Satztest wurde primär für Cochlear-Implant- und Hörgeräteträger entwickelt, denn gerade da muss eine ausreichende Anzahl der Testsätze zur wiederholten Testung zur Verfügung stehen. Besonderen Wert wurde dabei auf den Schwierigkeitsgrad des Satztestmaterials gelegt, der dem Schwierigkeitsgrad, der im Alltag gebräuchlichen Sätzen entsprechen sollte. Die Ausgewogenheit der Testgruppen in ihrem Aufbau und in ihrer Verständlichkeit konnten bereits Schuh [35], Zimmermann [46] und Strohmaier [38] feststellen.



Die Aufsprache, die sich mit Hilfe einer speziell entwickelten Software über einen Personal Computer (PC) abspielen lässt, erfolgt durch einen erfahrenen und ausgebildeten Sprecher des Bayerischen Rundfunks, Herr Fabian von Klitzing, dessen Sprache dem erwünschten Hochdeutsch mit leicht bayrischer Färbung entspricht. Auf einem zweiten Kanal wurde das CCITT-Rauschen aufgespielt, um das Satzverständnis bei Störrauschen messen zu können. So erhält man Ergebnisse, die Relevanz für Kommunikationssituationen im Alltag haben. Außerdem sind durch das Einstellen des Signal-Rausch-Abstandes (SNR) verschiedene Schwierigkeitsgrade für die Tests erzielbar [34]. Uns stand der HSM-Satztest in der computergestützten Version als wave-Datei zur Verfügung, die auf zwei Kanälen einerseits die Testsätze und andererseits ein sprachsimulierendes Rauschen darbietet. Beides lässt sich computergesteuert durch einen Mausklick einstellen und aktivieren.

### 3.2.2 Das Störgeräusch

In unserem Alltagsleben ist die zwischenmenschliche Kommunikation meist von Störlärm begleitet und findet kaum in absolut stillen Umgebung statt. Die Beeinträchtigung der Sprachverständlichkeit wird häufig durch die Klagen der Hörgeräteträger deutlich, die in ruhiger Umgebung ausreichend verstehen, jedoch bei zusätzlichem Störgeräusch extrem gehandicapt sind. Das verdeutlicht die Tatsache, dass eine einfache Sprachaudiometrie ohne Berücksichtigung von Störgeräuschen, unsere Kommunikationsfähigkeit im täglichen individuellen Umgebungsraum nicht ausreichend erfassen kann [42,23]. Auf die Wichtigkeit der Verwendung umweltspezifischer Störgeräusche in der Sprachaudiometrie weist auch Niemeyer hin [24]. Es finden verschiedene Geräusche als Störgeräusch Verwendung, wie z.B. das sprachsimulierende Rauschen nach CCITT, deutsche Sprache, Fremdsprache sowie Musik.

Doch das Störgeräusch im alltäglichen Leben ist oft die menschliche Sprache selbst. Wird sie im Test als Störsprache (Cocktailpartygeräusch) verwendet, wird der Existenz anderer Umweltgeräusche nicht genügend Rechnung getragen und die Aufmerksamkeit des Hörers kann durch den Informationsgehalt des Sprachgeräusches von den Testwörtern abgelenkt werden [24,9].

Ziel wäre es ein Störgeräusch zu haben, das auf der einen Seite so wirklichkeitsgetreu wie möglich ist, und auf der anderen Seite möglichst viele Störsituationen in sich vereint.

Nach Fastl [9] sind Geräusche als Störschall besser geeignet als Sprache [9]. Er entwickelte ein amplitudenmoduliertes Rauschen, dessen spektrale und zeitliche Hüllkurve im Mittel von fließender Sprache liegt. Das heißt, dass das Rauschen nach CCITT Rec. G 227, das auch in dieser Arbeit Verwendung findet, sich gut an fließende Sprache annähert (vgl. Abb. 2) und eine ähnliche Reduktion der Wortverständlichkeit bewirkt wie ein Stimmengewirr [9].

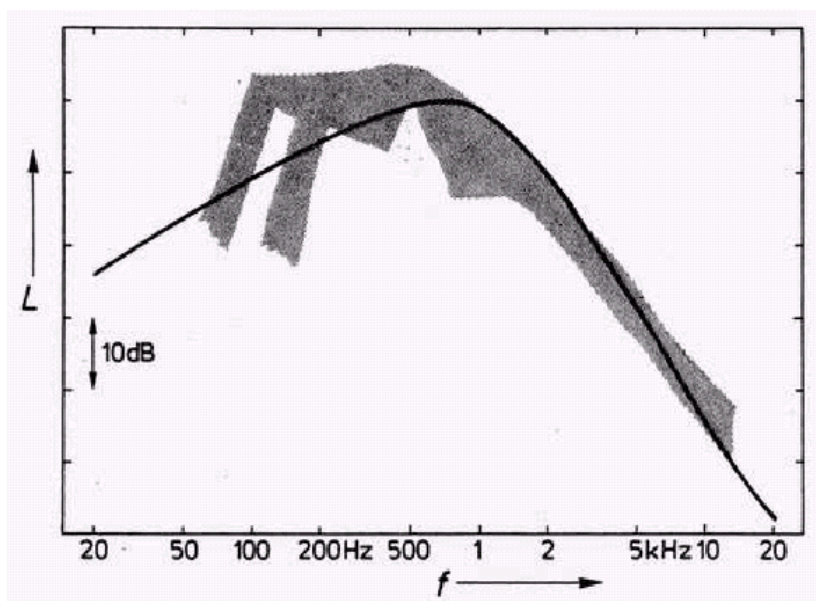


Abbildung 2: Ein Störgeräusch für die Sprachaudiometrie nach Fastl

Während der mittlere Frequenzbereich kaum und der hohe Frequenzbereich keine nennenswerten Schallstärken enthält, liegt die Hauptenergie dieses Rauschens im Bereich tiefer Frequenzen. Da die meisten Umweltgeräusche ihre Hauptenergieanteile im Bereich unter 1 kHz haben, ist mit dem verwendeten Rauschen eine gute Simulation der Störung durch Umweltgeräusche im Alltag möglich [37].

In dieser Arbeit liegt das Störgeräusch zusammen mit dem HSM-Satztest in der computergestützten Version vor.

### 3.3 Untersuchungsraum und technisches Material

Die Hörprüfungen fanden in der Camera Silens der Kopf- und Augenklinik der Julius-Maximilians-Universität Würzburg statt. Es handelt sich dabei um einen schalldichten Raum, der frei von Störgeräuschen und von Nachhall ist. Somit erfüllt er die Voraussetzungen, die für Freifeldversuche optimal sind, zwangsläufig aber eine sehr künstliche und gewöhnungsbedürftige Atmosphäre schaffen.

Zur technischen Ausrüstung zählen:

PC:	Maxdata Artist, mit einem Intell-Celeron Prozessor Steht im Raum nebenan, um eine zusätzliche Geräuschkulisse zu vermeiden
Software:	Westra 32 (Datenerfassung) USB-Sound-Karte HSM-Satztest (computergestützte Version mit Testsätzen als wave-Datei)
Vorverstärker:	Technics SU C909U
Endstufe:	Technics SE A909S
Lautsprecher:	Manger Schallwandler Zerobox 109
Systemdaten:	Impedanz 4 Ohm Anstiegszeit: 13 $\mu$ s Empfindlichkeit: 88dB 1W/1m

Die Manger-Boxen sollen laut Hersteller, die Eigengeräusche minimieren und durch die besondere Frequenztreue einen sehr viel natürlicheren Klang vollbringen, wodurch die Realität besser simuliert werden kann [20].

### 3.4 Versuchsanordnung

Die Untersuchungen fanden, wie bereits oben beschrieben, in der schallisolierten Hörprüfkabine (Camera Silens) der HNO-Universitätsklinik Würzburg statt. Der Proband saß auf einem Sessel, wo sich rechts und links von ihm jeweils ein Lautsprecher befand. Beide Lautsprecher wurden in einem Abstand von einem Meter, was einer realistischen Kommunikationssituation entspricht [43], und einem Winkel von  $45^\circ$  zur Blickrichtung des Probanden angeordnet (vgl. Abbildung 3). Ihm gegenüber saß der Prüfer am Monitor des Computers, der im Raum nebenan stand, um die Geräuschkulisse nicht zu beeinflussen.

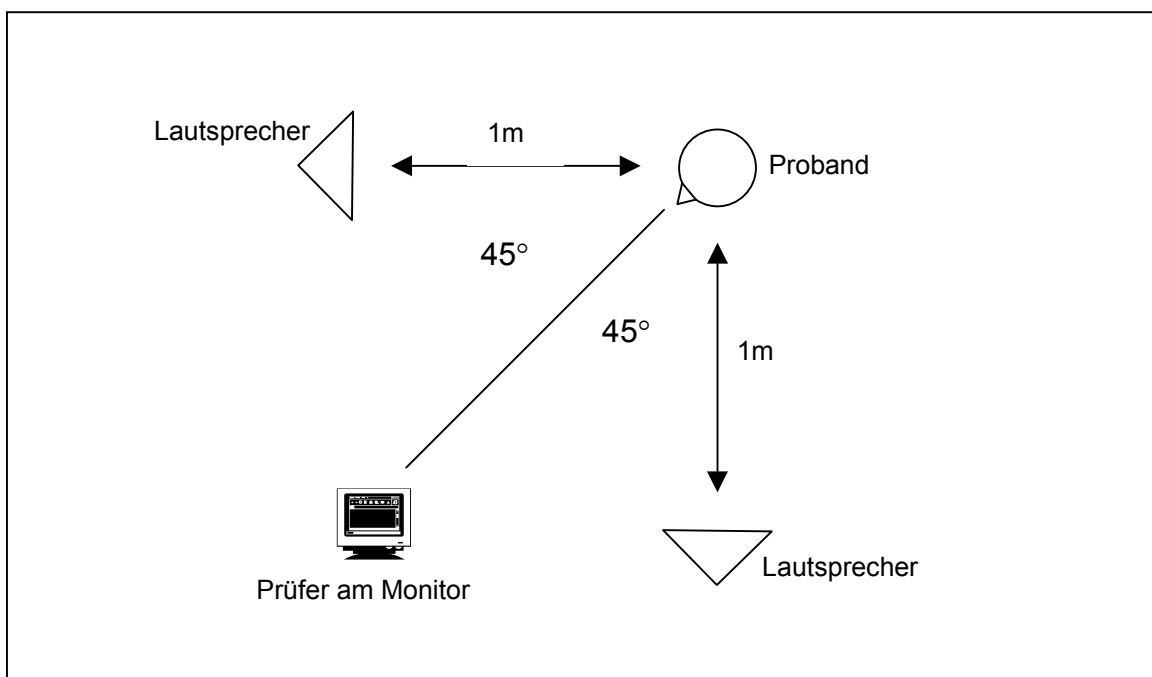


Abbildung 3: Versuchsanordnung

### 3.5 Versuchsdurchführung

Die Hörtests wurden zu etwa gleichen Teilen von 4 Prüfern unter denselben örtlichen und technischen Bedingungen durchgeführt.

Vor dem Versuchsbeginn wurde sichergestellt, dass die Auswahlkriterien (vgl. Kap. 3.1) erfüllt waren und in einem kurzen Gespräch die persönlichen Daten ,wie Name

und Geburtsdatum, erhoben. Anschließend folgte ein Aufklärungsgespräch über den Versuchsablauf und es wurde um Konzentration gebeten.

Die Versuchsdauer betrug ca. 30 min. und umfasste den HSM-Standardtest und HSM-Satztest nach Bocca-Calearo bei jeweils 60 und 80dB Störschallpegel. Bei dem Satztest nach Bocca-Calearo handelt es sich um ein Sprachtest mit zeitlichen Zerhackung der Sprache in einer Frequenz von 50ms, worauf Richter [29] und Mulfinger [21] in ihren Arbeiten näher eingehen.

Die Auswahl der Störschallpegel erfolgte unter Berücksichtigung alltäglicher Gegebenheiten: 60dB entspricht etwa dem Störschallpegel in einer Bank und 80dB findet man an einer stark befahrenen Straße (vgl. Tabelle 1).

Schultz-Coulon [37] legt die normale Umgangssprache aus einem Meter Entfernung auf ein Pegel von 60dB fest, Lehnhardt [18] auf 65dB und Langenbeck [17] zwischen 50 und 70dB.

Das Störgeräusch und die Sprache kommen jeweils zusammen und fast gleichzeitig aus beiden Lautsprechern. Das Störgeräusch beginnt einige Sekunden vor dem Nutzsignal.

*Tabelle 1: Beispiele für die Lautstärke von Umweltgeräuschen nach Schulz-Coulon [34]*

<b>Ort der Messung</b>	<b>Schallpegel in dB</b>
Theaterfoyer	70-75
Ruhiges Speiselokal	50-55
Parkplatz, 100m von Verkehrsstraße entfernt	60-70
Eilzugabteil während der Fahrt	65-70
Omnibus während der Fahrt	70-75
Omnibus an der Haltestelle	60
Bahnhofshalle	65-70
Schalterhalle einer Bank	60-65
Kaufhaus mit starkem Publikumsverkehr	65-70

Der Hörtest wurde als ein offener Test durchgeführt, d.h. der Proband wird aufgefordert das Verstandene zu wiederholen und gegebenenfalls zu raten, ohne dass eine mögliche Auswahl von Antworten zur Verfügung steht.

Es war auch wichtig, dass der Proband eine gleichbleibende und aufrechte Position des Kopfes behielt, um eine gleichmäßige binaurale Schalleinwirkung zu gewährleisten.

Zunächst wurde dem Probanden eine Übungsgruppe mit 10 Sätzen vorgespielt, um ihn an die etwas ungewöhnlichen Rahmenbedingungen und Akustik zu gewöhnen, sowie um den Ausgangswert des Nutzschalls für die nachfolgende Testgruppe festzulegen. Dabei fängt der erste Satz der Übungsgruppe mit SNR von 0dB an, d.h. Signal- und Störgeräusch betragen 60dB bzw. 80dB, wobei das Nutzsignal von Satz zu Satz durch die adaptive Pegelsteuerung an die 50%ige Verständlichkeit angepasst wird. Die Testgruppe fängt dann mit dem Ausgangswert des Nutzschalls der Übungsgruppe an, wobei der Störschall immer konstant bleibt, zuerst 60dB und danach 80dB beträgt. Im Anschluss an den HSM-Standardtest mit 60 und 80dB Störgeräusch wurde, in analoger Vorgehensweise, der Test nach Bocca-Calearo bei 60 und 80dB durchgeführt.

So ergaben sich insgesamt vier Durchläufe mit jeweils 10 Sätzen für die Übungsgruppe und 10 Sätzen für die Testgruppe, die per Mausklick gestartet und ausgewertet wurden. Dabei wird das Störgeräusch automatisch eingespielt und bleibt immer konstant und die Sprachlautstärke wird durch die adaptive Pegelsteuerung dem Verstandenen angepasst.

Nach jedem Satz wird der Proband gebeten das Verstandene so gut es geht zu wiederholen. Dem Prüfer stehen vier Kategorien zur Verfügung, um das Ergebnis festzuhalten:

alles verstanden	bzw. 100%	-2dB
viel verstanden	bzw. 66%	-1dB
wenig verstanden	bzw. 33%	+1dB
nichts verstanden	bzw. 0%	+2dB

Die Antwort bzw. der Prozentsatz des Verstandenen wird in der Software markiert, wodurch die Lautstärke der Sprache automatisch durch das Programm reguliert wird. So ändert sich die Signallautstärke mit jedem Satz entsprechend der Werte aus der Einteilung in die vier Kategorien. Das heißt, wird nach der Einschätzung des Prüfers „alles verstanden“ bzw. 100% auf dem PC markiert, so wird der folgende Satz automatisch um 2dB leiser, und bei „nichts verstanden“ bzw. 0% um 2dB lauter. Auf

diese Art und Weise, nähern sich nach 10 Testsätzen, die Werte an den Wert an, bei dem der Proband 50% der Sprache verstanden hat [18].

Die Ergebnisse werden direkt in die Datenbank abgelegt und gespeichert.

## 4 Ergebnisse

Unsere Messungen dienen der Bestimmung der SNR-Werte (Signal-Rausch-Abstand) bei 50%igem Sprachverständnis bei einem Störschallpegel von 60 und 80dB. Der SNR stellt die Differenz zwischen dem Pegel des Sprachschalls und dem Pegel des Störschalls dar.

Muss der Sprachlautpegel höher als der Störlärmpegel eingestellt werden, um die gewünschte Sprachverständlichkeit zu erreichen, ergibt sich ein positiver SNR. Ist er niedriger, ergibt sich ein negativer SNR. Sind beide Pegel (Sprachlaut-/Störschallpegel) gleich hoch, so ist der SNR neutral (SNR 0).

In diesem Kapitel wird zunächst das Gesamtkollektiv, bestehend aus 60 Probanden, dargestellt. Darauf folgend kommt es, entsprechend der Aufgabenstellung, zu einer Aufteilung des Gesamtkollektives in zwei Gruppen mit 30 besser und 30 schlechter hörende Probanden. In dieser Arbeit werden die Ergebnisse der 30 besser hörenden Probanden, die mit dem HSM-Standardtest geprüft wurden, dargestellt.

Die Gruppe der 30 schlechter Hörenden sowie die entsprechenden Ergebnisse des HSM-Tests mit der Modifikation nach Bocca und Calearo (50 ms) sind Gegenstand anderer Doktorarbeiten [29, 30, 21].

### 4.1 Darstellung der Gesamtergebnisse

In diesem Teil der Arbeit werden die Ergebnisse der durchgeführten Tests für das Gesamtkollektiv von insgesamt 60 Probanden dargestellt.

#### 4.1.1 Ermittelte SRT-Werte für das Gesamtkollektiv

Um die ermittelten Werte vergleichen zu können, wurde die so genannte Sprachverständlichkeitsschwelle (speech reception threshold, SRT, speech recognition threshold level) berechnet. Sie stellt den minimalen Pegel des Sprachschalls dar, den der jeweiliger Proband benötigt, um 50% der Testitems richtig zu verstehen. Der Wert für die 50%ige Sprachverständlichkeit ist insbesondere daher



von Vorteil, da der Graph aus der Sprachverständlichkeit in % und dem zugeordneten SNR in diesem Punkt in der Regel die größte Steigung aufweist. An diesem Punkt des individuell ermittelten Graphen, ist die Vergleichbarkeit der Einzelergebnisse am besten gegeben [15].

Zunächst wurden die Messdaten für jeden Probanden in die allgemeine Geradengleichung eingesetzt und diese nach  $t$  aufgelöst (Gleichung 1). Der  $t$ -Wert wurde wiederum in die Geradengleichung eingesetzt, wobei  $y$  gleich 50 gesetzt wurde. Diese Gleichung wurde anschließend nach  $x$  aufgelöst (Gleichung 2).

$$(1) \quad y = mx + t \quad \longleftrightarrow \quad t = y - mx$$

$y$  = verstandene Testitems in %;       $m$  = durchschnittliche Steigung in %/dB  
 $x$  = Signalpegel;                               $t$  = gesuchte Konstante in %

$$(2) \quad 50 = mx + t \quad \quad \quad x = (50 - t) / m$$

Der so ermittelte  $x$ -Wert stellt den Signalpegel dar, welcher nötig ist um 50% der eingespielten Testitems zu verstehen. Somit erhielten wir den individuellen Signalpegel für die 50%ige Sprachverständlichkeit.

Die Verteilung der Meßergebnisse wird in Abbildung 5 veranschaulicht. Die Einzelergebnisse der 60 Probanden sind in Tab. 2 dokumentiert.

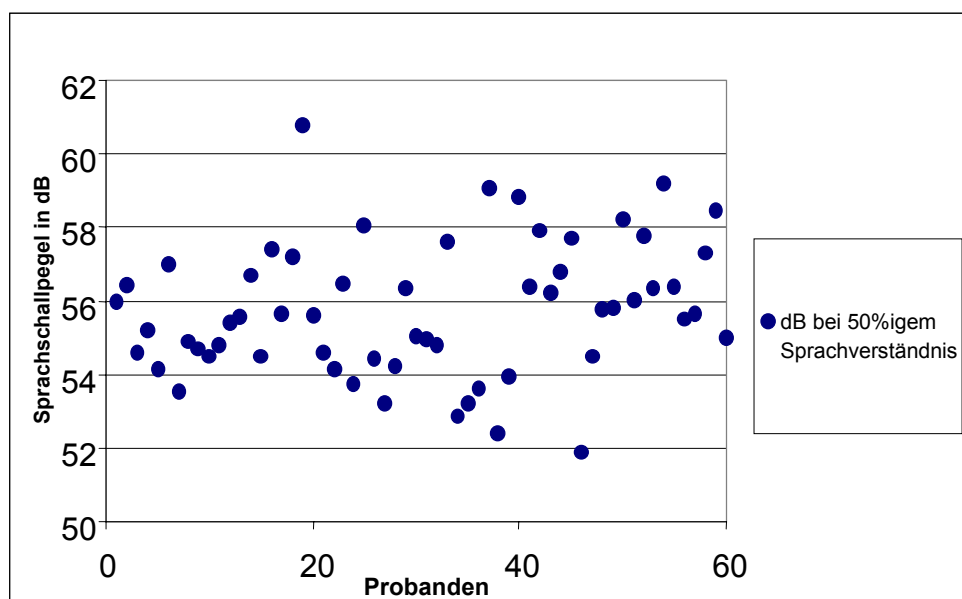


Abbildung 5: Verteilung der 50%-Werte des Gesamtkollektivs mit HSM-Standard bei 60dB

Bei der Verteilung der 50%-Werte des Gesamtkollektivs mit HSM-Standard bei 60dB Störschallpegel liegt das Maximum bei 60,8dB und das Minimum bei 51,9dB. Die meisten Werte siedeln sich um 56dB an. Das Durchschnittsalter des Gesamtkollektivs beträgt 50,8 Jahre.

*Tabelle 2: Gesamtkollektiv mit 50% Satzverständnis mit HSM-Standard und bei 60dB (IDPATAUD: Anordnung der Versuchspersonen in der gesamten Datenbank)*

Vpn	IDPATAUD	Alter	Sex	50%in dB	Vpn	IDPATAUD	Alter	Sex	50%in dB
1	89	52	w	56,0	31	246	45	w	54,9
2	90	56	m	56,4	32	247	51	m	54,8
3	106	46	m	54,6	33	248	55	m	57,6
4	107	52	w	55,2	34	249	48	m	52,9
5	117	56	w	54,1	35	250	46	m	53,2
6	118	51	w	57,0	36	251	53	m	53,6
7	119	53	m	53,5	37	252	51	m	59,1
8	127	54	m	54,9	38	253	46	w	52,4
9	128	52	w	54,7	39	254	55	w	53,9
10	135	56	m	54,5	40	255	52	m	58,8
11	136	50	w	54,8	41	256	50	w	56,4
12	139	55	w	55,4	42	257	48	m	57,9
13	140	54	m	55,6	43	258	49	m	56,2
14	142	53	m	56,7	44	259	45	w	56,8
15	143	46	m	54,5	45	260	49	m	57,7
16	144	54	w	57,4	46	261	45	w	51,9
17	145	52	w	55,7	47	262	45	w	54,5
18	146	54	w	57,2	48	263	58	m	55,7
19	147	51	m	60,8	49	264	45	w	55,8
20	148	52	w	55,6	50	265	51	m	58,2
21	149	47	m	54,6	51	266	55	m	56,0
22	198	49	w	54,1	52	267	55	W	57,8
23	199	51	w	56,5	53	268	55	M	56,3
24	205	51	w	53,7	54	269	54	W	59,2
25	206	56	w	58,1	55	271	51	M	56,4
26	217	55	w	54,4	56	272	53	M	55,5
27	242	40	m	53,2	57	273	45	W	55,7
28	243	45	m	54,3	58	274	50	W	57,3
29	244	57	m	56,3	59	275	49	W	58,5
30	245	52	w	55,1	60	276	47	M	55,0

## 4.1.2 Ermittelte SNR-Werte für das Gesamtkollektiv

In der folgenden Tabelle 3 werden die Mittelwerte für SNR in dB sowie die Standardabweichung und der Standardfehler der Mittelwerte für HSM-Standardtest (0 ms) und HSM nach Bocca Calearo (50 ms), bei jeweils 60 und 80 dB Störschallpegel dargelegt.

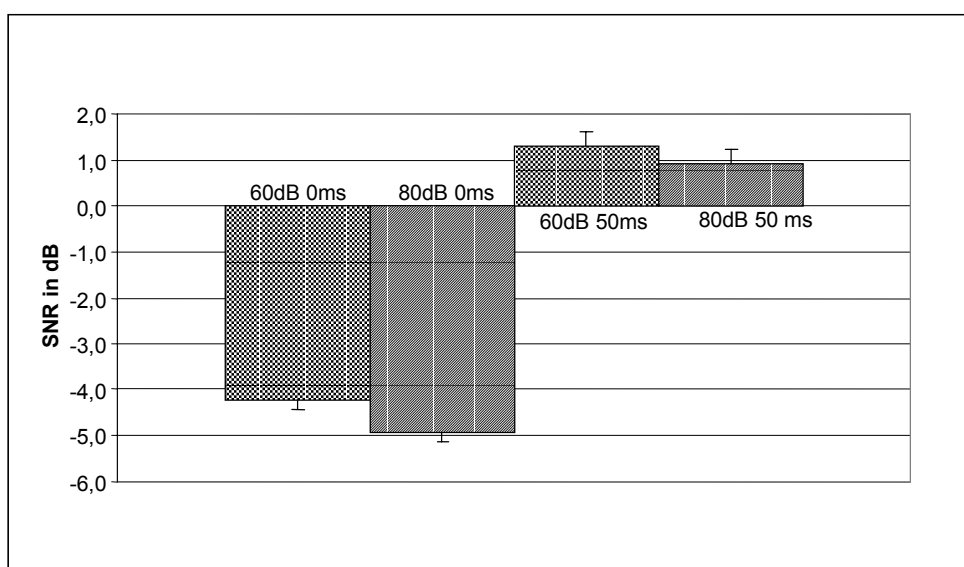
*Tabelle 3: Gesamtergebnisse des HSM-Standardtests und HSM nach Bocca Calearo (COPPFREQ: Frequenz in ms für Zerhackung der Sprache bei Bocca-Calearo)*

COPPFREQ	NOISE	N	Mittelwert für SNR in dB	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
0ms	60	60	-4.248	1.8077	0.2334
	80	60	-4.880	1.8047	0.2330
50ms	60	60	1.306	2.2055	0.2847
	80	60	0.992	2.2830	0.2947

Der Mittelwert für das Gesamtkollektiv mit HSM-Standardtest (0 ms) beträgt bei 60dB Störschallpegel -4,248dB und bei 80 dB Störschallpegel -4,880dB.

Für den HSM-Test modifiziert nach Bocca-Calearo (50 ms) betragen die Mittelwerte bei 60dB Störschallpegel 1,306dB und bei 80dB Störschallpegel 0,992dB.

In der Abbildung 4 werden die ermittelten Mittelwerte für SNR bildlich gegenübergestellt, wobei die Standardfehler in die Abbildung integriert sind.



*Abbildung 4: Gesamtergebnisse des HSM-Standardtests (0 ms) und HSM nach Bocca Calearo (50 ms)*

## 4.2 Aufteilung des Gesamtkollektivs

Das Gesamtkollektiv, bestehend aus 60 Probanden, wurde nach Abschluss der Messungen in zwei Gruppen aufgeteilt. Dabei sollten, entsprechend der Aufgabenstellung, die 30 besser Hörende von den 30 schlechter Hörenden getrennt werden. Als Grundlage für diese Aufteilung dienten die Messergebnisse des HSM-Standardtests bei 60dB Störschallpegel. Von diesen jeweiligen Signalpegeln, die bereits in Kap. 4.1.1 aufgeführt sind wurde der Median ermittelt, der bei 55,65dB liegt. Probanden mit Signalpegeln unter diesem Wert wurden der Gruppe der besser Hörenden und die Probanden mit Signalpegeln über diesem Wert der Gruppe der schlechter Hörenden zugeteilt. Wird ein Proband entsprechend seines Testergebnisses beim HSM-Standardtest mit 60dB Störschallpegel der Gruppe der besser Hörenden zugeordnet, schließt dies nicht aus, dass der gleiche Proband beim HSM-Standardtest mit 80dB Störschallpegel ein schlechteres Ergebnis erzielt, und somit der Gruppe der schlechter Hörenden angehören würde.

### 4.2.1 SNR-Werte der 30 besser hörenden Probanden

.

Die Gruppe der 30 besser hörenden Probanden, d.h. mit Signalpegeln unter 55,65dB, ist in Tabelle 4 und Abbildung 6 dargestellt.

Die Messergebnisse zeigen, dass das Minimum bei 51,9dB, das Maximum bei 55,6dB und der Mittelwert bei 54,3dB liegt. Das Durchschnittsalter der 30 besser Hörenden beträgt 49,9 Jahre.

Tabelle 4: 50%-Satzverständnis mit HSM-Standard bei 60dB für Gruppe der besser Hörenden

Vpn	IDPATAUD	50%in dB	Vpn	IDPATAUD	50%in dB
1	106	54,6	16	217	54,4
2	107	55,2	17	242	53,2
3	117	54,1	18	243	54,3
4	119	53,5	19	245	55,1
5	127	54,9	20	246	54,9
6	128	54,7	21	247	54,8
7	135	54,5	22	249	52,9
8	136	54,8	23	250	53,2
9	139	55,4	24	251	53,6
10	140	55,6	25	253	52,4
11	143	54,5	26	254	53,9
12	148	55,6	27	261	51,9
13	149	54,6	28	262	54,5
14	198	54,1	29	272	55,5
15	205	53,7	30	276	55,0

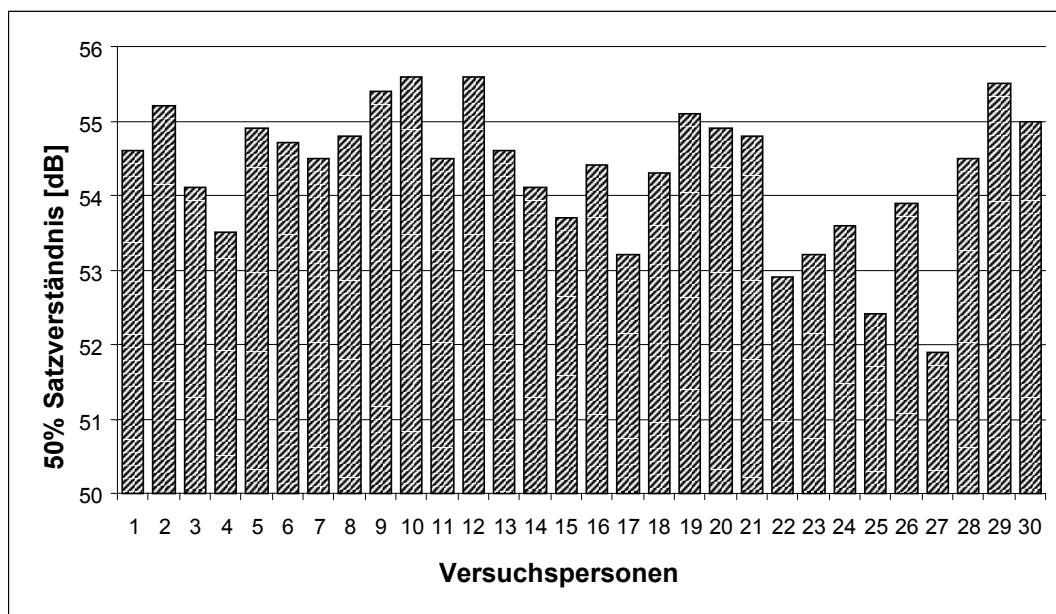


Abbildung 6: 50% Satzverständnis mit HSM-Standard bei 60dB Störschallpegel für 30 besser Hörende.

## 4.2.2 SNR-Werte nach Aufteilung des Gesamtkollektivs

Die SNR-Mittelwerte des HSM-Standardtests ( 0 ms) und HSM nach Bocca-Calearo (50 ms) bei 60 und 80dB Störschallpegel für die 30 besser und 30 schlechter hörenden Probanden werden in Abbildung 7 gegenübergestellt. Zum Vergleich ist auch das Gesamtkollektiv abgebildet und die Standardfehler in die Abbildung integriert.

Der Mann-Whitney-Test (Tabelle 5 und 6), ein nicht parametrischer Test, der dem T-Test entspricht, zeigt einen signifikanten Unterschied zwischen den von uns gebildeten Gruppen der 30 besser und 30 schlechter Hörenden für alle vier Testvarianten. Es wird getestet, ob zwei unabhängige Stichproben aus der gleichen Gesamtheit stammen. Er ist aussagekräftiger als der Median-Test, da er die Fallränge zugrunde legt.

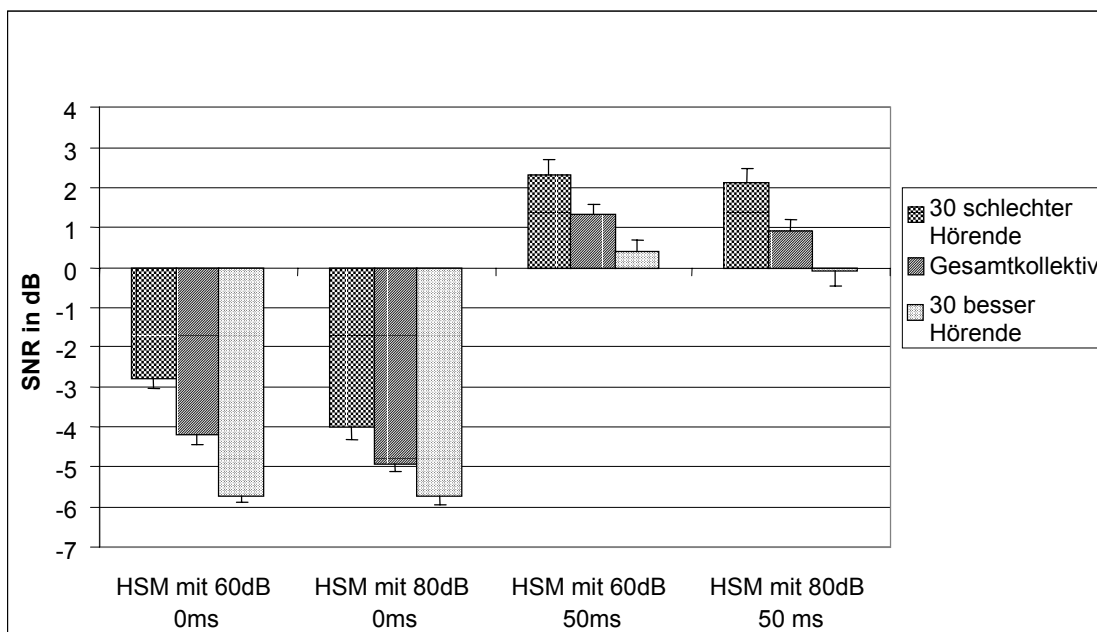


Abbildung 7: SNR-Werte nach Aufteilung in zwei Gruppen

Tabelle 5. Mann-Whitney-Test: Ränge

COPPFREQ	Gruppe	NOISE	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
0ms	30 besser Hörende	60	30	15.50	465.00
		80	30	45.50	1365.00
		Gesamt	60		
	30 schlechter Hörende	60	30	15.50	465.00
		80	30	45.50	1365.00
		Gesamt	60		
50ms	30 besser Hörende	60	30	15.50	465.00
		80	30	45.50	1365.00
		Gesamt	60		
	30 schlechter Hörende	60	30	15.50	465.00
		80	30	45.50	1365.00
		Gesamt	60		

Tabelle 6: Mann-Whitney-Test: Statistik (COPPFREQ: Zerhackungsfrequenz, bei HSM-Standard 0ms, modifiziert nach Bocca und Calero 50ms; dB-50: SNR für 50%iges Satzverständnis)

COPPFREQ	Gruppe		dB-50
0 ms	30 besser Hörende	Mann-Whitney-U	0.000
		Wilcoxon-W	465.000
		Z	-6.653
		Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	0.000
	30 schlechter Hörende	Mann-Whitney-U	0.000
		Wilcoxon-W	465.000
		Z	-6.653
		Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	0.000
50 ms	30 besser Hörende	Mann-Whitney-U	0.000
		Wilcoxon-W	465.000
		Z	-6.653
		Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	0.000
	30 schlechter Hörende	Mann-Whitney-U	0.000
		Wilcoxon-W	465.000
		Z	-6.653
		Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	0.000

### 4.3 Ergebnisse der Gruppe der 30 besser Hörenden

Die durchschnittlichen SNR-Werte, die bei 50%igem Sprachverständnis berechnet wurden, sind zur grafischen Darstellung der Ergebnisse jeweils gegenübergestellt. Die entsprechenden Standardfehler wurden in die Diagramme integriert.

Die Sprachverständlichkeit in Abhängigkeit vom SNR-Wert wird als Diskriminationsfunktion bezeichnet. Um diese darzustellen, wurden die gesamten Meßergebnisse in eine Access-Datenbank eingelesen, und in einem weiteren Arbeitsschritt für ausgewählte SNR-Werte das durchschnittliche Satzverständnis in Prozent berechnet. Eine dritte Umsetzung der Ergebnisse ist innerhalb eines Boxplots ausgearbeitet worden. Hierbei sind die Werte der einzelnen Messungen graphisch umgesetzt. Ein Punkt repräsentiert eine Patientenantwort in % verstandene Wörter. Entsprechend der vorgegebenen Auswahlmöglichkeiten 0%, 33%, 66% und 100% richtig verstanden, sind die Punkte auf die entsprechenden Werte auf der y-Achse beschränkt. Zu bedenken ist, dass eine Vielzahl von Überlagerungen aus den Punkten alleine nicht ersichtlich ist. Es gibt zwar die Möglichkeit, auch diese Information in die Darstellung mit einzubeziehen, aus Gründen der Übersichtlichkeit wird darauf jedoch verzichtet. Die Punkte sollen vielmehr das Antwortspektrum bei jeweiligem SNR-Wert zeigen. Die Häufigkeitsverteilung der Antworten ist dagegen in der Regressionsgeraden enthalten, die ebenfalls im Boxplot dargestellt ist. Diese ist durch das 95%ige Konfidenzintervall ergänzt, d.h. die Grenzen, innerhalb welcher die Regressionsgerade bei Reproduktion des Versuches mit einem entsprechenden Probandenkollektiv mit 95%iger Wahrscheinlichkeit läge. Die Steigung der Regressionsgeraden entspricht dem theoretischen Verständniszuwachs für das untersuchte Kollektiv bei sinkendem Abstand zwischen Sprache und Störlärm.

#### 4.3.1 Vergleich der Messungen bei 60 und 80dB Störschallpegel

Die durchschnittlichen SNR-Werte für 50%iges Satzverständnis der 30 besser Hörenden bei 60 und 80dB Störschallpegel werden in Abbildung 8 verglichen. Der Standardfehler ist in die Abbildung integriert.



Die entsprechenden Mittelwerte, Standardabweichungen und Standardfehler werden in Tabelle 7 aufgeführt.

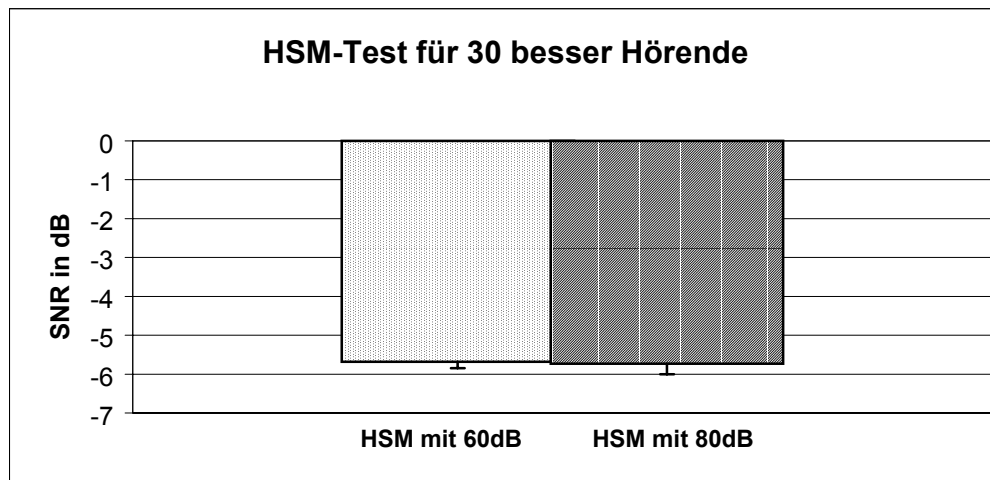


Abbildung 8: Vergleich SNR bei 50%igem Sprachverständnis mit HSM-Standard bei 60 und 80dB Störschall

Tabelle 7: HSM-Standard mit 60 und 80dB Störschallpegel für 30 besser Hörenden

NOISE	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
60	30	-5,6787	0,9314	0,1701
80	30	-5,7342	1,4802	0,2702

Der T-Test für die Mittelwertgleichheit zeigt keinen signifikanten Unterschied der beiden SNR-Werte beim HSM-Test mit 60 und 80dB.

Der Levene Test überprüft die Homogenität der Varianzen. Dabei werden die Ergebnisse sowohl für die Annahme gleicher Varianzen als auch für die Annahme ungleicher Varianzen angezeigt (vgl. Tabelle 8).

Tabelle 8: Statistische Auswertung der Ergebnisse mit HSM-Standard bei 60 und 80dB Störschallpegel

	Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
	F	Signifikanz	T	df	Signifikanz (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
								Untere	Obere
Varianzen gleich	3,570	0,064	0,17	58	0,863	0,0555	0,3193	-0,5837	0,6946
Varianzen nicht gleich			0,17	48,85	0,863	0,0555	0,3193	-0,5862	0,6972

Abbildung 9 zeigt das durchschnittliche Wortverständnis in Prozent bei 60 und 80dB bei verschiedenen Signal-Rausch-Abständen. Die größten Differenzen zeigen sich in den Bereichen zwischen 13 und -10dB, sowie -2 und 1dB. Im Bereich zwischen -9 und -3dB verlaufen die Diskriminationskurven nahezu identisch.

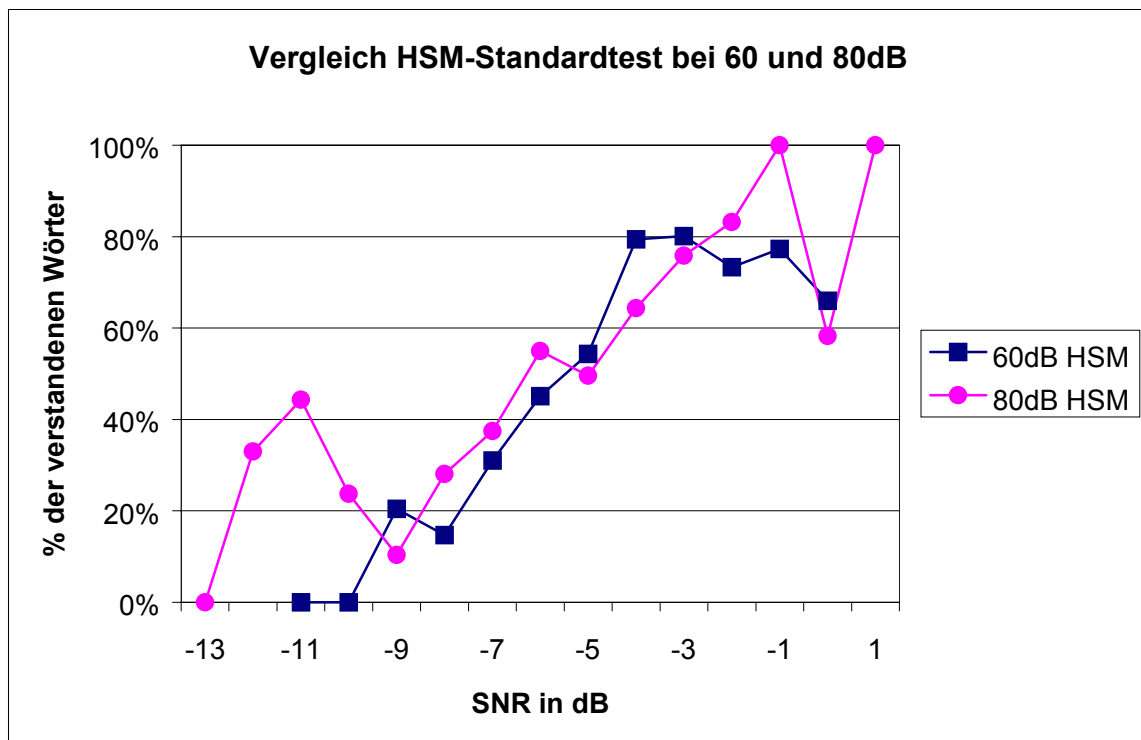


Abbildung 9: Diskrimination bei 60 und 80 dB Störschallpegel

Die Regressionsgeraden zeigen ebenfalls einen nahezu identischen Verlauf (Abbildungen 10-12).

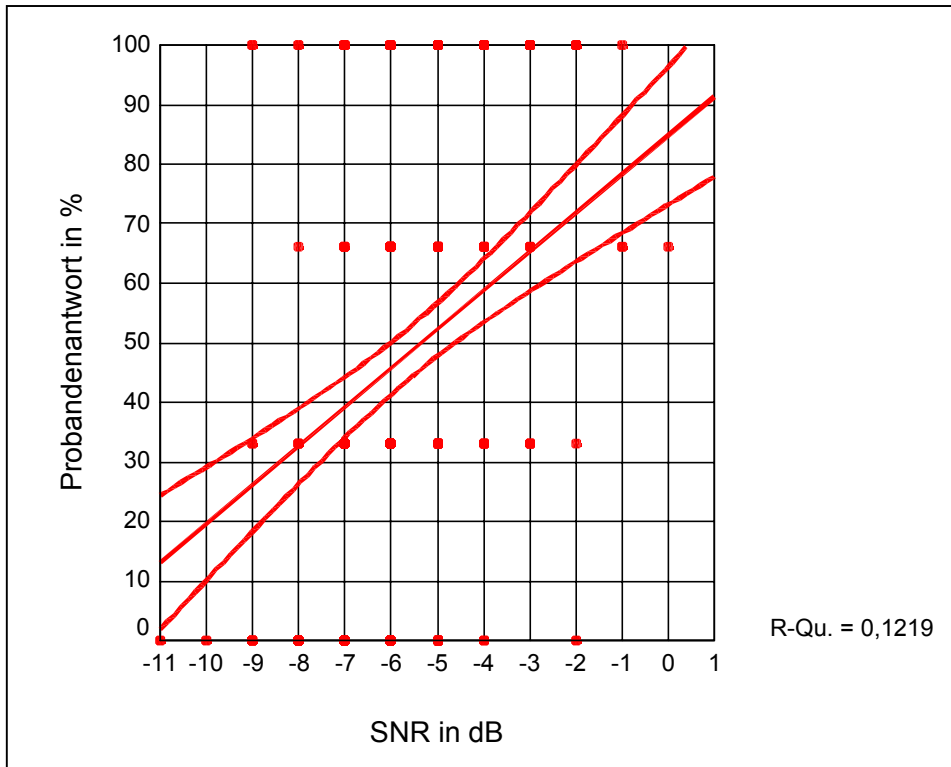


Abbildung 10: Regressionsgerade bei 60dB Störschallpegel für 30 besser Hörende

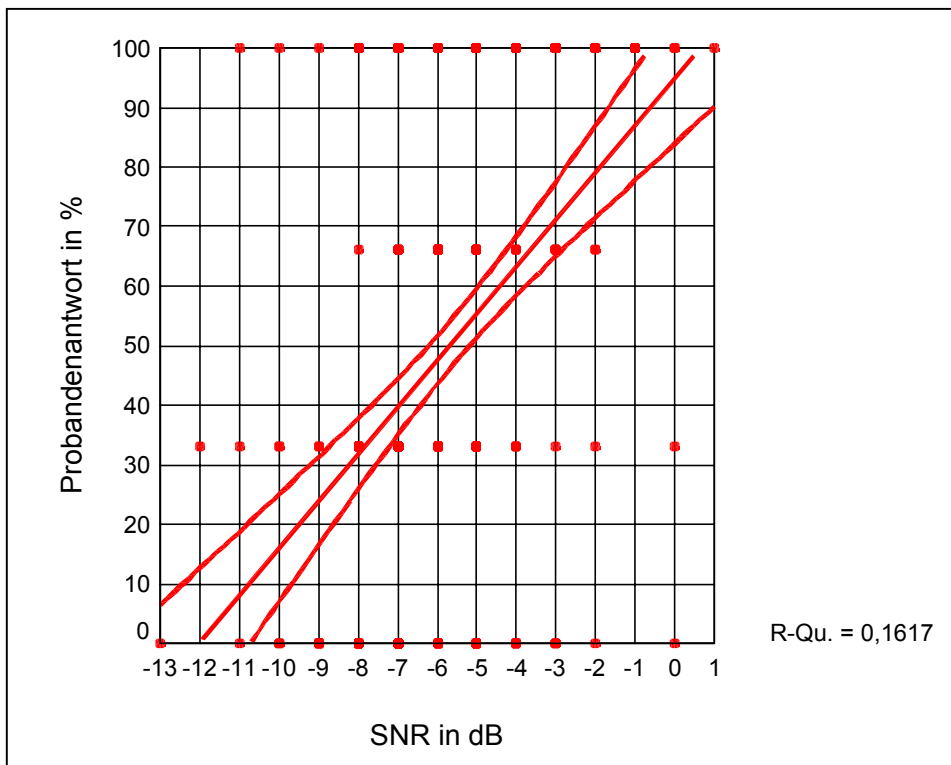


Abbildung 11: Regressionsgerade bei 80dB Störschallpegel für 30 besser Hörende

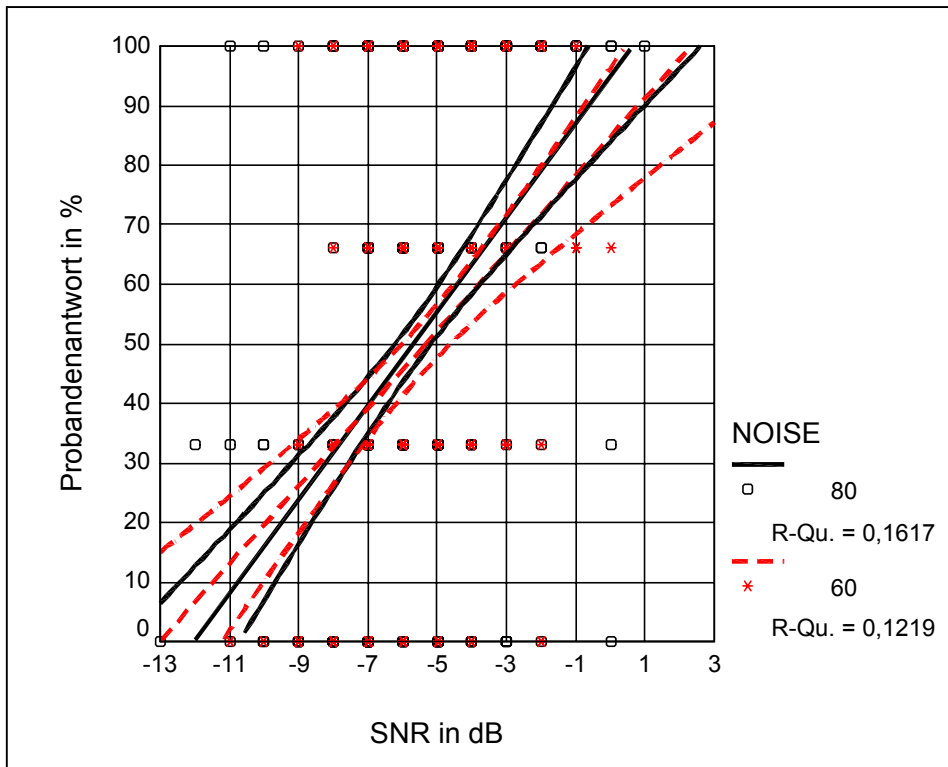


Abbildung 12: Regressionsgerade bei 60 und 80 dB Störschallpegel für 30 besser Hörende

Die Regressionsgeraden stellen den Zusammenhang zwischen dem prozentualen Wortverständnis der Probanden und dem SNR-Wert dar.

Zur besseren Übersicht und Vergleichbarkeit wurden die Einzelergebnisse bei 60 und 80dB Störlärm in Abbildung 12 zusammen dargestellt.

#### 4.3.2 Vergleich Gesamtkollektiv mit 30 besser Hörenden bei 60dB Störlärm

Um die Unterschiede zwischen den durchschnittlich erreichten Ergebnissen aller Testteilnehmer und den 30 besser hörenden Probanden darzustellen, werden sowohl die entsprechenden SNR-Werte bei 50%igem Satzverständnis als auch die Diskriminationskurven gegenübergestellt (vgl. Abbildung 13 und 14).

Abbildung 13 zeigt eine Differenz von 1,5dB zwischen den SNR-Werten für 50%iges Satzverständnis bei 60dB Störlärm zugunsten der Gruppe der 30 besser Hörenden. Die Standardfehler sind in die Abbildung intergriert.

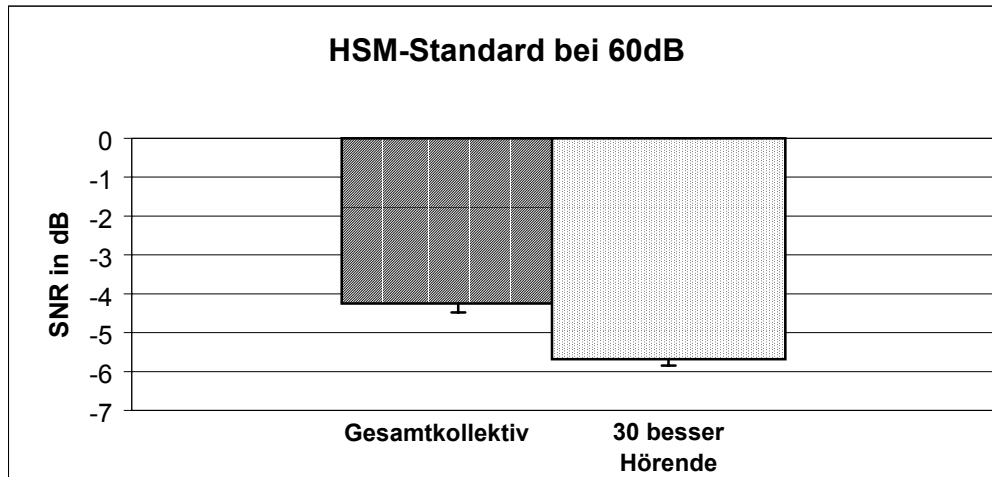


Abbildung 13: Vergleich Gesamtkollektiv mit 30 besser Hörenden bei 60dB Störschallpegel

Tabelle 9 beinhaltet die SNR-Mittelwerte sowie die Standardfehler des Mittelwertes und die Standardabweichung für das Gesamtkollektiv und die Gruppe der besser Hörenden.

Tabelle 9: Mittelwerte des HSM-Standards bei 60dB

Probandenkollektiv	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Gesamtkollektiv	60	-4,248	1,807	0,233
Besser Hörende	30	-5,679	0,931	0,170

Die Unterschiede in der Diskriminationskurve (Abbildung 14) sind besonders im Bereich zwischen -6 und -2dB erkennbar. Im Bereich zwischen -11 und -6 dB und ab -2dB verlaufen die Kurven nahezu identisch.

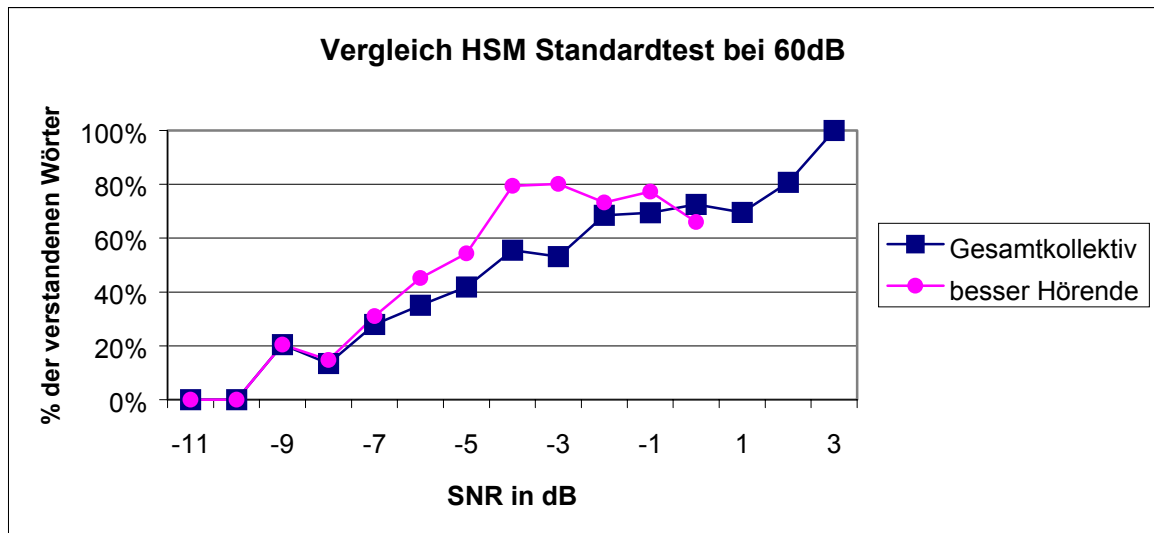


Abbildung 14: Diskrimination Gesamtkollektiv und 30 besser Hörende bei 60dB

#### 4.3.3 Vergleich Gesamtkollektiv mit 30 besser Hörenden bei 80dB Störlärm

Abbildung 15 stellt eine Differenz von 0,9dB zwischen den SNR-Werten für 50%iges Satzverständnis zwischen Gesamtkollektiv und den 30 besser hörenden Probanden bei 80dB Störlärm dar. Die Differenz ist somit um 0,6dB geringer als bei 60dB Störlärm.

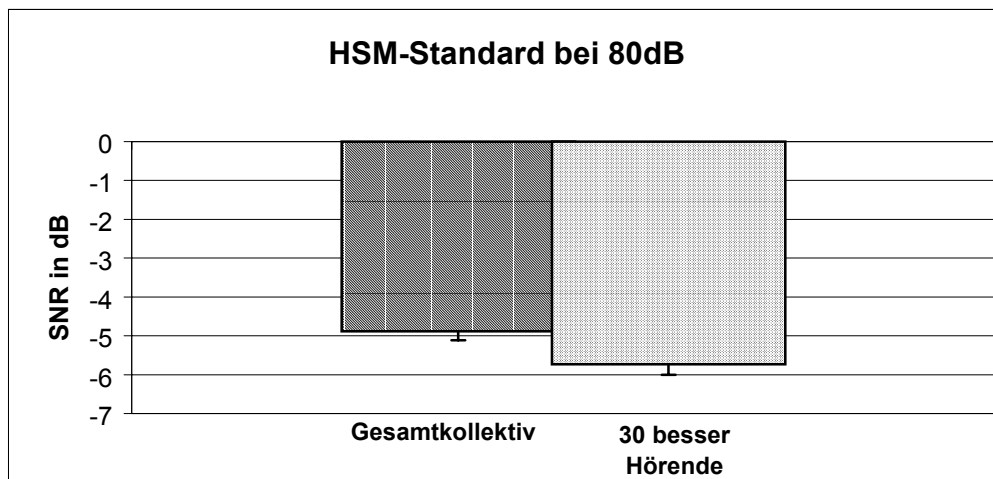


Abbildung 15: Vergleich Gesamtkollektiv mit 30 besser Hörende bei 80dB Störschallpegel

Tabelle 10 beinhaltet die SNR-Mittelwerte sowie den Standardfehler des Mittelwertes und die Standardabweichung bei 80dB Störschallpegel.

Tabelle 10: Mittelwerte des HSM-Standards bei 80dB

Probandenkollektiv	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Gesamtkollektiv	60	-4,880	1,807	0,233
besser Hörende	30	-5,734	1,480	0,270

Unterschiede der Diskriminationskurven sind fast nicht zu erkennen. Bei 80dB Störschallpegel ergibt sich ein fast identischer Verlauf der Diskriminationskurven, wobei Differenzen im Bereich zwischen  $-1$  und  $1$  dB ersichtlich sind (vgl. Abbildung 16).

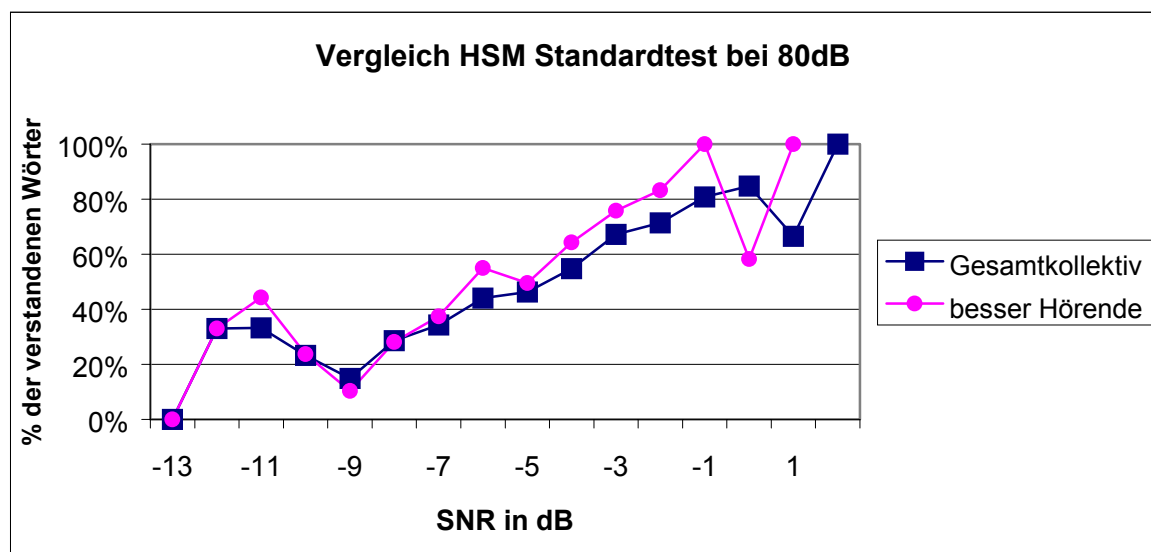


Abbildung 16: Diskrimination Gesamtkollektiv und 30 besser Hörende bei 80dB

## 4.4 Zusammenhang zwischen Alter und SNR-Wert

Abbildung 17 stellt die SNR-Werte für 50%iges Satzverständnis in Bezug zum Alter, für das Gesamtkollektiv dar. Innerhalb dieser Stichprobe ist kein Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen Alter und Sprachverständnis erkennbar.

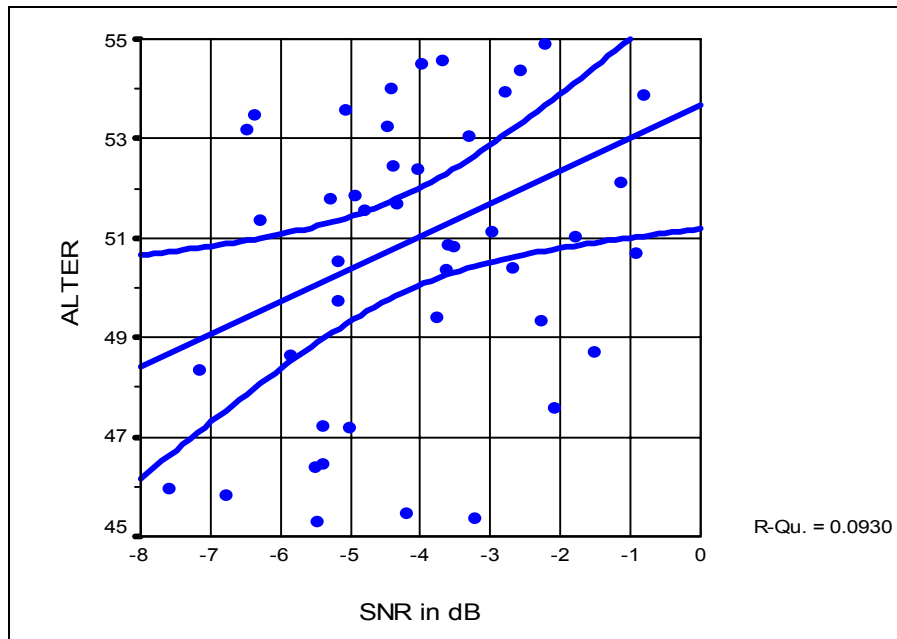


Abbildung 17: Zusammenhang zwischen Alter und SNR-Wert

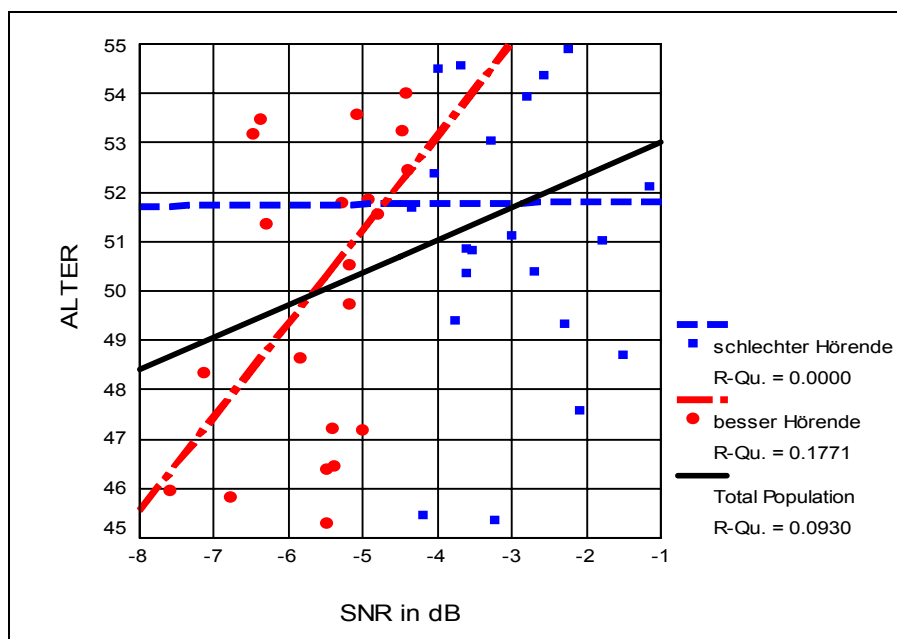


Abbildung 18: Alter zu SNR-Wert, aufgeteilt nach Gruppen



Bei den 60 Versuchspersonen ist kein Zusammenhang zwischen Alter und dem SNR Wert festzustellen. Die Aufspaltung in besser und schlechter Hörende zeigt ebenfalls keinen statistisch relevanten Zusammenhang zwischen Alter und SNR-Wert (vgl. Abbildung 18).

## 5 Diskussion

### 5.1 Auswahl der Probanden

Das Probandenkollektiv in dieser Arbeit besteht aus 60 Normalhörenden um 50 Jahre. Die Auswahlkriterien waren die Selbsteinschätzung als normalhörend, keine otologischen Vorerkrankungen und deutsch als Muttersprache. Auf ein Tonschwellenaudiogramm wurde verzichtet, um die Versuchszeit nicht unnötig zu verlängern, was die Konzentrationsfähigkeit beeinträchtigen könnte. Die subjektive Einschätzung der Probanden als normalhörend, erklärt sicherlich auch die breite Streuung der Ergebnisse.

Die Versuchsteilnehmer wurden nicht nach ihrem Beruf oder Bildungsstand gefragt, obwohl Schultz-Coulon [36] erhebliche Unterschiede in der Hörleistung bei Probanden aus verschiedenen sozialen Schichten feststellte. Weiter fanden Lindgren & Lindholm [19] heraus, dass Intelligenz eine sehr wichtige Rolle für die Fähigkeit zur Ergänzung von nicht verstandenen Wörtern sowie für das Verständnis und die Kommunikation darstellt. Diese Nichtberücksichtigung der oben genannten Faktoren kann möglicherweise zu einer Beeinflussung der Ergebnisse führen.

Nach der Durchführung unserer Messungen wurde das Gesamtkollektiv in zwei Gruppen aufgeteilt, in die Gruppe der besser und der schlechter Hörenden. Dazu dienten die SNR-Werte für 50%iges Sprachverständnis aus dem HSM-Standardtest bei 60dB Störlärm. Der HSM-Standardtest bei 60dB Störschall wurde zur Aufteilung herangezogen, da er einer alltäglichen Lärmbelastung entspricht [37]. Außerdem simuliert die Entfernung der Schallquelle von einem Meter einen normalen Kommunikationsabstand [44]. Es ist jedoch durchaus möglich, dass Probanden, die bei der Gruppeneinteilung mit dem HSM-Standardtest mit 60dB Störschall, der Gruppe der besser Hörenden zugeteilt wurden, einer anderen Gruppe zugehören würden, wenn man die Aufteilung bei 80dB Störlärm durchführen würde. Da in der vorliegenden Arbeit jedoch die Ergebnisse der verschiedenen Gruppen miteinander verglichen werden, ist es nicht sinnvoll, die Gruppeneinteilung nach jedem Test neu vorzunehmen, sondern die Gruppeneinteilung mit HSM bei 60dB, aus oben genannten Grund, durchgängig zu verwenden.

Die Gruppe der 30 besser Hörenden Probanden stellt somit die Gruppe des Gesamtkollektivs dar, die in alltäglichen Situationen kein Problem hat den Gesprächspartner zu verstehen.

## **5.2 Vergleich der Messungen bei 60 und 80dB**

### **Störschallpegel für 30 besser Hörende**

Beim Vergleich der SNR-Mittelwerte bei 60 und 80dB Störlärm, zeigt sich für die 30 besser hörenden Probanden kein Unterschied. Sowohl bei 60dB als auch 80dB Störlärm beträgt der SNR-Mittelwert  $-5,7\text{dB}$ . Das zeigt, dass es bei der Gruppe der besser Hörenden keinen Unterschied in Bezug auf die durchschnittlichen SNR bei 50%iger Sprachverständlichkeit gibt, egal ob der Störschallpegel höher (80dB) oder niedriger (60dB) ist (vgl. Abbildung 8). Damit kann die Feststellung von Grebe [12] bestätigt werden, dass bei Normalhörenden das Sprachverständnis bei gleichen SNR im Bereich von 60-80dB Störlärm unabhängig vom Geräuschpegel ist. Grebe [12] untersuchte Normalhörende um die 50 Jahre und stellte keinen signifikanten Unterschied beim Vergleich der durchschnittlichen Verständnisquoten für verschiedene SNR-Werte in Abhängigkeit von Störlärmniveau fest.

Anhand der Diskriminationskurven für 60 und 80dB Störlärm wird jedoch offensichtlich, dass sich besonders im Bereich niedriger SNR-Werte, zwischen  $-10$  und  $-13\text{dB}$ , ein deutlicher Unterschied in der Satzverständlichkeit abzeichnet (vgl. Abbildung 9). So steht zum Beispiel dem SNR-Wert von  $-11\text{dB}$  bei 60dB Störlärm ein Satzverständnis von 0% dem 43%igem bei 80dB gegenüber, was auf eine bessere Sprachverständlichkeit bei höheren Störschallpegel weist (vgl. Abbildung 9). Dieser großer Unterschied in dem prozentualen Verständnis im Bereich der niedrigen SNR-Werte, könnte auf die hohe Ergebnisstreuung und das relativ kleine Probandenkollektiv zurückzuführen sein. Der Unterschied in der Satzverständlichkeit wird jedoch mit steigendem SNR-Wert fast aufgehoben.

Demzufolge kann die Gruppe der besser Hörenden diesbezüglich als normalhörend eingestuft werden. Ferner spricht das Literaturstudium dafür, dass bei Normalhörenden das Sprachverständnis bei gleichen SNR-Werten im Bereich

zwischen 60 und 80dB Störlärm unabhängig von Geräuschpegel ist. Während Schwerhörige eindeutig von höheren Gesamtlautstärke profitieren.

### **5.3 Vergleich der 30 besser Hörenden mit dem Gesamtkollektiv**

Beim Vergleich der 30 besser Hörenden mit dem Gesamtkollektiv ist zu vermerken, dass die 30 besser hörenden Probanden ein Teil des Gesamtkollektivs sind und deshalb die Signifikanzprüfung der Daten nicht möglich ist. Da es sich bei unseren Messungen aber um Vergleichsgrundlagen für die Gruppe der Normalhörenden um 50 Jahre handelt, erscheint ein Vergleich durchaus sinnvoll zu sein.

Betrachtet man den Unterschied der SNR-Mittelwerte bei 60dB Störlärm dieser beiden Gruppen, zeigt sich eine Differenz von 1,5dB (vgl. Abbildung 13). Bei 80dB Störlärm ergibt sich eine Differenz von 0,9dB (vgl. Abbildung 14). Die Differenz bei 80dB Störlärm ist somit um 0,6dB geringer als die bei 60dB Störlärm. Daraus ergibt sich eine bessere Verständlichkeit des Gesamtkollektivs bei lauterem Störgeräusch. Das entspricht dem Trend der Vergleichsliteratur, die ein Verständniskennwert bei höherem Störgeräusch beschreibt [40,5]

Bei der Betrachtung der Diskriminationskurve ist auffällig, dass die besser Hörenden bei 60dB Störlärm vor allem bei SNR-Werten zwischen -6 und -2dB deutlich besser waren als das Gesamtkollektiv. Zwischen -11 und -6dB und ab dem Wert -2 verlaufen die Kurven fast identisch (vgl. Abbildung 14). Der Unterschied bei den Diskriminationskurven bei 80dB Störgeräusch ist nicht so deutlich wie bei 60dB Störgeräusch (vgl. Abbildung 16). Die Diskriminationskurve verläuft hier nahezu identisch. Es zeichnet sich eine Annäherung der Ergebnisse beider Gruppen bei höheren Störschall (80dB) ab. Das hängt mit dem Verständlichkeitsgewinn des Gesamtkollektivs bei 80dB Störschallpegel zusammen, der dem Trend der bekannten Literatur entspricht.

## 5.4 Vergleich unserer Ergebnisse mit anderen Arbeiten

Ein Vergleich der Ergebnisse dieser Arbeit mit den Ergebnissen anderer wissenschaftlichen Publikationen hinkt oft an den großen methodischen Unterschieden, die durch die Vielzahl von verschiedenen Variablen auftreten.

Die Unterschiede liegen häufig in der Auswahl von Versuchspersonen, dem Versuchsaufbau (z.B. Anordnung und Anzahl von Lautsprechern), dem Prüfraum selbst, dem Störsignal oder dem Sprachmaterial. Es muss eine Vielzahl von Parametern kontrolliert und standardisiert werden, um exakte Vergleiche ziehen zu können. Trotzdem sind in der Fachliteratur Untersuchungen zu diesem Thema zu finden, die Vergleiche mit den Ergebnissen dieser Arbeit zulassen. Die Sprachverständlichkeitsschwelle (SRT) ist Gegenstand vieler Arbeiten und somit eine gute Vergleichsgrundlage.

So erhielt Strohmaier [40], der allerdings normalhörende Studenten zwischen 20 und 30 Jahren untersuchte, für ein 50%iges Sprachverständnis einen SNR-Wert von -10dB bei 60dB Störpegel und -14dB bei 80dB. Vergleicht man diese Werte mit den Ergebnissen der besser Hörenden aus dieser Arbeit, so ergibt sich eine Differenz von 4,3 bzw. 8,3dB. Verglichen mit dem Gesamtkollektiv erhöht sich die Differenz auf 5,8 bzw. 9,2. Somit erzielten die jüngeren Probanden insgesamt bessere Ergebnisse als unsere Testpersonen um die 50 Jahre, wobei die Gruppe der besser hörenden Probanden besser abschneidet als das Gesamtkollektiv. Hier könnte man den interessanten Vergleich zwischen dem Hören im Lärm und dem Alter machen, jedoch unterscheidet sich leider der Versuchsaufbau bei Strohmaier [40] von unserem durch die Anordnung der Lautsprecher. Zwei Lautsprecher für das Störsignal sind seitlich angeordnet und einer frontal für das Nutzsignal. Laut Platte [27] führt eine räumliche Trennung von Stör- und Sprachsignal bei Normalhörenden zu einer Verbesserung der Sprachverständlichkeit. Die Sprachverständlichkeit ist dann am schlechtesten, wenn beide Schallsignale bei konstanten Schallpegeln von Sprache und Störschall am Abhörort aus der gleichen Richtung einfallen [27]. Inwiefern der Versuchsaufbau zu den besseren Ergebnissen beiträgt ist kaum abschätzbar. Es lässt sich aber ein Trend erkennen, der die abnehmende Hörfähigkeit im Lärm bei Normalhörenden unterstreicht.

Auch Grebe [12], der Normalhörende um 50 Jahre untersuchte, benutzt drei Lautsprecher in der Anordnung wie Strohmaier [40] und erhielt für sein

Probandenkollektiv SNR-Werte von  $-9,1\text{dB}$  für  $60\text{dB}$  und  $-8,6\text{dB}$  für  $80\text{dB}$  Störschall. Es ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Störschallpegeln, was mit dem Ergebnis dieser Arbeit für die besser Hörenden übereinstimmt. Die insgesamt besseren Ergebnisse von Grebe könnten auf die Versuchsanordnung zurückzuführen sein.

Die Ergebnisse von Schulze-Thüsing [38], der ein Kollektiv Normalhörender untersuchte, kommen mit dem SNR-Wert von  $-5,7\text{dB}$  bei  $60\text{dB}$  und  $-4,8\text{dB}$  bei  $80\text{dB}$  Störschall, denen für die 30 besser Hörenden in dieser Arbeit am nächsten. Auch der Versuchsaufbau ähnelt dem in dieser Arbeit, da Nutz- und Störsignal aus einem Lautsprecher kommen. Die, nach Angaben des Autors [38], im Vergleich zu den anderen Arbeiten relativ schlechten Werte, sind darauf zurückzuführen, dass der Prüfraum einem gewissen äußeren Lärmeinfluss unterlag und dass die Nutz- und Störschall-Darbietung aus einem Lautsprecher kamen.

Schuh [35] untersuchte 35 Personen im Alter zwischen 41 und 58 Jahre mit dem HSM-Satztest. Der Unterschied zu den Messungen in der vorliegenden Arbeit lag in der Version des Tests mit nicht adaptiver Pegelsteuerung und der Verwendung von drei statt zwei Lautsprechern. Er stellte eine durchschnittliche Verständnisquote bei einem SNR-Wert von  $-7\text{dB}$  fest, der bei  $80\text{dB}$  Störschall geringfügig höher als bei  $60\text{dB}$  war. Jedoch stand bei Schuh [35] die Ausgewogenheit des Test im Vordergrund und nicht die Hörleistung.

Delle [5], die 30 Versuchspersonen im Alter zwischen 20 und 30 Jahren untersuchte, stellte einen Verständlichkeitsgewinn zugunsten der höheren Störschallintensität von  $80\text{dB}$  fest, der bei den 30 besser hörenden Probanden in dieser Arbeit nicht festzustellen war. Doch auch Delle benutzte in ihrem Versuch drei Lautsprecher und untersuchte den HSM-Test auf die Ausgewogenheit der Satzgruppen.

Frimberger [11], der die Altersgruppe zwischen 65 und 80 Jahren untersuchte, konnte auch ein besseres Heraushören des Signals bei lauterem Störschall feststellen, was sich mit den Ergebnissen von Scherg [30] und der vergleichenden Literatur deckt. Doch auch hier kann man nur von einem Trend sprechen, da hier der Marburger-Satztest zur Anwendung kam.

Festzuhalten ist jedoch, dass Ergebnisse dieser Untersuchung, trotz der methodischen Unterschiede, gleiche Tendenzen in den Ergebnissen aufweisen wie andere wissenschaftliche Arbeiten zu diesem komplexen Thema.

## 5.5 Vergleich mit den Arbeiten von Scherg, Richter und Mulfinger

Es gibt eine Vielzahl von Untersuchungen, die sich mit dem Thema des Sprachverstehens in lärmgefüllter Umgebung befassen, jedoch ist die Vergleichbarkeit der Ergebnisse, wie bereits im vorherigen Kapitel 5.4 geschildert, aufgrund der großen methodischen Unterschiede schwierig. Der Vergleich der Ergebnisse mit denen von Scherg [30], Richter [29] und Mulfinger [21] stellt aber eine sehr gute Möglichkeit des Vergleichs dar, da es sich hierbei um genau den gleichen Versuchsaufbau und Probandenkollektiv handelt. Der einzige Unterschied besteht nur entweder in der gebildeten Stichprobe oder in der Testvariante.

Scherg [30] untersuchte die Gruppe der 30 schlechter Hörenden mit dem HSM-Standardtest. Seine Auswertungen ergaben für das 50%ige Satzverständnis bei 60dB Störgeräusch einen SNR-Wert von -2,8dB und bei 80dB Störgeräusch einen SNR-Wert von -4,0dB. Im Vergleich zur Gruppe der besser Hörenden ist der SNR-Wert bei 60dB um 2,9dB höher, und bei 80dB um 1,7dB höher. Innerhalb der Gruppe der schlechter Hörenden erweist sich die Differenz von 1,2dB als signifikant. Für diese Gruppe führt das Ergebnis zu einem meßbaren Vorteil, wenn das Gesamtpegelniveau angehoben wird, was mit der Vergleichsliteratur [40, 5, 11] übereinstimmt. Im Gegensatz dazu macht es für die besser Hörenden keinen Unterschied aus. Die Ergebnisse dieser Gruppe zeigen im Vergleich zu den schlechter Hörenden, sowohl mit dem Standardtest als auch modifiziert nach Bocca-Calearo überdurchschnittlich gutes Satzverständnis im Störlärm.

Richter [29] untersuchte die Gruppe der besser Hörenden, jedoch mit dem HSM-Test modifiziert nach Bocca und Calearo. Bei diesem Test liegt der Unterschied darin, dass die Sprache in einem Intervall von 50 ms räumlich und zeitlich getrennt wird, wodurch besonders die zentrale Hörverarbeitung geprüft wird. Das 50%ige Satzverständnis bei der erschwerten Testvariante lag für 60dB Störgeräusch bei 0,4dB und für 80dB Störgeräusch bei -0,1dB. Obwohl die Differenz von 0,5dB nicht so groß ist, lässt sich zumindest tendenziell der Vorteil zugunsten des Störschallpegels von 80dB erkennen. Insgesamt sind die SNR-Werte bei Richter deutlich höher als die beim HSM-Standard-Test.

Bei Mulfinger [21], der die schlechter Hörenden mit dem modifizierten Test nach Bocca-Calearo untersuchte, sind die SNR-Werte noch höher als die von Richter [29]. Für 60dB Störschallpegel liegt der SNR-Wert bei 2,3dB und für 80dB Störschallpegel bei 2,1dB. Die Differenz von 0,2dB ist dabei nicht signifikant. Der messbare Vorteil, der bei der Gruppe der schlechter Hörenden mit dem HSM-Standardtest zugunsten des Störschalls von 80dB fiel, ist hier nicht gegeben. Durch die erschwerte Testvariante mit der Zerhackung des Nutzsignals schneiden beide Testgruppen von Richter und Mulfinger erwartungsgemäß schlecht ab.

Worin die möglichen Ursachen begründet liegen wird in den Arbeiten von Richter [29] und Mulfinger [21] diskutiert, die mit dem HSM-Test nach Bocca und Calearo arbeiteten. Die Gegenüberstellung unserer Ergebnisse ist in Abbildung 7 zu sehen.

## 5.6 Das Alter und die Hörleistung

Bei dieser Untersuchung konnte für das Gesamtkollektiv im Alter zwischen 40 und 58 Jahren kein Zusammenhang zwischen Alter und der Hörfähigkeit im Lärm festgestellt werden. Dies veranschaulicht auch die Abbildung 17 und 18, wo weder für das Gesamtkollektiv, noch für die Gruppe der besser und schlechter Hörenden ein Zusammenhang zwischen Alter und Hörvermögen festzustellen ist.

Das Durchschnittsalter des Gesamtkollektivs lag bei 50,8 Jahren, während es bei den besser Hörenden 49,9 Jahre waren, worin die besseren Ergebnisse dieser Stichprobe begründet liegen könnten. Doch bei Betrachtung des R-Qu-Wertes der besser Hörenden, der bei 0,177 liegt, lässt sich statistisch gesehen keine Aussage treffen. Genauso wie bei R-Qu-Wert der Schlechter Hörenden, der bei 0,000 liegt. Ein signifikanter Altersunterschied würde sich ab einem Wert kleiner gleich 0,05 ergeben.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es sich bei unserem Kollektiv um normalhörende Personen um 50 Jahre handelt. Das unterstützt den Standpunkt, dass die Phänomene der Altersschwerhörigkeit (sog. Presbyakusis) eher auditiv als altersabhängig sind [12, 25, 39, 41], wobei die Sprachverständlichkeit im Alter unter Störeinflüssen immer weiter nachlässt.



Mögliche Ursachen werden im Kapitel 2 dargestellt, wobei hier das Zusammenspiel von endogenen Faktoren sowie Zivilisationseinflüssen, aber auch die zentrale Hörverarbeitung eine große Rolle spielen.

## 6 Zusammenfassung

Das Wissen um die tonaudiometrisch erhobene Hörschwelle eines Patienten allein reicht nicht aus, um seine Hörfähigkeit im Alltag beurteilen zu können. Dazu eignet sich besser die Sprachaudiometrie mit Sätzen und Störgeräusch.

Das Ziel einer Hörprüfung mit Sätzen und Störgeräusch ist es einerseits die beginnende Schwerhörigkeit, die sich zunächst, meist in einer lärmerefüllter Umgebung manifestiert, quantitativ zu verifizieren, um dann den Patienten mit einer entsprechender Hörhilfe zu versorgen. Andererseits ist es wichtig bereits prothetisch versorgte Patienten regelmäßig kontrollieren zu können.

Die Schwerhörigkeit im Alter, die sich durch ein langsam fortschreitendes Nachlassen des Hörvermögens und der Sprachauffassung dokumentiert, wurde 1891 von Zwaardemaker zum ersten Mal zahlenmäßig belegt [6]. Seitdem hat das Thema an Bedeutung gewonnen. Die morphologischen Veränderungen bei einer Schwerhörigkeit sind sicher nicht allein auf die physiologische Alterung der Strukturen zurückzuführen. Sowohl endogene Faktoren als auch Zivilisationseinflüsse spielen dabei eine wichtige Rolle. Möglicherweise stellt die reine Altersinvolution den geringsten Anteil dar, was die Ergebnisse in dieser Arbeit auch bestätigen.

In der vorliegenden Arbeit wurde an 60 Testpersonen im Alter zwischen 40 und 58 Jahren der HSM-Satztest mit CCITT-Rauschen als Störsignal, der eine alltagsnahe Kommunikationssituation darstellt, in der Camera Silens der HNO-Uniklinik-Würzburg durchgeführt. Anschließend wurde das Probandenkollektiv in 30 besser und 30 schlechter hörende Probanden unterteilt.

Ziel dieser Arbeit, die die 30 besser hörenden Probanden untersucht, war es zum einen den Signal-Rausch-Abstand bei 50%igem Satzverständnis unter Verwendung des HSM-Standardtests in der computergestützten Version mit Störgeräusch zu ermitteln. Zum anderen die Untersuchungsergebnisse auf das Alter zu beziehen und mit anderen Arbeiten zu vergleichen. Denn gerade das Alter um die 50 Jahre, das Alter darstellt, in dem sich die ersten Anzeichen einer Schwerhörigkeit manifestieren. Der ermittelte SNR-Wert für das 50%ige Satzverständnis liegt sowohl für 60dB als auch für 80dB Störgeräusch bei -5,7dB. Somit stellt sich für diese Gruppe heraus, dass das Sprachverständnis bei beiden Lärmschallpegeln keinen Unterschied

aufweist. Im Gegensatz dazu, erwies sich bei der Gruppe der 30 schlechter Hörenden, ein signifikanter Unterschied zugunsten des Störschallpegels von 80dB. Für die Stichprobe der 60 Probanden, sowie innerhalb der 30 besser und 30 schlechter Hörenden Testpersonen konnte kein Zusammenhang zwischen Alter und dem Hörvermögen im Lärm festgestellt werden. Im Vergleich mit anderen Arbeiten liegen die Werte des HSM-Standardtests im Normbereich für diese Altersgruppe. Verglichen mit jüngerem Probandenkollektiv ergibt sich dagegen eine Verringerung der Hörfähigkeit in lärmgefüllter Umgebung, was den bisherigen Erkenntnissen entspricht.

Die von uns gewonnenen Daten an Normalhörenden um 50 Jahre, ergeben Vergleichswerte für diese Altersgruppe, und können als Maßstab für die Beurteilung der Hörleistung von Hörgeschädigten und Hörgeräteträgern herangezogen werden. Die bei Hörgeschädigten festgestellte Hörleistung, kann mit den Sollwerten aus den von uns ermittelten Regressionsgeraden verglichen werden. Somit kann die hörabhängige Kommunikationsfähigkeit in Alltagssituationen eingeschätzt werden. Interessant wäre zu erfahren in wieweit sich Faktoren, wie Bildungsstand oder Beruf auf die Sprachverständlichkeit auswirken.

Da die Schwerhörigkeit oftmals soziale Verunsicherung und Isolation nach sich zieht, sind Verbesserung der individuellen Hörsituation und Integration durch geeignete Maßnahmen unbedingt notwendig.

Beim HSM-Satztest mit Störschall in der Computerversion ist die Sprachverständnisschwelle problemlos zu ermitteln und der Test erlaubt eine weitestgehend automatisierte Durchführung die zu einer Arbeitserleichterung und Standardisierung beiträgt. Auch Hörhilfenanwendung und gegebenenfalls eine erneute Anpassung, sowie Erfolgskontrollen eines Hörtrainings sind mit dem HSM-Satztest sehr gut möglich, da er über eine große Anzahl von ausgewogenen Testsätzen verfügt. Somit ist hier ein prognostischer und therapeutischer Ansatz gegeben.

## 7 Literaturverzeichnis

- (1) Böhme G., Welzl-Müller K.: Audiometrie Hörprüfung im Erwachsenenalter- und Kindesalter; 4. Auflage, Huber, Bern 1998.
- (2) Boem, H.: Die Auswirkungen eines mehrstündigen Rockkonzertes auf das Gehör, untersucht anhand des „Würzburger Höfgeldes“. Medizinische Dissertation Universität Würzburg 1995
- (3) Boeninghaus, Lenarz: HNO, 11. Auflage, Springer
- (4) Cherry, E.,C.: Some experiments on the recognition of speech with one andwith two ear. J.Acoust. Am 25 (1953), p. 975-979.
- (5) Delle, D.: Sprachverstehen bei Störlärm von 60dB und 80dB gemessen mit dem HSM-Satztest bei normalhörenden Erwachsenen zur Untersuchung der Ausgewogenheit der Satzgruppen. Medizinische Dissertation Universität Würzburg 2002
- (6) Dierhoff, H.-G.: Lärmschwerhörigkeit, Fischer Verlag, Jena 1994
- (7) Dperr, L.: Vergleichende sprachaudiometrische Untersuchung mit Kompaktdiskette (CD) und Tonbandkassette. HNO 42(8) (1994), p. 493-498.
- (8) Everding, A.: Vortrag an der Universität Tübingen, 5. Dez. 1995
- (9) Fastl, H.: Ein Störgeräusch für die Sprachaudiometrie. Audiologische Akustik 26, (1987), p. 2-13
- (10) Flege, J., Schmidt, A.: Native speakers of Spanish show rate-dependent processing af English stop consonants. Phonetica 52(2) (1995), p. 90-111

- (11) Frimberger, D.: Hörverhalten und Signal-Rausch-Abstände in Störlärm, bestimmt anhand einer Untersuchungsgruppe im Alter zwischen 65 und 80 Jahren. Medizinische Dissertation Universität Würzburg 1996
- (12) Grebe, H.-P.: Untersuchungen mit dem HSM-Satztest zum Sprachverstehen im Lärm bei Normalhörenden um 50 Jahre. Dissertation Universität Würzburg 2000.
- (13) Hagermann, B.: Clinica measurements of speech reception treshold in noise. Scand. Audiology 13 (1984), p. 57-63
- (14) Hochmair-Desoyer I., Schulz E., Moser L., Schmidt M.: The HSM-Satztest-Sentence test as a tool for evaluating the speech understanding in noise of cochlear implant users. The American Journal of Otology (1997), 18 (6 Suppl): p. 83
- (15) Immich, H.: Medizinische Statistik. Auflage, Schattauer Verlag, Stuttgart 1974
- (16) Kießling, J.: Moderne Verfahren der Sprachaudiometrie. Laryngo-rhinotologie 79 (2000), p. 633-635
- (17) Langenbeck, B.: Leitfaden der praktischen Audiometrie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1956
- (18) Lehnhardt, E.: Sprachaudiometrie in Lehnhardt ,E.: Praxis der Audiometrie. 8. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2001
- (19) Lindgren, R., Linblom, B.: Speech processing. Scand. Audiol. Suppl. 18: (1983), p. 57-80
- (20) Manger. Internet-Seite: [www.manger-msw.com](http://www.manger-msw.com).

- (21) Mulfinger, Ch.: Untersuchungen des HSM-Satztests nach Bocca-Calearo bei Normalhörenden um 50 Jahre bei der Gruppe der schlechter Hörenden. Unveröffentlichte Dissertation Universität Würzburg
- (22) Niemeyer W., Beckmann G.: Ein sprachaudiometrischer Satztest. Archiv für Ohren-, Nasen-, Kehlkopfheilkunde 180 (1962), p. 742-749
- (23) Niemeyer, W.: Speech audiometry und fitting of hearing aids in noise. Audiology 15 (1976), p. 421-427
- (24) Niemeyer, W.: Speech-discrimination in noise-induced deafness. Int. Audiology (6) (1967) p. 42
- (25) Noble, W., Terhorst, K., Byrne, D.: Disabilities and handicaps with impaired auditory localisation. J. Am. Acad. Audiol. 6(2) (1995), p. 129-140.
- (26) Platte, H.-J.: Probleme bei Sprachverständnistests unter Störschalleinfluß Zeitschrift für Hörgeräteakustik 11 (1978), p. 190-206
- (27) Platte H.-J., Döring, W. H., Schlöndorff, G.: Richtungshören und Sprachverstehen bei „Normalhörenden“. Laryng. Rhinol 57(1978), p. 672-680
- (28) Pschyrembel, Medizinisches Wörterbuch, 257. Auflage
- (29) Richter, J.: Sprachverstehen unter Störlärm bei 60dB und 80dB mit dem nach Bocca-Calearo modifizierten HSM-Satztest bei Normalhörenden um 50 Jahre. Medizinische Dissertation, Universität Würzburg 2004
- (30) Scherg, M.: Sprachverstehen im Störlärm mit dem HSM-Satztest in der Computerversion bei den 30 Schlechter hörenden Probanden einer Gruppe von 60 Normalhörenden. Medizinische Dissertation, Universität Würzburg 2004

- (31) Schlöndorff, G., Tegtmeier, W.: Ein audiometrischer Test zur Bestimmung des zentralen Aufwandes beim Sprachverstehen. *Laryngol., Rhinol., Otolog.* 50, p. 663-667.
- (32) Schmidt, R. F.: *Physiologie kompakt*, Springer Verlag 1999.
- (33) Schmidt, R. F., Thews, G.: *Physiologie des Menschen*, Springer Verlag 1995
- (34) Schmidt M., Hochmair-Desoyer, I., Schulz E., Moser L.: Der HSM-Satztest Fortschritte der Akustik, Kolloquien, Pienarvorträge und Fachbeiträge der DAGA '97
- (35) Schuh, H.: Ausgewogenheit des Hochmair-, Schulz-, Moser-Satztests bei normalhörenden Personen zwischen 40 und 60 Jahren. Medizinische Dissertation, Universität Würzburg 1999.
- (36) Schulz-Coulon, H.-J. Über die Bedeutung des Umweltgeräusches für den Hochtonschwerhörigen. *HNO* 21 (1973), p. 26-32
- (37) Schulz-Coulon, H.-J.: Sprachaudiometrie mit Sätzen und Geräuschen. *Laryng. Rhinol.* (1974) 53, p. 734-749
- (38) Schulze-Thüsing, R.: Sprachverstehen bei Störlärm mit dem Marburger Satztest auf Compact Disc bei Normalhörenden. Medizinische Dissertation, Universität Würzburg 1991
- (39) Stollmann, M., Kapteyn, T.: Effects of time scale modification of speech on the speech recognition threshold in noise for elderly listeners. *Audiol.* 33 (5) (1994), p. 280-290.
- (40) Strohmaier, C.: Sprachverstehen im Störlärm mit dem Innsbrucker Satztest in der HSM-Edition auf Compact-Disc bei Normalhörenden. Medizinische Dissertation, Universität Würzburg 1998.

- (41) Tschopp, K., Zust, H.: Performance of normally hearing and hearing-impaired listeners using a German version of the SPIN test. *Scand. Audiol.* 23 (4) (1995), p. 241-247
- (42) Wedel, H. v.: Untersuchungen zur Sprachdiskrimination bei umweltspezifischen Störgeräuschen. *Laryng. Rhinol. Otol.* 64 (1985), p. 430-435
- (43) Wedel, H. v.: Fehlermöglichkeiten in Ton- und Sprachaudiometrie. *HNO* 11: (2001), p. 939-956
- (44) Welzl-Müller, K.: Der Einfluß des Störlärms auf die Sprachverständlichkeit. *Laryngo-rhino-otologie* 60 (1981), p. 117-120
- (45) Zahnärztliche Mitteilungen, Nr. 16, 2002, Artikel: Hörgeräte, mehr Akzeptanz schaffen.
- (46) Zahnärztliche Mitteilungen Nr 5, 2004, Studie des Umweltbundesamtes.
- (47) Zenner H. P., Struwe U., Schuschke G., Speng M., Stange G., Plath P., Babisch W., Rebentisch E., Plinkert P., Bachmann K. D., Ising H., Lehnert G.: Gehörschäden durch Freizeitlärm. *HNO* Bd. 47, (1999), p. 237
- (48) Zimmermann, A.: Sprachverstehen im Störlärm mit HSM-Satztest bei Hörgeräteträgern zum Vergleich der Satzgruppen. Medizinische Dissertation, Universität Würzburg 2000.



# Anhang

## Der HSM Satztest

### Übungsgruppe 1

1. Ist das Flugzeug gestartet?
2. Es schmeckt gut.
3. Er hat heute einen Arzt termin.
4. Warum mußt Du immer Rauchen?
5. Die Reise war sehr anstrengend.
6. Sie sollte öfter mal Sport treiben.
7. Der neue Teppich paßt gut zu unseren Möbeln.
8. Iß viel Obst und Gemüse!
9. Ich hatte ein Zimmer mit Bad bestellt.
10. Wann hast Du Zeit?

### Übungsgruppe 2

1. Ist die Kanne leer?
2. Die Tür klemmt.
3. Das neue Stadt theater gefällt mir.
4. Haben Sie schon Eis bestellt?
5. Wann beginnt heute das Konzert?
6. Er kann sehr gut Witze erzählen.
7. Die Ernte ist dieses Jahr nicht gut ausgefallen.
8. Er wird wahrscheinlich neuer Direktor.
9. Natürlich bin ich mit meiner Familie hier.
10. Halt, bleib sofort stehen.

### Übungsgruppe 3

1. Niemand wollte früher gehen.
2. Es tat weh.
3. Er ist ein sehr schlechter Verlierer.
4. Ich werde die Suppe essen.
5. Gestern war ein Feier tag.
6. Da sind noch viele Fragen offen.
7. Um wieviel Uhr wird das Kauf- haus geöffnet?
8. Können Sie uns Antwort geben?
9. Im Stadion sind heute sehr viele Zuschauer.
10. Wo seid Ihr gewesen?

**Testgruppe 1**

1. Niemand konnte Auskunft geben.
  2. Beeil' Dich bitte!
  3. Ich bin im Verkehr stecken geblieben.
  4. Er muß seine Verwandten besuchen.
  5. Beginnt morgen wieder die Schule?
  6. Die Bäume verlieren nun ihre Blätter.
  7. Die Salat gurken gibt es im Gemüse laden.
  8. Sind sie schon lange hier?
  9. Im Garten sind schon die Beeren reif.
  10. Wie ist das geschehen?
- 
11. Mußt Du morgen abreisen?
  12. Es ist spät.
  13. Letztes Jahr fuhren wir nach Spanien.
  14. Haben die Ferien schon begonnen?
  15. Haben Sie den Unfall gesehen?
  16. Das kann er besser als ich.
  17. Ich bin mit zwei Freunden heute morgen angekommen.
  18. Räum bitte Dein Zimmer auf!
  19. Wir könnten am Wochen ende Freunde einladen.
  20. Die Schlange ist giftig.

**Testgruppe 2**

1. Die Katze ist verschwunden.
  2. Ist hier frei?
  3. Hatte er nicht ein blaues Auto?
  4. Gib Antwort auf meine Frage!
  5. Macht Dich diese Musik nervös?
  6. Der junge Mann findet keine Stelle.
  7. Ich hatte ein langes Gespräch mit Deiner Tante.
  8. Schade, dass es heute regnet.
  9. Die neue Sekretärin macht einen guten Eindruck.
  10. Der Zug ist überfüllt.
- 
11. Bitte, komm doch herein!
  12. Mir ist schlecht.
  13. Wirst Du morgen Deinen Bruder anrufen?
  14. Biegen Sie dort rechts ab.
  15. Hier kannst Du nicht parken.
  16. Ist der Warte saal dort drüben?
  17. Dieser Schnell zug führt auch einen Speise wagen.
  18. Das Buch ist sehr spannend.
  19. Die Leder jacke ist schon recht schmutzig.
  20. War der Abend schön?

**Testgruppe 3**

1. Die Suppe ist versalzen.
2. Ich komme später.
3. Meine Arbeit beginnt um acht Uhr.
4. Steht mir diese Farbe gut?
5. Die Bahn ist gerade abgefahren.
6. Das Motor boot gehört meinen Eltern.
7. Sollen wir bei der Ampel nach links fahren?
8. War das ein guter Witz?
9. Das kleine Mädchen fährt mit dem Rad.
10. Bitte, entscheide Dich bald.

11. Das Mädchen lernt fleißig.
12. Bring´ das Bild.
13. Ist das Wasser im See klar?
14. Deine Uhr geht nicht genau.
15. Das Haus wurde neu gebaut.
16. Dieses Bild malte ein berühmter Maler.
17. Bringen Sie diese Tasche zu dem Auto bus.
18. Besitzt er eine Münz sammlung?
19. Im Wald gibt es viele wilde Tiere.
20. Nanu, warum lachst Du?

**Testgruppe 4**

1. Ich habe keinen Hunger.
2. Laß das sein!
3. Bleiben wir bei schlechtem Wetter hier?
4. Mich hat eine Biene gestochen.
5. Vergiß Deine Bade hose nicht.
6. Der Mann hat einen schwarzen Bart.
7. Der Doktor sagt, er soll zu Hause bleiben.
8. Welche Zigaretten sorte rauchst Du?
9. In dieser Gegend bekommt man keine Wohnung.
10. Ist der Apfel saftig?

11. Könnt Ihr ruhig schlafen?
12. Dir geht´s gut.
13. Könntest Du mir Deine Jacke leihen?
14. Fahr vorsichtig mit dem Auto!
15. Das Zimmer müßte tapeziert werden.
16. Mein Vater kann gut Geschichten erzählen.
17. Gibt es ein Schwimm bad in der Nähe?
18. Halt, die Straße ist gesperrt!
19. Der Apfel kuchen ist Dir gut gelungen.
20. Das Brot wird gebacken.

**Testgruppe 5**

1. Wurde das Rätsel gelöst?
  2. Die Kinder streiten.
  3. Kämm´ Dir bitte noch Deine Haare.
  4. Die Bestellung erfolgte gestern telefonisch.
  5. Möchtest Du ein Museum besuchen?
  6. Zum Nachtschisch möchte ich Eis.
  7. Wie fährt man am besten zum Flugplatz?
  8. Es ist alles in Ordnung.
  9. Der Rasen ist noch nicht gemäht worden.
  10. Die Ampel ist ausgefallen.
- 
11. Mach den Mund auf!
  12. Wie geschah das?
  13. Ihr solltet mir die Geschichte erzählen!
  14. Der Mann hat graue Haare.
  15. Der Fotoapparat ist teuer.
  16. Möchtest Du morgen wirklich auch mitkommen?
  17. Bitte besorgen Sie uns vier gute Theaterkarten.
  18. Heute Nacht ist Vollmond.
  19. Die Zeitung liegt auf dem Küchentisch.
  20. Wie heißt die Stadt?

**Testgruppe 6**

1. Hast Du Dich erkältet?
  2. Beißt der Hund?
  3. Ein bisschen Bewegung schadet Dir nicht.
  4. Das Angebot ist sehr reichhaltig.
  5. Tag für Tag das gleiche.
  6. Reich mir bitte ein Blatt Papier.
  7. Was kostet ein Doppelzimmer für eine Nacht?
  8. Abends gehen wir ins Kino.
  9. Diese Telefonnummer scheint falsch zu sein.
  10. Ich brauche Ihren Pass.
- 
11. Zeig Deine neue Tasche!
  12. Es beginnt gleich.
  13. Wer ist schuld an diesem Unglück?
  14. Die Pferde ziehen den Wagen.
  15. Die Räder rollen sehr gut.
  16. Hat er sein Studium schon beendet?
  17. Führt da unten eine Brücke über den Bach?
  18. Ihr solltet mich bald besuchen!
  19. Ich kann den Koffer kaum noch tragen.
  20. Das sind meine Schuhe.

**Testgruppe 7**

1. Mach die Tür zu!
2. Kaum zu glauben!
3. Soll ich Dir meine Adresse geben?
4. Wir sollten endlich Frieden schließen.
5. Der Fußgänger wurde angefahren.
6. Gibt es hier kein Postamt?
7. Der Ausflug findet nur bei schönem Wetter statt.
8. Bitte hilf mir beim Aufräumen.
9. Heute wird noch es ein Gewitter geben.
10. Welche Frage haben Sie?
  
11. Kennst Du diese Geschichte?
12. Wo wohnen Sie?
13. Er hat ein Doppelzimmer bestellt.
14. Morgen nachmittag spielen wir wieder.
15. Wo eßt Ihr zu Mittag?
16. Sie geht nicht mehr zur Schule.
17. Meine Taschenuhr geht täglich zwei Minuten vor.
18. Die Straße war sehr befahren.
19. Der vergangene Sonntag war leider völlig verregnet.
20. Die Batterie ist leer.

**Testgruppe 8**

1. Wohin geht die Reise?
2. Wer hat gelacht?
3. Hast Du diese Sendung schon gesehen?
4. Die Wurst wird immer teurer.
5. Nein danke, ich rauche nicht.
6. Sie muß noch Ihren Koffer packen.
7. Der Frühling ist für mich die schönste Zeit.
8. Es werden viele Besucher erwartet.
9. Mit dem Fahrrad ist man wirklich schneller.
10. Hier ist Dein Buch!
  
11. Warum fährst Du fort?
12. Ihre Nummer bitte!
13. Wollen Sie in diese Wohnung ziehen?
14. Der Patient hat hohes Fieber.
15. Wir möchten ein Taxi bestellen.
16. Sie sollte sich diesen Film ansehen.
17. Er hat seinen Wohnungsschlüssel im Wald verloren.
18. Dieses Buch ist spannend geschrieben.
19. Zählt der Hai zu den Raubfischen?
20. Das ist meine Zeitung.

**Testgruppe 9**

1. Willst Du keinen Salat?
2. Die Bahn kommt.
3. Vorige Woche begegnete ich meiner Lehrerin.
4. Ist das Essen schon fertig?
5. Haben Sie diesen Pullover gestrickt?
6. Du mußt nun endlich zufrieden sein.
7. Ruf ihn an und sag ihm die Neuigkeit.
8. Gib mir meinem Mantel herüber.
9. Das Kind hat eine braune Schultasche.
10. Draußen ist es kalt.
  
11. Ich tanze gerne Tango.
12. Wir wandern oft.
13. Sein Geburtstag wird diesmal nicht gefeiert.
14. Ihr Bruder fliegt nach Australien.
15. Kannst Du mir das versprechen?
16. Warum widersprichst Du mir immer?
17. Könnten Sie mir meinen Reise pass zurück geben?
18. Das Wasser ist zu kalt.
19. Der Brief träger hat es ziemlich eilig.
20. Hör zu, mein Freund!

**Testgruppe 10**

1. Möchten Sie gern Spaghetti?
2. Mir ist kalt.
3. Dieses Bild gefällt mir überhaupt nicht.
4. Meine Mutter wohnt in Amerika.
5. Kannst Du das Radio abstellen?
6. Hättet Ihr lieber Wurst oder Käse?
7. Nach dem Regen wurde es wieder sehr schön.
8. Es ist elf Uhr zwanzig.
9. Ich wünsche mir ein Paar neue Schuhe.
10. Guten Tag mein Herr.
  
11. Der Ball ist rot.
12. Das Baby schreit.
13. In meiner Kamera ist kein Film.
14. Wer hat das Brot gegessen?
15. Der Tisch ist festlich gedeckt.
16. Ich habe meinen Regenschirm verloren.
17. Der Hund hat den schönen Vorhang herunter gerissen.
18. Gehst du mit mir spazieren?
19. Stellen wir die Bank in diese Ecke?
20. Die Brille ist kaputt.

**Testgruppe 11**

1. Die Tür ist verschlossen.
2. Verstehen Sie mich?
3. Du hast eine schöne Hand tasche.
4. Unsere Familie lebt im Norden.
5. Wir werden zwei Wochen bleiben.
6. Warum hat er mich nicht angerufen?
7. Hast Du schon so einen Sonnen untergang gesehen?
8. Der Koffer ist zu schwer.
9. Bitte hole meinen Rock von der Reinigung!
10. Das Telefon ist gestört.
  
11. Sie kauft ein Kleid.
12. Spielen Sie Karten?
13. Ohne Fleiß erhält man keinen Preis.
14. Er ist ein guter Handwerker.
15. Gib der Tante das Paket!
16. Wer nicht hören will, muß fühlen.
17. Seid ihr schon im letzten Jahr hier gewesen?
18. Wieviel kostet der große Schrank?
19. Wir verbringen einige Tage auf dem Lande.
20. Der Hund ist müde.

**Testgruppe 12**

1. Spielt das Kind Fußball?
2. Sind Sie verheiratet?
3. Steh auf und mach das Frühstück!
4. Die Sonne ist gerade aufgegangen.
5. Hier ist die Eintritts karte.
6. Ihr wolltet doch bei mir anrufen.
7. Die Fotos von unserem Ausflug sind gut geworden.
8. Der Mann fotografiert seine Schwester.
9. Der Arzt spricht lange mit dem Kranken.
10. Warum bist Du traurig?
  
11. Wie heißt Deine Schwester?
12. Ihr habt Glück.
13. Heute erhielt ich endlich das Geld.
14. Wird er das Studium beginnen?
15. Waren Sie schon in Frankreich?
16. Mein kleiner Bruder hat Gold fische.
17. Wir danken Ihnen sehr für diesen netten Abend.
18. Gib mir meine Schlüssel zurück!
19. Du solltest nicht immer so vorlaut sein.
20. Die Aussicht ist schön.

**Testgruppe 13**

1. Wann geschah der Unfall?
  2. Er kocht gern.
  3. Was macht Ihr in den Ferien?
  4. Bitte zeig mir Deinen Ring.
  5. Hättest Du gern eine Pause?
  6. Hier gibt es viele schöne Geschäfte.
  7. Am Samstag werden wir im Garten Tomaten pflanzen.
  8. Fahren Sie bitte etwas langsamer.
  9. In der Zeitung steht heute nichts interessantes.
  10. Danke, ich habe genug.
- 
11. Vorsicht, der Hund beißt!
  12. Liest der Vater?
  13. Verabschiede Dich und steig schnell ein!
  14. Das Spiel macht viel Spaß.
  15. Die Heizung arbeitet nicht richtig.
  16. Ist der Tee noch zu heiß?
  17. Dort in der Ecke befindet sich die Garderobe.
  18. Das Wetter ändert sich plötzlich.
  19. Die Mutter versucht das Kind zu trösten.
  20. Woher kennt er sie?

**Testgruppe 14**

1. Keiner konnte ruhig sitzen.
  2. Trink schnell aus!
  3. Sie ist eine sehr gute Schülerin.
  4. Wollen wir einen Teppich kaufen?
  5. Heute hat es stark geregnet.
  6. Sie werden nicht so bald kommen.
  7. An welchem Schalter kann man Post karten erhalten?
  8. Hast Du denn schon angerufen?
  9. Ich danke Dir für das wertvolle Geschenk.
  10. Der Roman ist spannend.
- 
11. Der Ofen heizt gut.
  12. Schläft die Katze?
  13. Die Sportler trainieren in der Halle.
  14. Mutter muß noch Kuchen backen.
  15. Wirst Du heute pünktlich sein?
  16. In England fahren die Autos links.
  17. Würden Sie zu mir zum Abend essen kommen?
  18. Die Tür ist frisch gestrichen.
  19. Im Garten gibt es jetzt viel Arbeit.
  20. Die Strümpfe sind zerrissen.



**Testgruppe 15**

1. Der Affe frißt Bananen.
  2. Liegt dort Schnee?
  3. Wollte er nicht zum Vater gehen?
  4. Bedanke Dich für das Geschenk!
  5. Du müßtest Deine Haare waschen.
  6. Das Mädchen möchte gerne Sängerin werden.
  7. Das nächste mal müssen Sie zu uns kommen.
  8. Gut, dass ich gewartet habe.
  9. Ist der neue Freund deiner Schwester nett?
  10. Der Mantel wird gereinigt.
- 
11. Wir möchten Rotwein trinken.
  12. Habe Sie Zeit?
  13. Du sollst bald zu Hause sein.
  14. Sein Vater fährt nach Italien.
  15. Willst Du noch lange bleiben?
  16. Welches Musik instrument kann er spielen?
  17. Ich möchte diesen Winter mantel gerne reinigen lassen.
  18. Es wird hoffentlich bald besser.
  19. Er ist Mitglied in einem Sport verein.
  20. Guten Abend, meine Dame.

**Testgruppe 16**

1. Achtung, es ist glatt!
  2. Du bist lieb.
  3. Warum hat er den Jungen geschlagen?
  4. Dort mußt Du links fahren.
  5. Halten Sie das Schild hoch!
  6. Glaubt Ihr, dass Ihr gewinnen werdet?
  7. Ich kann es Ihnen in wenigen Minuten sagen.
  8. Das Flugzeug fliegt sehr ruhig.
  9. Die schmutzige Wäsche muß noch gewaschen werden.
  10. War am Sonntag Nebel?
- 
11. Der Elefant ist groß.
  12. Bleib´ im Haus!
  13. Die Sonne scheint schon ziemlich warm.
  14. Dieses Hotel soll preiswert sein.
  15. War der Urlaub sehr erholsam?
  16. Am Sonntag werden wir lange schlafen.
  17. Ich habe Ihnen doch im letzten Monat geschrieben.
  18. Kann sie gut Klavier spielen?
  19. Willst Du, wie Dein Vater, Arzt werden?
  20. Hier ist Halte verbot.

**Testgruppe 17**

1. Die Haare wurden geföhnt.
  2. Leg Dich hin!
  3. Fängt die Schule morgen später an?
  4. Ihr hattet wirklich keine Chance.
  5. Das Flugzeug ist soeben gestartet.
  6. Die Uhr ist von meinem Onkel.
  7. Wir möchten ein Zimmer mit Blick aufs Meer.
  8. Hat sie einen neuen Mantel?
  9. Er sollte sich lieber mal richtig ausruhen.
  10. Sag, bist Du böse?
- 
11. Die Kerze brennt lange.
  12. Das Kind weint.
  13. Wie lange hält der Zug hier?
  14. Das Unglück mußte nicht passieren.
  15. Wie heißt der längste Fluß?
  16. Ich bin seit gestern sehr erkältet.
  17. Um wieviel Uhr sollen wir bei Ihnen sein?
  18. Er kann nicht höher springen.
  19. Die neue Frisur steht Dir viel besser.
  20. Die Beeren sind süß.

**Testgruppe 18**

1. Du bist heute unmöglich.
  2. Die Wolken ziehen.
  3. Bei Nebel muß man besonders aufpassen.
  4. Wurde der Brief gestern abgeschickt?
  5. Zieh Deine Straßen schuhe aus!
  6. Die Frau hat schöne Natur locken.
  7. Ich möchte eine Fahrkarte zweiter Klasse kaufen.
  8. Wie alt ist sein Bruder?
  9. Im Winter sind die Tage viel kürzer.
  10. Schmeckt der Kuchen gut?
- 
11. Hast Du Heim weh?
  12. Haben Sie Hunger?
  13. Dieser Raum ist mir zu dunkel.
  14. Gestern Abend war ein Gewitter.
  15. Wann beginnt die nächste Vorstellung?
  16. Wir werden es uns gemütlich machen.
  17. Ihr könnt Euch auch einen Eis becher bestellen.
  18. Das Kind hat schön gespielt.
  19. Er möchte Dich gern zum Essen einladen.
  20. Die Ampel leuchtet grün.

**Testgruppe 19**

1. Ich habe keine Ahnung.
2. Nicht zu fassen.
3. Eine gesunde Ernährung ist sehr wichtig.
4. Der Kellner ist sehr aufmerksam.
5. Immer nur das liebe Geld.
6. Gibt es hier ein Einkaufszentrum?
7. Wo kann man eine deutsche Tageszeitung kaufen?
8. Manchmal gehen wir ins Theater.
9. Das Wohnhaus müsste endlich repariert werden.
10. Bist Du etwa traurig?
  
11. Halt, bleib bitte stehen.
12. Kostet es viel?
13. Warum kannst Du nicht ehrlich sein?
14. Mahlzeiten werden extra berechnet.
15. Tanz doch nicht so wild!
16. Wir freuen uns auf Deinen Besuch.
17. Ich möchte für heute zwei Plätze reservieren lassen.
18. Ist das Kind sehr müde?
19. In dem Regal stehen viele interessante Bücher.
20. Der Spiegel ist zerbrochen.

**Testgruppe 20**

1. Heb das Papier auf!
2. Was ist passiert?
3. Ihr könntet mir ein Foto schicken.
4. Der Sommer war sehr heiß.
5. Das Wildschwein wird geschossen.
6. Störe nicht immer den Schulunterricht.
7. Sie können dort im Büro die Rechnung bezahlen.
8. Kannst Du uns endlich antworten?
9. Die Brücke führt über den breiten Fluß.
10. Warum kämpft er nicht?
  
11. Meine Tochter ist sportlich.
12. Komm zu mir!
13. Wo hast Du ihn gestern getroffen?
14. Sei doch nicht so mutlos.
15. Wollt Ihr nicht hier bleiben?
16. Sie kommt oft spät nach Hause.
17. Am schönsten ist es immer in der Heimat.
18. Gehen Sie regelmäßig zum Arzt?
19. Im Gebirge weht oft ein frischer Wind.
20. Komm, setz Dich hin.

**Testgruppe 21**

1. Die Strafe ist hoch.
2. Haben Sie Schmerzen?
3. Er hat einen neuen Foto apparat.
4. Mein Sohn hat eine Freundin.
5. Wo leben eigentlich die Tiger?
6. Hast Du schon den Brief geschrieben?
7. Ich habe seit Tagen Schmerzen im rechten Bein.
8. Die Aufgabe ist nicht leicht.
9. Hilf den alten Mann über die Straße.
10. Das Schiff ist gesunken.
  
11. Möchtet Ihr mir helfen?
12. Hören Sie gut?
13. Er sucht schon wieder seine Brille.
14. Der Zug kommt aus Belgien.
15. Die Vögel zwitschern sehr laut.
16. Sie freut sich über die Blumen.
17. Ich rufe Sie bestimmt später noch einmal an.
18. Wer hat dieses Bild gemalt?
19. Sie schneidet den Apfel in vier Stücke.
20. Gib acht, mein Kind!

**Testgruppe 22**

1. Mein Freund kann zaubern.
2. Die Mutter lacht.
3. Geh los, es ist schon spät.
4. Ist der Teich völlig zugefroren?
5. Hat die Bluse ein Loch.
6. Dieser Saft ist mir zu süß.
7. Wenn ich Zeit habe, werde ich gerne kommen.
8. Der Polizist kontrolliert den Pass.
9. Erst trinken wir aus, dann starten wir.
10. Wieviel Zigaretten raucht er?
  
11. Der Vogel fliegt hoch.
12. Sie geht langsam.
13. Wie oft hat er schon gefehlt?
14. Bald wird es Essen geben.
15. Geben Sie mir den Brief!
16. Der Arzt hat einen weißen Kittel.
17. Ich hätte gern einen Tisch für drei Personen.
18. Der Film ist sehr lustig.
19. Könntest Du uns einen großen Gefallen tun?
20. Ist das Hemd gebügelt?

**Testgruppe 23**

1. Die Mütze ist rot.
2. Wie heißen Sie?
3. Ich kann mich wirklich nicht erinnern.
4. Wie hat das Kleid gepaßt?
5. Die Kerze ist fast abgebrannt.
6. Er hat sein Schulzeugnis erhalten.
7. Ja, eine Fußballmannschaft besteht aus elf Spielern.
8. Weißt Du wo ich wohne?
9. Der nächste Winter soll sehr kalt werden.
10. Der Teich ist tief.
  
11. Das Taxi kommt gleich.
12. Was glauben Sie?
13. Der Mantel ist mir zu groß.
14. Der Sport wird immer härter.
15. Willst Du die Zeitung lesen?
16. Er muß noch den Koffer packen.
17. Unsere kleine Katze schläft fast den ganzen Tag.
18. Könnt Ihr nächste Woche kommen?
19. Vergiß bitte nicht den Hund zu füttern!
20. Die Maus frißt Speck.

**Testgruppe 24**

1. Hast Du oft Besuch?
2. Frieren Sie schnell?
3. Er hat seine Brieftasche verloren.
4. Heute vormittag muß ich lernen.
5. Der Berg ist ziemlich hoch.
6. Sie ist schon lange hier ausgezogen.
7. Wieviele Kinder gehen zur Zeit in diese Schule?
8. Die Tabletten haben gut geholfen.
9. Das neue Buch ist wirklich sehr langweilig.
10. Die Flasche ist voll.
  
11. Wo lebt seine Mutter?
12. Noch ist Zeit!
13. Morgen will ich unsere Fenster putzen.
14. Die Blumen sind schon verblüht.
15. Wollen Sie wirklich bald heiraten?
16. Am besten wir gehen gleich schlafen.
17. Wie weit ist die Stadt von hier entfernt?
18. Iß noch ein Stück Torte!
19. Du solltest die Haustür gut abschließen.
20. Der Bach ist klar.

**Testgruppe 25**

1. Wo stand das Glas?
  2. Fang den Ball!
  3. Wieso hast Du nicht ja gesagt?
  4. Bitte, lass mich endlich los!
  5. Wir möchten gern eine Vorspeise.
  6. Er macht immer sehr gute Vorschläge.
  7. Im Botanischen Garten gibt es viele seltene Pflanzen.
  8. Lieben Sie auch Opern musik?
  9. Ich hole Dich morgen vom Dienst ab.
  10. Bitte, sag nichts mehr.
- 
11. Der Weg ist steinig.
  12. Scheint die Sonne?
  13. Der Kirsch baum blüht jetzt prächtig.
  14. Er hat es sehr eilig.
  15. Wo bist Du denn gewesen?
  16. Möchte Dein Sohn auch Bäcker werden?
  17. Ich hole Sie dann von Ihrem Hotel ab.
  18. Sie wird sich nicht ändern.
  19. Auf dem Teich schwimmen viele kleine Enten.
  20. Die Uhr geht genau.

**Testgruppe 26**

1. Sie liest gern Romane.
  2. Blühen die Blumen?
  3. Ohne Geld kann man nichts kaufen.
  4. Vater wird heute später kommen.
  5. Gib mir bitte das Buch!
  6. Der Opa hat eine große Nase.
  7. Können Sie mich bitte um sieben Uhr wecken?
  8. Wann kommt das Telegramm an?
  9. Du könntest mich mit dem Auto abholen.
  10. Die Zitrone ist sauer.
- 
11. Das Kino ist geöffnet.
  12. Ist es warm?
  13. Könntest Du für mich einkaufen gehen?
  14. Geh bald schlafen heute Abend.
  15. Ist die Tasche sehr schwer?
  16. Meine Mutter kann gut Geige spielen.
  17. Das ist die Burg von der wir sprachen.
  18. Stop, die Ampel leuchtet rot.
  19. Das Baby schreit schon seit einer Stunde.
  20. Hier ist die Schüssel.

**Testgruppe 27**

1. Hat sie gut gelernt?
  2. Es ist schwer.
  3. Der Opern sänger ist ziemlich berühmt.
  4. Die Ausstellung ist sehr interessant.
  5. Nacht für Nacht dieser Lärm.
  6. Putzt Du Dir täglich die Zähne?
  7. Ich möchte mir die Haare kurz schneiden lassen.
  8. Häufig kommt er gar nicht.
  9. Warum ist der Vater nicht gefragt worden?
  10. Ich darf nicht aufhören.
- 
11. Die Sonne scheint hell.
  12. Wen kennen Sie?
  13. Das Bade wasser ist zu kalt.
  14. Wer hat das Geld verloren?
  15. Die Limonade ist sehr süß.
  16. Er will einen neuen Rekord aufstellen.
  17. Die Zeit ist um, das Spiel ist beendet.
  18. Kommst du mit ins Bad?
  19. Der Haupt eingang befindet sich weiter hinten.
  20. Die Wiese ist grün.

**Testgruppe 28**

1. Welche Farbe liebst Du?
  2. Der Schüler lernt.
  3. Ist die Telefon verbindung wieder gestört?
  4. Das Gras wird immer grüner.
  5. Ja, wir haben heute gewonnen.
  6. Ich könnte Euch seine Adresse geben.
  7. Was kostet ein Eil brief nach Nord amerika?
  8. Der Künstler hat großen Erfolg.
  9. Die Natur muß noch besser geschützt werden.
  10. Mein Hals tut weh.
- 
11. Kannst Du polnisch sprechen?
  12. Komm bitte her!
  13. Am liebsten esse ich Schweine braten.
  14. Die Frau schminkt die Lippen.
  15. Täglich kann er besser lesen.
  16. Mach bitte die Musik etwas leiser.
  17. Wie weit ist es bis zur nächsten Stadt?
  18. Plötzlich ging die Tür auf.
  19. Das Kind spielt sehr oft mit Puppen.
  20. Wollt Ihr schwimmen gehen?

**Testgruppe 29**

1. Der Jäger schießt scharf.
  2. Bist Du mutig?
  3. Er möchte sehr gern Medizin studieren.
  4. Die Mädchen haben reiche Eltern.
  5. Wann kommen endlich unsere Möbel?
  6. Wer hat Dir diesen Unsinn erzählt?
  7. Ich freue mich sehr Ihre Bekanntschaft zu machen.
  8. Das Mädchen ist sehr frech.
  9. Wer nicht hören will, muß eben fühlen.
  10. Die Haare sind gefärbt.
- 
11. Wieviel wiegt das Paket?
  12. Der Baum blüht.
  13. Gehst Du auch so gern tanzen?
  14. Die Tage werden ständig kürzer.
  15. Ja, wir wollen unbedingt gewinnen!
  16. Er hat seit gestern große Schmerzen.
  17. Können Sie mir hier eine Gast stätte empfehlen?
  18. Dieser Platz ist noch frei.
  19. Bitte, sing mir doch ein Lied vor.
  20. Der Schal hält warm.

**Testgruppe 30**

1. Jeder will erster werden.
  2. Jetzt ist Schluß.
  3. Er weiß ich Geschichte gut Bescheid.
  4. Sie möchte das Buch lesen.
  5. Bald ist wieder Wochen ende.
  6. Es wird kein neues Spiel geben.
  7. Können Sie mir den Weg ins Dorf zeigen?
  8. Wo bist Du gestern gewesen?
  9. Diese Kirche ist ein berühmtes Bau werk.
  10. Was hat Dir gefallen?
- 
11. Die Vase ist schön.
  12. Schläft das Baby?
  13. Die Bar ist leider nicht geöffnet.
  14. Die Oma hat neue Zähne.
  15. Die Tante ist sehr lieb.
  16. Wie oft hast Du ihn getroffen?
  17. Entschuldigen Sie bitte, dass ich mich verspätet habe.
  18. Der Kater springt vom Baum.
  19. Reisen ist schön, aber auch sehr anstrengend.
  20. Ist die Suppe heiß?

\* Von den Testgruppen standen uns jeweils nur die ersten 10 Sätze zur Verfügung.



## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei Herrn Prof. Dr. J. Helms, für die Überlassung des Themas und bei Herrn Dipl.-Ing. L. Moser für die Vergabe des Themas und die Betreuung dieser Arbeit bedanken. Mein Dank gilt auch Prof. Dr. Schardt für die Übernahme des Korreferats.

Besonderer Dank gilt meiner Mutter für Ihre große Unterstützung sowie meinem Freund Michael für Sein Verständnis und Seine Geduld.

Herzlicher Dank gilt auch allen Versuchspersonen, die sich zur Verfügung stellten, für Ihre Zeit und Ihr Engagement.

## **Lebenslauf**

Name: Alexandra Lach  
Geburtsdatum: 27.07.1974  
Geburtsort: Kreutzdorf

### **Schulausbildung**

1981-1987 Grundschule in Königsdorf Bad  
1987-1988 Förderschule für junge Aussiedler in Bamberg  
1988-1989 Hauptschule in Bad Neustadt  
1989-1992 St. Ursula Realschule in Würzburg  
Abschluß: Mittlere Reife  
1992-1997 Röntgen-Gymnasium in Würzburg  
Abschluß: Allgemeine Hochschulreife

### **Studium**

April 1998 Beginn des Studiums der Zahnmedizin an der Bayerischen  
Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
April 1999 Naturwissenschaftliche Vorprüfung  
März 2001 Zahnärztliche Vorprüfung  
November 2003 Staatsexamen  
Dezember 2003 Erhalt der Approbation

### **Beruf**

Seit April 2004 Assistenz Zahnärztin in Öhringen