

Aus der Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke  
der Universität Würzburg

Direktor: Prof. Dr. med. Rudolf Hagen

**Erstellung von Normkurven eines neu entwickelten  
Sprachaudiometrietests mit Einsilbern, genannt  
„Dynamischer Zahlentest“, zu drei verschiedenen  
Sprechern – Mann, Frau und Kind – und jeweils drei  
verschiedenen Sprachmodi – normal, gerufen und  
geflüstert – an normalhörenden Erwachsenen im Alter  
von 19-27 Jahren ohne Störgeräusch.**

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

vorgelegt von  
Sophia Bolz  
aus Würzburg

Würzburg, September 2010

Referent: Prof. Dr. med. R. Hagen  
Koreferent: Priv. - Doz. Dr. Ing. habil. M. Cebulla  
Dekan: Prof. Dr. med. M. Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 12.04.2011

Die Promovendin ist Zahnärztin

"Nicht sehen trennt den Menschen von den Dingen,  
nicht hören trennt den Menschen vom Menschen."

*Immanuel Kant*

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>1</b>
1.1	DIE PROBLEMATIK VON HÖRSCHÄDEN	2
1.2	AUFGABENSTELLUNG	3
<b>2</b>	<b>MATERIAL UND METHODIK</b>	<b>5</b>
2.1	MATERIAL	5
2.1.1	<i>Messgeräte und deren Anordnung im Raum</i>	5
2.1.2	<i>Konzept des neuen dynamischen Einsilbertests</i>	6
2.1.3	<i>Probandengut</i>	10
2.2	METHODIK	11
2.2.1	<i>Versuchsdurchführung</i>	11
2.2.2	<i>Auswertung</i>	13
<b>3</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>14</b>
3.1	GRAPHISCHE ANALYSE DER DATEN	16
3.2	ÜBERPRÜFUNG DER ERGEBNISSE AUF SIGNIFIKANZ	22
3.3	ZEITAUFWAND	23
<b>4</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>24</b>
4.1	KONZEPT DES DYNAMISCHEN EINSILBERTESTS MIT DREI VERSCHIEDENEN SPRECHERN	24
4.2	MÖGLICHE KRITIKPUNKTE UND FEHLERQUELLEN	28
4.3	EINFLUSS DER ERGEBNISSE AUF DIE HÖRGERÄTEVERSORGUNG	31
4.4	MÖGLICHE WEITERENTWICKLUNG DIESES SPRACHTESTS	32
4.5	VERGLEICH MIT ERGEBNISSEN AUS DER LITERATUR	34
4.6	BEDEUTUNG DER AUDIOMETRIE IN DER INDUSTRIE	42
<b>5</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>43</b>
<b>6</b>	<b>ANHANG</b>	<b>45</b>
6.1	TONAUDIOMETRISCHE DATEN	45
6.2	SPRACHAUDIOMETRISCHE DATEN	46
<b>7</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>81</b>
	<b>DANKSAGUNG</b>	
	<b>CURRICULUM VITAE</b>	

## 1 Einleitung

Die Sprachaudiometrie kann in Deutschland auf eine lange Tradition mit frühzeitiger Standardisierung zurückblicken. Im Hinblick auf die Thematik dieser Dissertation soll eine Auswahl verschiedenster sprachaudiometrischer Methoden die Varianz auf diesem Gebiet verdeutlichen. Carhart und Hahlbrock legten in den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts die Grundsteine der sprachaudiometrischen Wissenschaften auf amerikanischem beziehungsweise deutschem Terrain. Die darauf aufbauenden Entwicklungen der Sprachaudiometrie brachten eine Fülle verschiedenster Verfahren zur Beurteilung der Sprachperzeption hervor.

Nach Sukowski, H. [2009] wird die von Döring und Hamacher 1992 überarbeitete Version des Freiburger Sprachtests – entwickelt von Hahlbrock im Jahre 1957 – nach wie vor am häufigsten angewandt. Auch der 1962 entstandene Marburger Satztest nach Niemeyer, der weiterentwickelt zum Göttinger Satztest seit 1992 für CI-Versorgungen herangezogen wird, der Mainzer Kindersprachtest nach Biesalski (1974), der Reimtest nach Sotscheck (1982) oder der HSM-Satztest (1995) werden bei entsprechender Fragestellung routinemäßig angewandt. Weitere Möglichkeiten zur Überprüfung der Sprachverständlichkeit sind der verhallte Freiburger Sprachverständnistest, der Dreinsilbertest, der Oldenburger Satztest, der Aachener Logatomtest, das Würzburger Hörfeld, die Sprachabstandprüfung und viele andere. Die Vielfältigkeit dieser Auswahl verschiedener Verfahren verdeutlicht, dass unterschiedliche Fragestellungen unterschiedliche Methoden zur Messung des Sprachverstehens benötigen.

Die Verfahrensvielfalt deutet darauf hin, dass jenseits rein sensorischer Faktoren die Wahrnehmungsprozesse eine wichtige Rolle beim Verstehen der Sprache spielen [Ptok, M. 2004].

Die Begrenzung auf nur einen Sprachtest erlaubt keine differenzierte Erfassung von Sprachdiskriminationsstörungen, da sie Folge multifaktorieller

Veränderungen der Sprachanalyse durch das Gehör sind und nur durch verschiedene breitbandige Testverfahren zu erfassen sind [von Wedel, H. 1986 I].

Die Variabilität bedeutet zudem, dass kein Test einen Absolutheitsanspruch erreichen kann [Carhart, R. 1951].

Ständig neue Publikationen von neu entwickelten Sprachtests spiegeln die Defizite der sprachaudiometrischen Diagnostik und die daraus resultierende wissenschaftliche Agilität wieder.

Jedoch mangelt es an Möglichkeiten zur Überprüfung des Sprachverständnisses für Flüstersprache oder gerufener Sprache, die doch zur Expression bestimmter Gefühlslagen in der menschlichen Kommunikation unentbehrlich sind. Bei der Anpassung oder Kontrolle eines Hörgerätes wird lediglich normal betonte Sprache leise angeboten, was sich aber deutlich von der stimmlosen Flüstersprache unterscheidet. Die lückenhafte Hörgeräteanpassung kann ursächlich dafür sein, dass sich Hörgeräteträger oftmals in alltäglichen Situationen von ihrer Hörhilfe im Stich gelassen fühlen.

### ***1.1 Die Problematik von Hörschäden***

In den letzten Jahren kann ein Zuwachs an Schwerhörigen nicht nur im Alter – bedingt durch längere Lebenserwartung oder demographische Entwicklung – beobachtet werden, sondern auch in der Jugend. Diskobesuche, portable Musikabspielgeräte und Konzertbesuche setzen dem jungen Gehör erheblichen Schaden zu. In der Studie von Bergman, B. [2001] hörten 75% der 70jährigen (fast) normal, jedoch wiesen mit 88 Jahren nur noch 20% der Probanden ein normales Gehör auf, was auch von Martini, A. [2001] bestätigt wurde.

Im Jahre 2004 waren 31,5 Mio. Amerikaner mit Hörproblemen registriert, jedoch besaßen nur 20% von diesen ein Hörgerät. 30% dieser Hörgerätebesitzer waren unzufrieden und 17% benutzten die Hörhilfe nie [Kochkin, S. 2005].

Die bekannten Folgen einer Hörminderung sind Isolation, Kommunikationseinschränkung, psychologisches Missbehagen sowie praktische Schwierigkeiten.

Egan, J. bedauerte in einem Artikel [1980], dass es keine Methode gäbe, um dieses Handicap mit Diskriminationsverlust akkurat zu bestimmen. Somit kann ein Normalhörender das Leid Schwerhöriger nur schwer nachempfinden. Im selben Artikel schreibt er auch, dass die Zahl an lärmgeschädigten Schwerhörigen zunehmend sei. Plath, P. zitierte [1991] die Statistik des Grünen Kreuzes: zu Beginn der 90er haben 27% der deutschen Erwachsenen ein audiometrisch messbares Handicap auf Grund von Hörbeeinträchtigung; in 4% der Fälle konnte eine Besserung durch medizinische Behandlung erreicht werden, in 23% der Fälle war eine Hörhilfe zur Verbesserung des Hörvermögens hilfreich. 40% der Älteren zwischen 70-75 Jahren litten an ihrer Schwerhörigkeit, aber nur 4% der 60-69 jährigen bzw. 9% der 70-75jährigen besaßen ein Hörgerät.

Zudem stellte Martini, A. [2001] fest, dass die allgemeingesundheitliche Selbsteinschätzung bei Patienten mit Hörschädigung am schlechtesten ausfällt. Aus der von Egan, J. beschriebenen Progredienz der Lärmschwerhörigkeit entsteht zum einen die Forderung nach präventiven Maßnahmen wie verstärktem Arbeitsschutz [Moser, L. 1991] oder Aufklärung der Jugendlichen über selbstverschuldete, lärmbedingte Gehörschädigung, zum anderen wäre im Falle eines Hörverlustes eine sensitivere Hörgeräteeinstellung wünschenswert.

## **1.2 Aufgabenstellung**

Ziel dieser Arbeit war es, die Normkurven für einen neu aufgenommenen dynamischen Einsilbertest an einem Probandengut von 35 tonaudiometrisch überprüften Normalhörenden zunächst ohne Störgeräusch zu ermitteln. Dabei interessierten die Sprachverständlichkeitsschwellen, welche definiert sind als die Schalldruckpegel in dB bei 50% Sprachverständlichkeit. Hieran sollte gezeigt werden, dass Flüstersprache als stimmlose Sprache höhere Lautstärkepegel erfordert als normal betonte. Es sollte aus diesem sprachaudiometrischen Entwurf eine im klinischen Alltag einfach zu handhabende Methode zur Ergänzung der gängigen Tests entwickelt werden. Das Fernziel ist die Sensibilisierung der Standardmessungen, um Hörgerätedefizite in Alltagssituationen zu minimieren und dadurch die Hörgeräteakzeptanz zu

verbessern. Ergänzend zur Erstellung der Normkurven wurden die Verständlichkeiten der Testwörter und die Verständlichkeiten und Qualitäten der drei verschiedenen Sprecher Mann, Frau und Kind analysiert.



## **2 Material und Methodik**

### **2.1 Material**

#### **2.1.1 Messgeräte und deren Anordnung im Raum**

Menschliche Kommunikation findet hauptsächlich in geschlossenen Räumen und üblicherweise nicht über Kopfhörer statt. Um die Entstehung eines Diffusfeldes durch frequenzabhängige Reflexion des Schalls an Wänden mit fehlender Absorption [Hirsch, H.-G. 1986] zu minimieren, ist die schalldichte Audiokabine mit reflexionsarmer Innenauskleidung nach Anforderungen der ISO [8253] ausgestattet (Camera Silens). Der maximal anzustrebende Raumgeräuschpegel beträgt nach Niemeyer, W. [1970] und von Wedel, H. [2001] 30dB. Die Hauptenergie dieses Raumgeräusches liegt im tiefen Frequenzbereich.

Zur Versuchsdurchführung saßen sich Proband und Messperson frontal gegenüber. Dabei durfte der Proband keine Lauschposition, die einer besseren Verständlichkeit dient, einnehmen ([ISO 8253, Platte, H. 1978]. Zwischen den beiden Personen befanden sich ein freies Schallfeld mit einem WESTRA-Audiometrielautsprecher des Typs LAB 1001. Dieser wurde im Abstand von einem Meter mittig zum Probandenkopf standardmäßig positioniert. Die Messperson saß an einem Pult mit Audiometer und PC. Die Versuchsanordnung beinhaltete ein WESTRA-Audiometer des Typs CAD-03. Vor den Messungen wurde die Anlage mit einem Schallpegelmesser Klasse 1 entsprechend der DIN ISO 389 auf +/-2dB geeicht [ISO 8253-2 Abschnitt 5.1]. Hierzu diente das sprachsimulierende Kalibrierrauschen CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique), dessen Spektralverteilung sich besonders gut der fließenden Sprache annähert. Es wurde auf einer WESTRA-CD angeboten. Einsilber sollten nach der Kalibrierung bei 29,5 dB zu 50% verstanden werden [ISO 8253-2]. Die Versuchsanordnung (**Abb. 1**)

wurde seitens der Klinik einer regelmäßigen, täglichen Überprüfung mit jährlicher Grundwartung unterzogen.



**Abb. 1** Anordnung der Messgeräte

In dieser Testanordnung über Lautsprecher sind die Anforderungen an den Audiometrieraum besonders hoch, da Störgeräusche die äußerst leisen Testsignale maskieren können. Im Klinikbereich sollten diese Störgeräusche im Pegelbereich zwischen 25-30dB liegen [von Wedel, H. 2001]. Die ISO 8253 enthält Richtlinien bezüglich erlaubter Störschallpegel.

### **2.1.2 Konzept des neuen dynamischen Einsilbertests**

Bei dem für die Messungen angewandten Sprachtest handelt es sich um einen neu konzipierten Test nach der Idee von Ludwig Moser und Claudia Kammermeier-Blessing. Der Test bietet im Vergleich zu den herkömmlichen Sprachtests nicht nur Einsilber und einen Zweisilber in normaler Betonung, sondern auch im Flüsterton und schreiender Betonung an. Die drei Sprecher

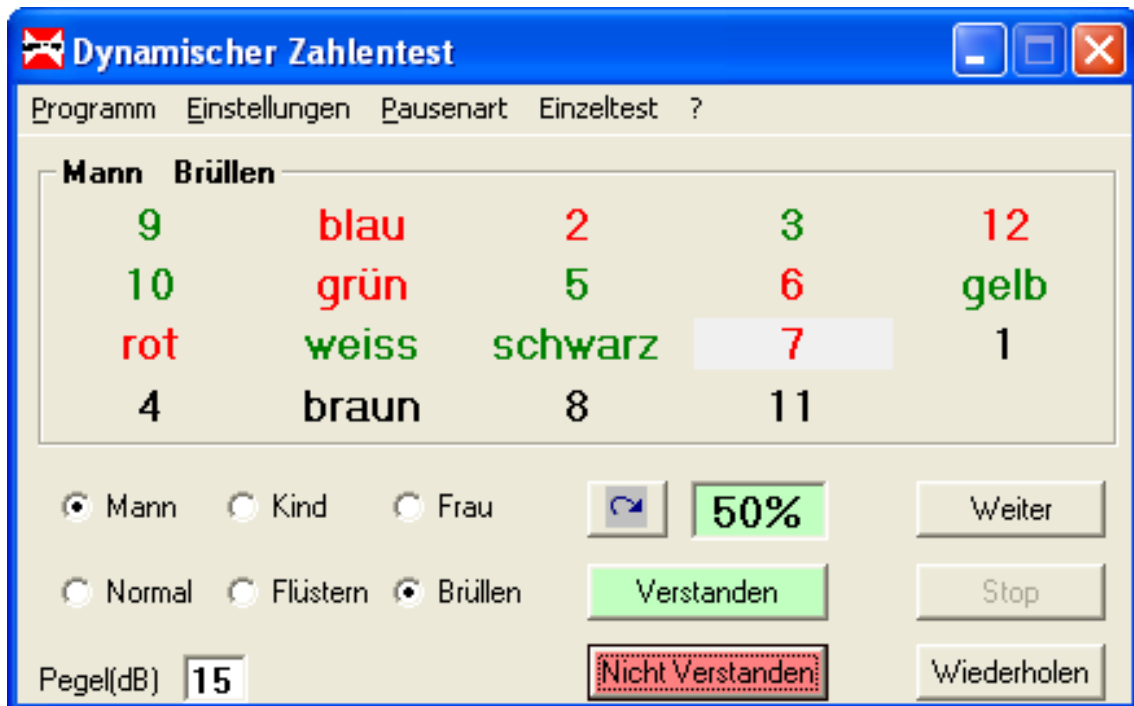
des 2007 im BR-Studio München aufgenommenen Sprachtests, die für diese Aufnahme gewonnen werden konnten, war im Falle des Mannes und der Frau trainierte Sprecher des Bayerischen Rundfunks, was eine einheitliche Aufnahme mit deutlicher Artikulation ermöglicht. Der männliche Sprecher war Fabian von Klitzing vom Bayerischen Rundfunk, die weibliche Sprecherin war Barbara Malisch, ebenfalls vom Bayerischen Rundfunk. Beide waren zum Zeitpunkt der Aufnahme zwischen 40 und 50 Jahre alt. Das Kind wurde vom siebenjährigen Jonas Kammermeier gesprochen. Die Sprecher sprachen aufgrund ihrer Herkunft hochdeutsch mit leicht bayerischer Färbung. Das Mastering wurde von Dieter Nolte, WESTRA Elektroakustik, durchgeführt.

Der dynamische Zahlentest umfasst einsilbige Zahlen von eins bis zwölf inklusive des Zweisilbers sieben sowie die einsilbigen Farben rot, gelb, blau, braun, grün, schwarz und weiß. Dies sind keine standardmäßig angewandten Testwörter, da sie zum Beispiel im weit verbreiteten Freiburger Sprachtest nicht aufgelistet sind. Da die drei Sprecher Mann, Frau und Kind in drei verschiedenen Sprachmodi, nämlich normal, flüsternd und laut sprachen, gibt es neun verschiedene Möglichkeiten, für welche die Sprachverständlichkeitsschwelle von 50 % ermittelt werden sollte.

Bei der Aufnahme ist zu beachten, dass die Stimmen verschiedener Personen unterschiedliche Klangfarben [Fasold, W. 1984] sowie unterschiedliche Dialektfärbungen haben, zudem weisen sie Differenzen in der Tonhöhe, der Lautstärke, der Sprachmelodie und der Sprechgeschwindigkeit [Küpfmüller, K. 1954] auf, außerdem sprach kein Sprecher ein bestimmtes Sprechsignal immer gleich aus [Naik, J. 1990].

So war es Aufgabe des Tonmeisters eine möglichst natürliche Sprachaufnahme bei mittlerem Pegel digital aufzuzeichnen und auf Compact Disc zu brennen, sodass die Wiedergabe nahezu rauschfrei und exakt ist.

Es ist erwiesen, dass bei mittlerem Pegel aufgesprochene Sprache und deren anschließende elektrische Verstärkung besser verstanden wird, als direkt bei höherem Pegel aufgenommene Sprache [Tschopp, K. 1992].



**Abb. 2** Screenshot der Programmoberfläche im Modus „Mann laut“



**Abb. 3** Screenshot der Programmoberfläche im Modus „Frau normal“



**Abb. 4** Screenshot der Programmoberfläche im Modus „Kind flüstern“

### 2.1.3 Probandengut

Das Probandengut umfasste 35 Personen. Zum Zeitpunkt der Untersuchung betrug der Altersdurchschnitt 24 Jahre, die Spanne reichte von 19 bis 27 Jahren. Diese Altersgruppe erzielt nach Nabelek, A. [1982] bessere Ergebnisse als Kinder oder Alte. Die Geschlechter waren mit 18 weiblichen und 17 männlichen Probanden gleich verteilt. Die Testpersonen sollten folgende Kriterien erfüllen: sie mussten Muttersprachler sein, denn Feldmann, H. [1984] stellte fest, dass bei 1/3 aller Ausländer, welche die deutsche Sprache nicht vollständig beherrschen, das Testmaterial mit höherer Lautstärke dargeboten werden muss, damit die Wörter nachgesprochen werden können.

Weiterhin war eine normale Hörfähigkeit vorausgesetzt, welche durch monaurale Reintonhörschwellen aus Voruntersuchungen bestätigt wurde. Extreme Lärmaussetzung kurz vor dem Test und bekannte Hörschäden führten zum Ausschluss aus der Testreihe. Das vor jedem Versuch erstellte orientierende Tonaudiogramm, welches die Frequenzen 12,5 kHz bis 125 Hz monaural über Luftleitung testete, stuft Probanden mit einem Hörverlust von weniger als 30 dB als für den Test tauglich ein. Die Ergebnisse zur Tonaudiometrie sind im Anhang (**Anhang 1**) aufgelistet. Egan, J. [1980] definierte Normalhörigkeit bis 25 dB Hörverlust im Tonaudiogramm, wohingegen von Werra, H. [1995] einen Hörverlust von 20 dB oder weniger im Frequenzbereich von 250-8000Hz als Kriterium der Normalhörigkeit betrachtete. Dadurch, dass sich das Teilnehmerkollektiv hauptsächlich aus Studenten der Julius-Maximilians-Universität zusammensetzte, waren günstige intellektuelle Voraussetzungen gegeben, sowie ein ähnlicher Wortschatzumfang zu erwarten. Probanden sollen nämlich nach Schulz-Coulon, H. [1973] intelligent, konzentrationsfähig und positiv eingestellt sein und mit gleichem Bildungsstand aus einem ähnlichen sozialen Milieu stammen. Von Werra, H. [1995] bestätigte, dass mit einer höheren Schulbildung und zunehmendem IQ eine statistisch signifikant bessere Verständlichkeit resultiert, der Effekt ist insgesamt jedoch gering.

## **2.2 Methodik**

### **2.2.1 Versuchsdurchführung**

Das Ziel der Messungen war die Erstellung aussagekräftiger Normkurven, also Hörschwellen, welche repräsentativ für physiologisches Gehör stehen. Die Messungen sollten zunächst ohne Störlärm durchgeführt werden. In einem ersten Probelauf wurde festgestellt, dass für die neun verschiedenen Sprachmodi zum Erreichen der 50%-Verständlichkeitsschwelle unterschiedliche Schalldruckpegel benötigt werden. Somit müssen zunächst Richtwerte ermittelt werden, die sich an eine 50%ige Einsilberverständlichkeit annähern. So ergibt sich zum Beispiel für die Einstellung „Mann normal“ ein Schalldruckpegel von 25 dB und für „Frau flüsternd“ ein Pegel von 30 dB, bei welchen 47% der Wörter richtig verstanden werden. Weitere Werte der Voruntersuchungen können Tabelle 1 entnommen werden. Zur späteren Auswertung mit Hilfe einer Interpolation wurden zwei Schalldrücke im Abstand von 5 dB benötigt. Deshalb wurden zwei Durchläufe abgespielt zum Erhalt zweier Werte im Bereich von 30-70%, einen oberhalb und einen unterhalb der 50%-Schwelle. In diesem Bereich ist der Verlauf der sigmoidalen Verständlichkeitskurve für Einsilber annähernd linear, daher kann der 50%-Wert mit Hilfe der Interpolation bestimmt werden.

Zu Beginn des Tests wurde der Proband über den Inhalt, das Ziel und den Ablauf des Versuchs in einem kurzen Gespräch aufgeklärt. Nach Erstellung des monauralen Tonaudiogramms per Kopfhörer wurde mit dem dynamischen Sprachtest binaural im Freifeld begonnen. Zur Eingewöhnung in den Versuchsablauf und den Versuchswortschatz wurde den Probanden ein Testdurchlauf in normaler Gesprächslautstärke von 65 dB dargeboten. Den Probanden wurden alle 19 Test-Items im Rahmen des Testdurchlaufs verraten. Ein Lerneffekt wurde durch Variieren der Wortreihenfolge ausgeschlossen.

Die Versuchspersonen wurden instruiert, dass sowohl Korrekturen des Gesagten als auch eine geratene Antwort gültig sind, sodass die Ratefreudigkeit während des Tests nicht zunehmen konnte und sich dadurch kein Lerneffekt einstellte [House, A. 1965, Griffiths, J. 1967, Williams, C. 1973].

Der Ablauf des Tests war innerhalb des Probandenguts immer gleich, das heißt zunächst wurde die gesamte Wortgruppe bei konstantem Pegel in Anlehnung an die Voruntersuchung abgespielt. Die aus den richtig erkannten Wörtern ermittelte prozentuale Verständlichkeit war bestimmend dafür, ob der Pegel des nächsten Durchlaufs um 5 dB angehoben oder abgesenkt wurde, sodass jeweils ein Prozentwert unterhalb und einer oberhalb der Sprachverständlichkeitsschwelle – möglichst zwischen 30-70% - erhalten wird. Lediglich die Wortreihenfolge wurde nach zufälliger Verteilung geändert, um Lerneffekte zu unterbinden. Die Pausendauer zwischen den dargebotenen Wörtern kann mit dem Programm beliebig eingestellt werden. Sie wurde auf 3s in Anlehnung an Testerfahrungen zum Beispiel von Carhart, R. [1951-52] oder Brinkmann, K. [1974] festgelegt. Letzterer stellte fest, dass 4s Pausendauer bei Einsilbern ein Kompromiss aus dem Wunsch nach einem zügigen Ablauf und der Gefahr einer zu geringen Verständlichkeit bei zu hohem Prüftempo darstellen. Die Messperson überprüfte die vom Probanden nachgesprochenen Wörter auf ihre Richtigkeit und dokumentierte das Ergebnis als verstanden oder nicht verstanden. Der Test unterlag somit einem subjektiven Einfluss, weil die aktive Mitarbeit des Probanden notwendig war [Welzl-Müller, K. 1992].

Sollte ein Proband mit 5 dB Abstand tatsächlich 0% oder 100% verstanden haben, war es legitim sich mit 1 dB-Schritten an einen brauchbaren Wert heranzutasten, weil sigmoidale Verständlichkeitskurven zwischen 95-100% und 0-5% einem flacheren Verlauf folgen. Im Anhang sind alle erhobenen Daten der 35 Probanden aufgelistet.



### 2.2.2 Auswertung

Die Ergebnisse wurden bezüglich Sprachmodus und Testmaterial in verschiedene Gruppen zusammengefasst und ausgewertet. Die interessierenden Sprachverständlichkeitsschwellen wurden mit Hilfe einer Interpolation ermittelt. Mittelwerte (MV), Standardabweichungen (SD), Standardfehler (SE) und Steigungen (m) wurden mit den üblichen Formeln berechnet. Zur Bestätigung der engen Korrelation zwischen einer Geraden und dem linearen Anteil der sigmoidalen Verständlichkeitskurve wurden die im Verständlichkeits-Pegel-Diagramm aufgetragenen Werte mit der Formel für Geraden  $y=mx+t$  und der Boltzmann-Formel  $y=A_2+(A_1-A_2)/(1+\exp((x-x_0)/dx))$  (<http://www.additive-net.de/ftp/win32/software/origin/EinfuehrunginOrigin8.pdf>) berechnet. Die Verständlichkeits-Pegel-Diagramme wurden mit 95%-Konfidenzintervallen, Fehlerelipsen der 50%-Schwelle und Prognosefeldern der individuellen Streuung analysiert. Um zu überprüfen, ob die gemessenen mittleren Sprachverständlichkeitsschwellen signifikant sind, wurde der Einstichproben-t-Test angewandt. Die Voraussetzung hierfür war gegeben, da die „richtig verstanden“ Prozentzahlen bei den jeweils getesteten Sprach-Pegel-Werten mit dem K-S-Test, Kolmogorov-Smirnov, auf Normalverteilung geprüft wurden.

Die Nullhypothese ( $H_0$ ) bzw. die Alternativ-Hypothese ( $H_1$ ) lauteten:

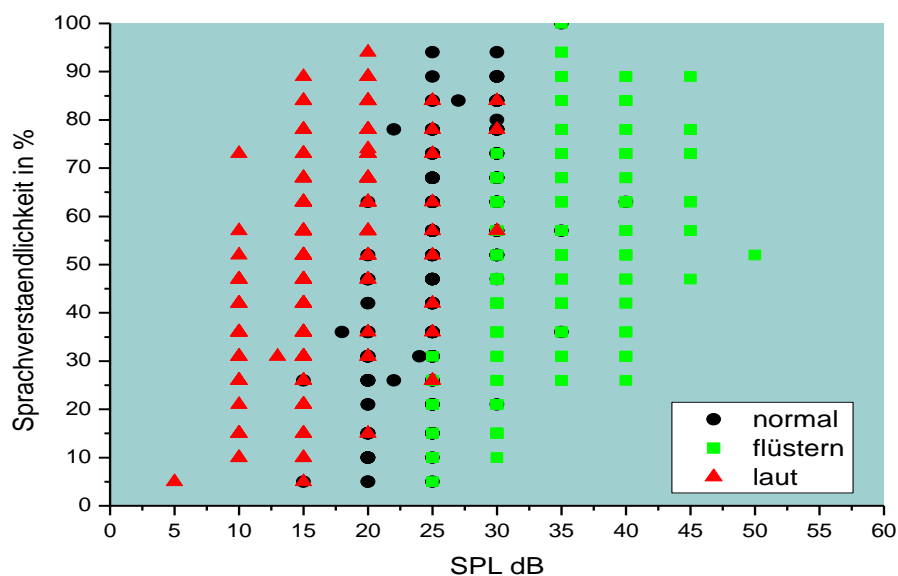
$H_0$ : Die Datenreihen entstammen einer normalverteilten Grundgesamtheit und sind somit normalverteilt.

$H_1$ : Die Datenreihen entstammen nicht einer normalverteilten Grundgesamtheit.

Das Signifikanzniveau wurde bei 5% festgelegt. Die Nullhypothese musste somit verworfen werden, wenn eine Signifikanz festgestellt wurde.

### 3 Ergebnisse

Das aus 19 Wörtern bestehende Testmaterial wurde in drei verschiedenen Intonationen – normal, laut und geflüstert – angeboten. Da die Schalldruckpegel der 50%igen Sprachdiskrimination durch Interpolation ermittelt werden sollten, wurde pro Sprachmodus je ein Wert über und unter dem Schwellenwert erhoben. Daraus ergaben sich 210 Werte pro Sprachmodus (3 Sprecher, 35 Probanden, je 2 Werte). Nach einem ersten Testdurchlauf an einem Probanden wurden die zu untersuchenden Schalldruckbereiche ungefähr festgelegt. (**Tab. 1**). Eine Punktwolke im Verständlichkeits-Pegel-Diagramm veranschaulicht die Verteilung der gesamten Daten bezogen auf die Sprachmodi (**Abb. 5**). Die Auswertung aller erhobenen Daten macht deutlich, dass die Intonation in normaler Sprechweise mit durchschnittlich 25,3 dB einen kleineren Schalldruckpegel zum Erreichen der 50%-Schwelle erforderte als die Flüstersprache mit durchschnittlich 33,8 dB. Laut betonte Sprache scheint noch besser verständlich zu sein, was der Mittelwert von 15,8 dB nahe legt. (**Tab. 2**)



**Abb. 5** Punktwolke, bestehend aus allen erhobenen Daten, farblich getrennt nach Sprachmodus. Einige Werte überlappen sich.

**Tab. 1** zeigt die Ergebnisse des Probedurchlaufs an einem Probanden. Legende: n=normal, f=flüsternd, l=laut; M=Mann, F=Frau, K=Kind; SPL=Sound-Pressure-Level

Modus	nM	nF	nK	fM	fF	fK	lM	lF	lK
dB SPL	30	25	30	35	30	40	15	15	15
Verständlichk. in %	26	42	42	26	26	42	47	15	15
dB SPL	35	30	35	40	35	45	20	20	20
Verständlichk. in %	84	84	73	68	68	68	57	63	63

**Tab. 2** zeigt die mittleren Schalldruckpegel in dB in Korrelation mit den Sprachverständlichkeitsschwellen, definiert als Pegel bei 50% Sprachverständlichkeit. Die Steigungen in %/dB, die Schnittpunkte mit der y-Achse und deren Standardfehler beschreiben den Verlauf der Interpolationsgeraden. In den Feldern „Steigung“ und „Schnittpunkt“ ist  $x \pm Se$  eingetragen.

Modus	normal	flüsternd	laut
dB SPL	25,3	33,8	15,8
Steigung	3,6 $\pm$ 0,3	2,1 $\pm$ 0,2	2,6 $\pm$ 0,3
Schnittpunkt mit der y-Achse	-42,3 $\pm$ 8,0	-20,5 $\pm$ 7,9	8,4 $\pm$ 4,9

Da der dynamische Zahlentest von drei verschiedenen Sprechern – Mann, Frau und Kind – aufgesprochen wurde, lassen sich die drei Sprachmodi nach Sprechern unterteilen. Somit ergaben sich neun Gruppen. Bei der Interpolation der Messdaten bestanden zwischen den Gruppen deutliche Unterschiede in den Schalldruckpegeln korrelierend zur Sprachverständlichkeitsschwelle (**Tab. 3**), in den Steigungen der linearen Anpassungen (**Tab. 3**), sowie in den weiteren graphisch analytischen Untersuchungen. (**Abb. 6-Abb. 14**)

**Tab. 3** zeigt die mittleren Schalldruckpegel in dB in Korrelation mit den Sprachverständlichkeitsschwellen, definiert als Pegel bei 50% Sprachverständlichkeit, bezogen auf den jeweiligen Sprachmodus. Die Steigungen in %/dB, die Schnittpunkte mit der y-Achse und deren Standardfehler beschreiben den Verlauf der Interpolationsgeraden. Legende: n=normal, f=flüsternd, l=laut; M=Mann, F=Frau, K=Kind; SPL=Sound-Pressure-Level; in den Feldern „Steigung“ und „Schnittpunkt“ ist  $x \pm Se$  eingetragen.

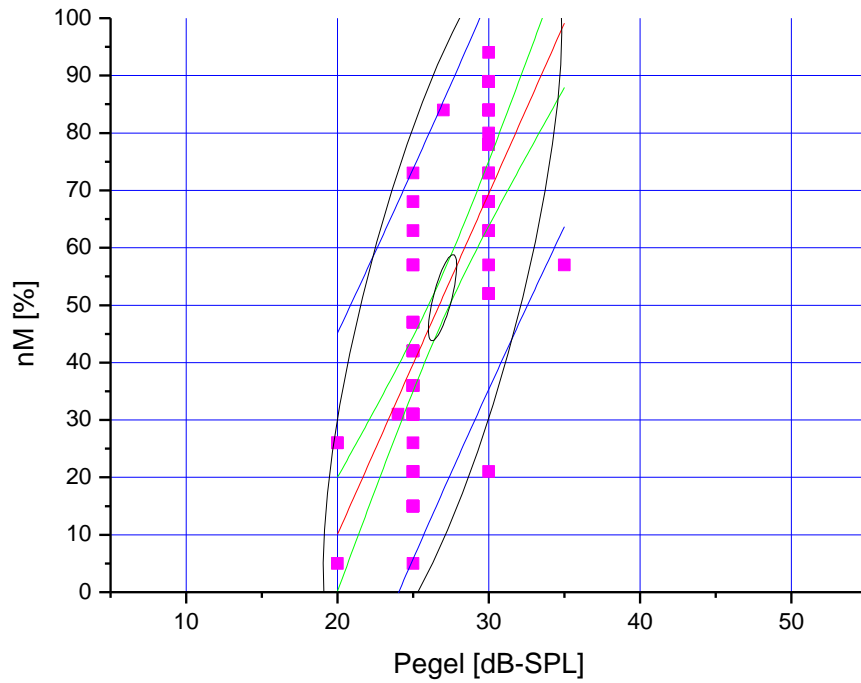
Modus	nM	nF	nK	fM	fF	fK	lM	lF	lK
dB SPL	26,7	23,4	25,7	32,0	31,7	38,3	17,9	16,6	13,2
Steigung	5,9± 0,7	5,1± 0,6	2,9± 0,4	3,4± 0,4	4,3± 0,5	2,6± 0,4	5,0± 0,6	2,2± 0,5	2,7± 0,5
Schnittpunkt mit der y-Achse	-108,7 ± 17,7	-68,1 ± 14,6	-24,1 ± 11,5	-57,5 ± 14,3	-85,8 ± 17,2	-48,8 ± 16,4	-39,1 ± 10,7	13,9 ± 7,8	13,9 ± 7,4

### 3.1 Graphische Analyse der Daten

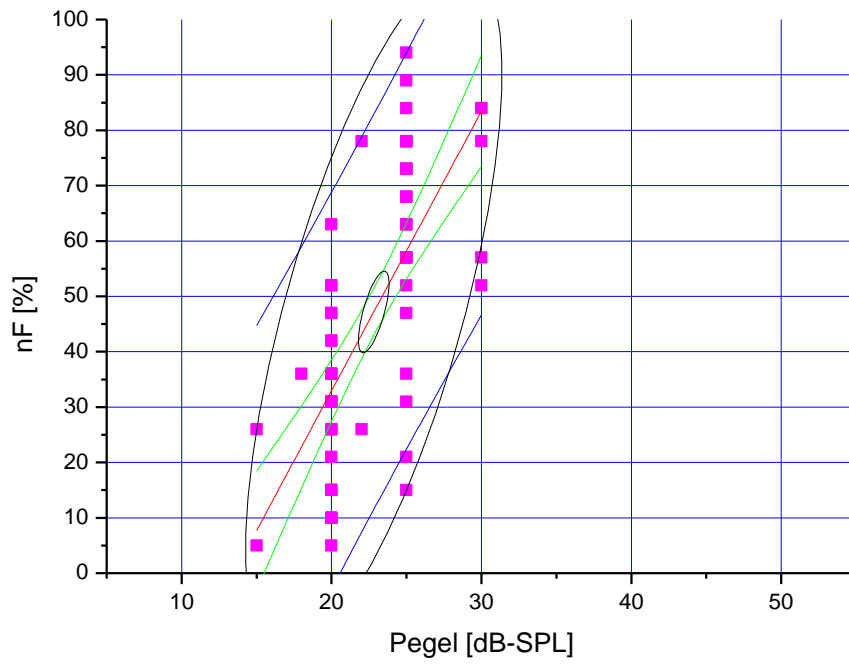
Das Auftragen der Daten nach Sprachmodus in Verständlichkeits-Pegel-Diagrammen ermöglicht den direkten Vergleich der Parameter „Lineare Anpassung“, „Konfidenzintervall 95%“, „Fehlerellipse“ und „Prognosefeld“.

Das Konfidenzintervall von 95% besagt, dass bei einem zweiten Testdurchlauf die Interpolationsgeraden zu 95%iger Wahrscheinlichkeit innerhalb der Toleranzbänder liegen. Beim visuellen Vergleich der durch die Toleranzbänder umschriebenen Flächen fiel auf, dass diese beim männlichen Sprecher kleiner sind, als bei den Sprechern Frau und Kind. Dies lässt Rückschlüsse auf die „Qualität“ der Sprecher ziehen. Die Fehlerellipse um die Sprachverständlichkeitsschwelle umschreibt den Bereich, in dem dieser Wert bei Testwiederholungen streuen kann. Zur Berechnung der Standardabweichung und Standardfehler dieser Sprachverständlichkeitsschwellen war die Datenmenge zu klein und die individuelle Streuung zu groß. Dies macht das Prognosefeld deutlich.

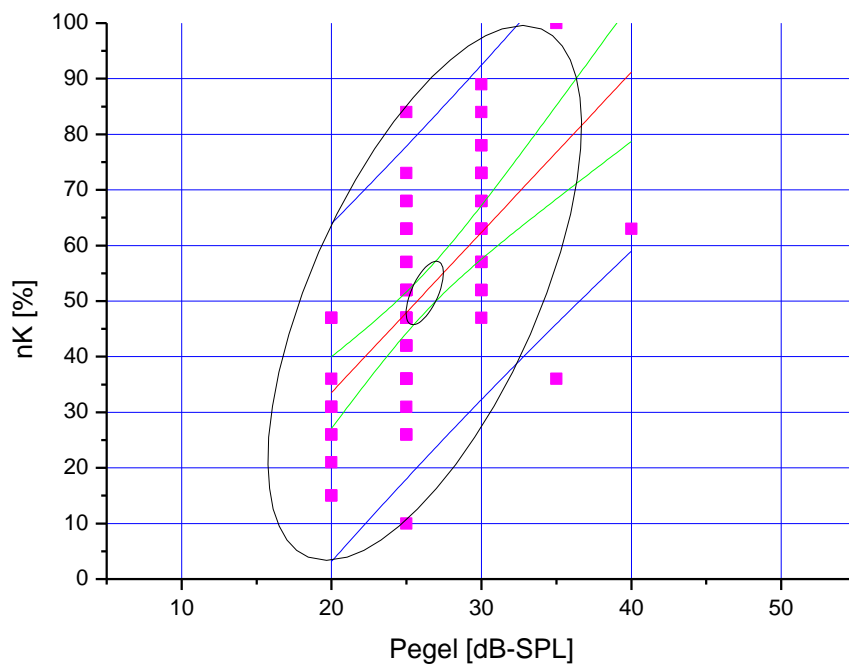
Legende:    rot – lineare Anpassung  
              grün – Konfidenzintervall 95%  
              schwarz – Fehlerellipse  
              blau – Prognosefeld



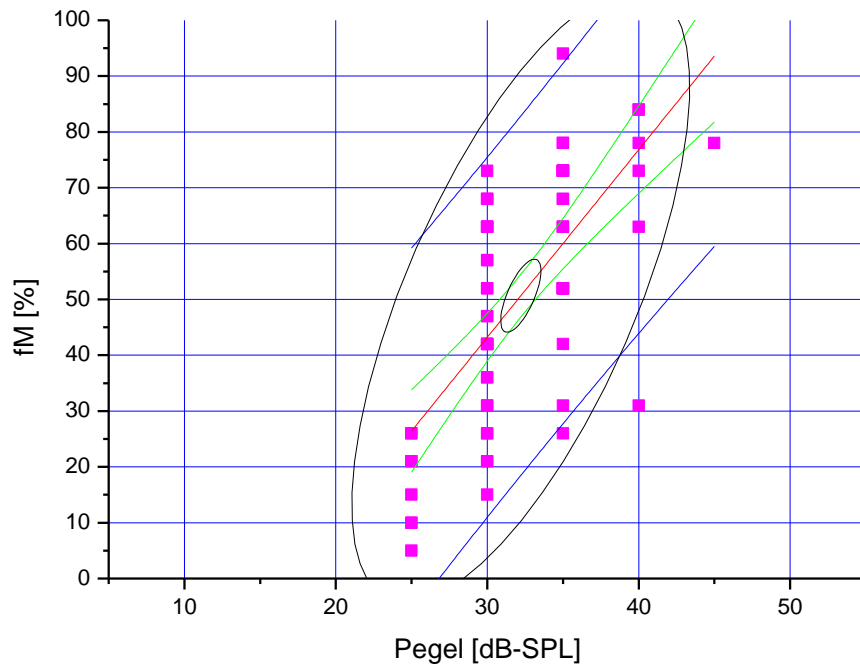
**Abb. 6**    Modus „normal Mann“



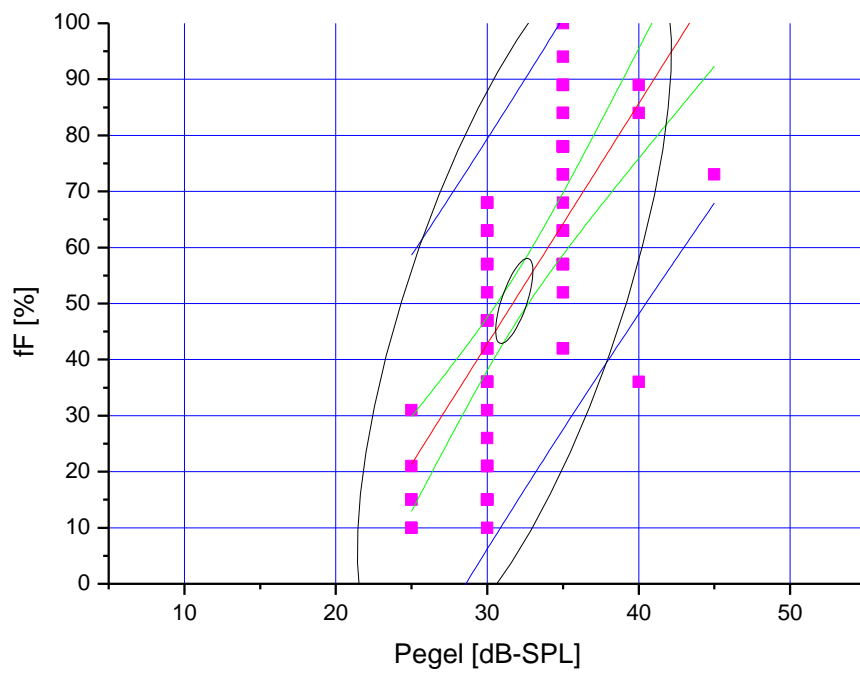
**Abb. 7** Modus „normal Frau“



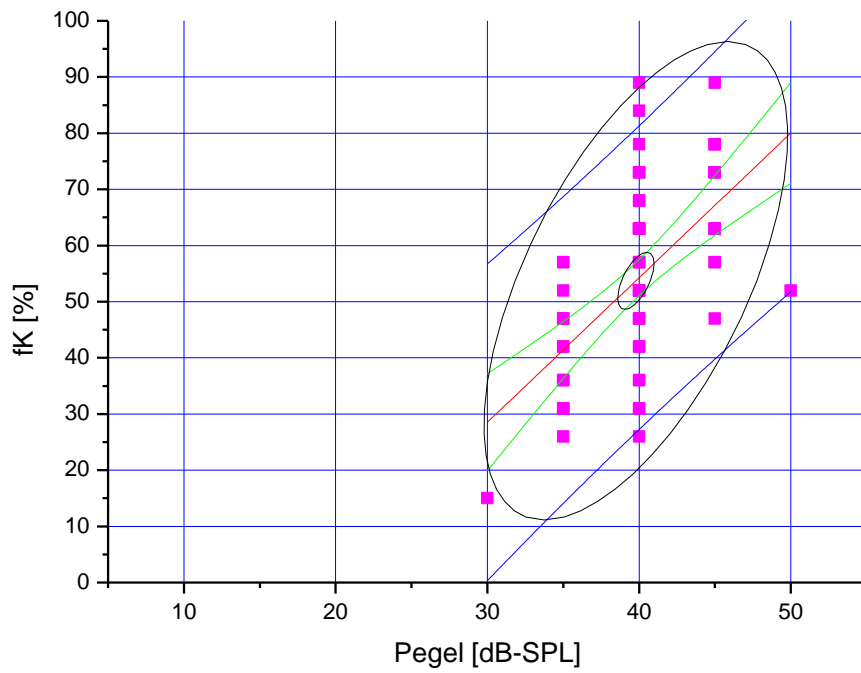
**Abb. 8** Modus „normal Kind“



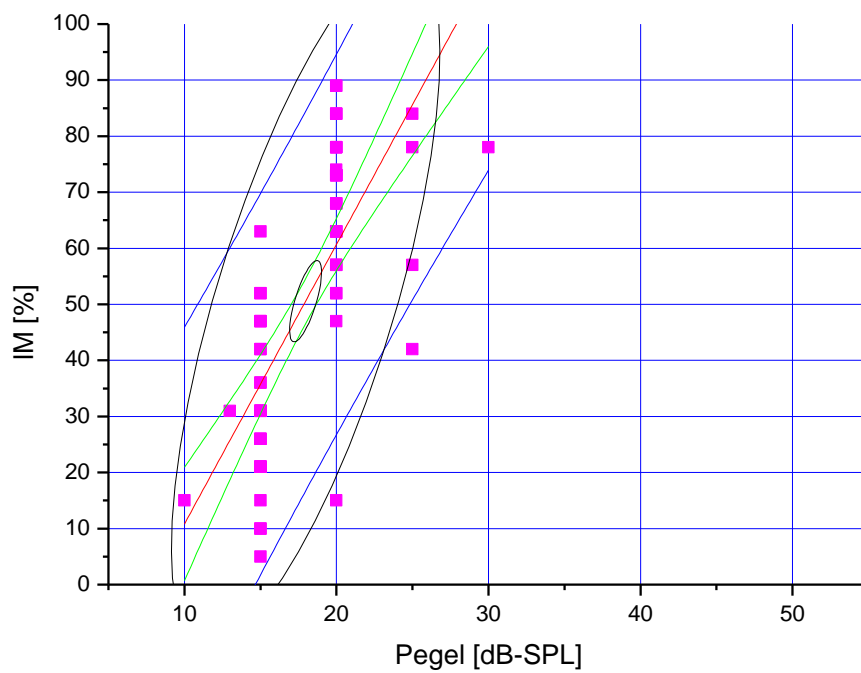
**Abb. 9** Modus „flüsternd Mann“



**Abb. 10** Modus „flüsternd Frau“



**Abb. 11** Modus „flüsternd Kind“



**Abb. 12** Modus „laut Mann“



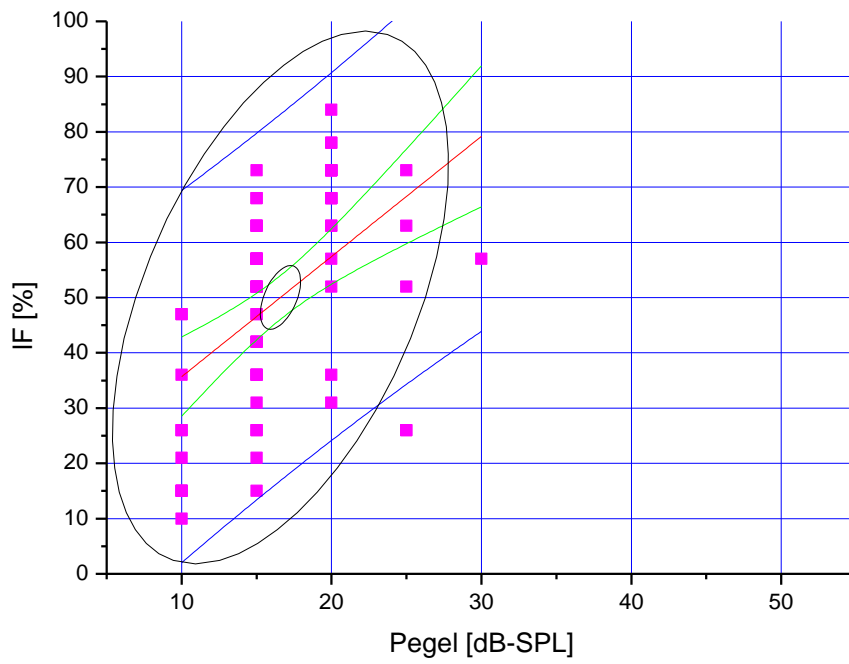


Abb. 13 Modus „laut Frau“

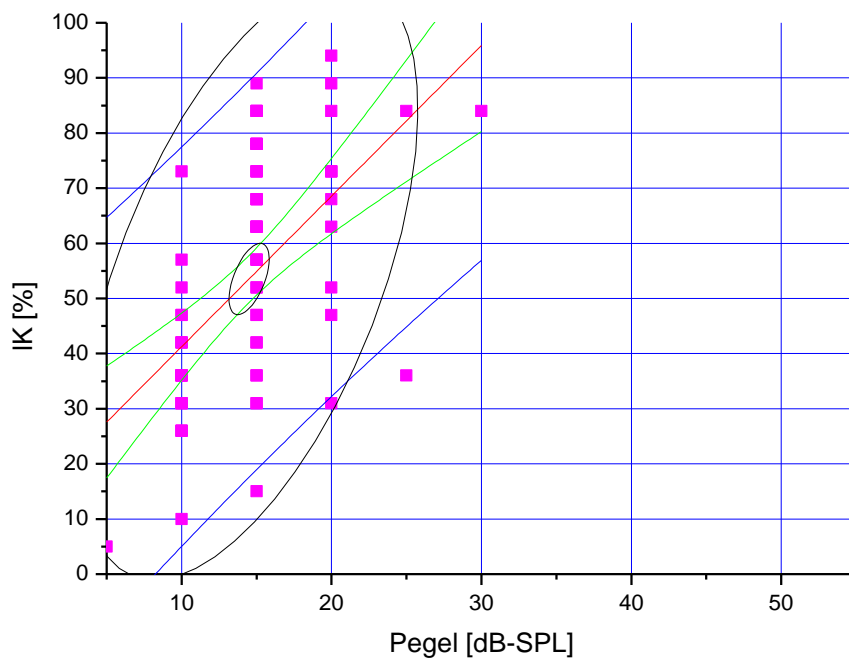
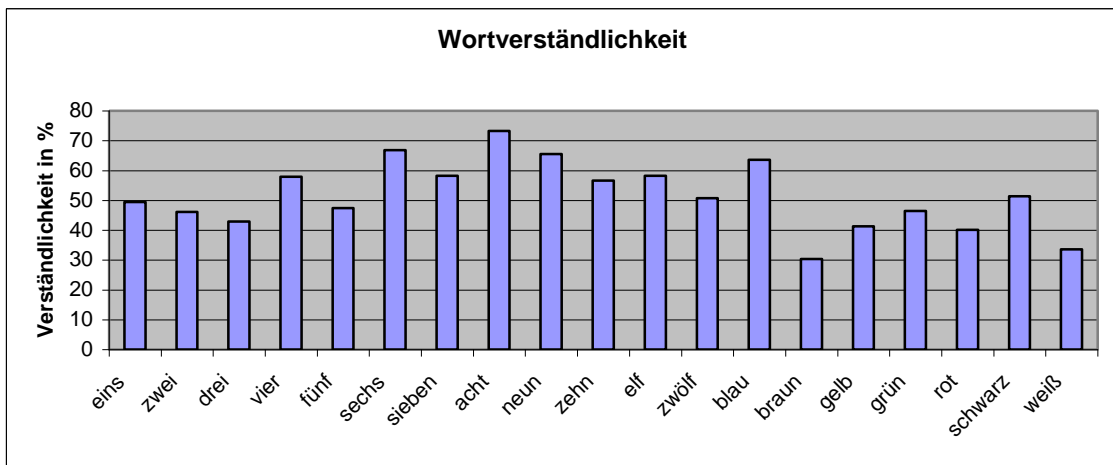


Abb. 14 Modus „laut Kind“

Zur Beurteilung der Qualität des neuen dynamischen Einsilbertests wird eine Untersuchung des Testmaterials herangezogen. Die allgemeine Verständlichkeit des Testmaterials umfasst eine Spanne von 30,4% korrekte Wiedergabe für das Wort „braun“ bis 73,3% für das Wort „acht“. Der Medianwert aller Sprachverständlichkeiten beträgt 51,6% mit einer Standardabweichung von +/-1% (Abb. 15).



**Abb. 15** Übersicht der Wortverständlichkeiten für alle 19 Testwörter in %

### 3.2 Überprüfung der Ergebnisse auf Signifikanz

Aus der linearen Regression der Werte für jeden Modus wurden die dB-SPL bei 50% Sprachverständlichkeit berechnet.

**Tab. 4** Im Einstichproben-tTest untersuchte Daten

Sprachmodus	nM	nF	nK	fM	fF	fK	IM	IF	IK
dB-SPL bei 50%	26,7	23,4	25,7	32,0	31,7	38,3	17,9	16,6	13,2
Modus-Mittelwert	25,3			34,0			15,9		

Die Sprachverständlichkeitsschwellen der neun Modi und die jeweiligen Modus-Mittelwerte wurden mit dem Einstichproben-t-Test auf Signifikanz getestet. Die Wahrscheinlichkeiten aller neun dB-SPL-Werte liegen innerhalb des 1- $\alpha$

Bereiches, wobei  $\alpha=0,05$ . Die drei Modus-Mittelwerte hingegen sind signifikant verschieden.

Im K-S-Test lagen bei der Aussprache *Mann flüsternd* die drei Wörter sechs, zwölf und blau außerhalb der Grenze  $\alpha=0,05$ . Bezogen auf die insgesamt  $19 \times 3 \times 3 = 171$  Variationen ist dies zu vernachlässigen.

### **3.3 Zeitaufwand**

Ein wesentlicher Faktor im klinischen Alltag ist die Zeit. Unter diesem Gesichtspunkt war es zweckmäßig, einen Richtwert zur Versuchsdauer aus den Untersuchungen zu erheben. Die Zeitmessung begann mit dem Erstellen des Tonaudiogramms des rechten und des linken Ohrs mit jeweils fünf Frequenzen. Sie beinhaltete neben einem kurzen Einführungsgespräch über den Versuchsablauf, einem Testdurchlauf bei 65 dB zur Gewöhnung an den Wortschatz und der Beantwortung eventueller Rückfragen auch die zum doppelten Sprachtestdurchlauf benötigte Zeit. Die audiometrierende Person war zu Beginn des Versuchs ungeübt. Die Zeitspanne reichte von 32 bis 50 Minuten und dauerte im Schnitt 41 Minuten. Da man für die lineare Anpassung der Werte mindestens zwei Punkte im Verständlichkeits-Pegel-Diagramm benötigte, mussten mit jedem Probanden, wie im Kapitel „Methoden“ beschrieben, je Modus zwei Durchläufe durchgeführt werden. Die klinische Anwendung des dynamischen Sprachtests wird wegen des Ausbleibens eines zweiten Durchlaufs diesen Richtwert deutlich unterbieten können.

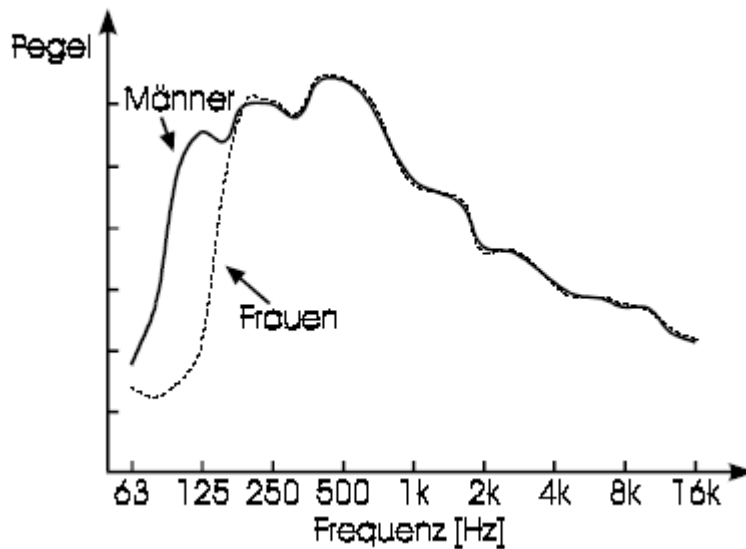
## 4 Diskussion

### **4.1 Konzept des dynamischen Einsilbertests mit drei verschiedenen Sprechern**

Die Aufgabenstellung dieser Arbeit lag in der Erstellung von Normkurven zum neu konzipierten dynamischen Einsilbertest. Zum einen interessierten die verschiedenen, modusabhängigen Schalldruckpegel in dB, die zum Erreichen der Sprachverständlichkeitsschwelle, definiert als 50%ige Sprachverständlichkeit, benötigt werden. Zum anderen wurde die Diskriminationsfähigkeit bezüglich der unterschiedlichen Sprecher – Mann, Frau und Kind - untersucht.

Die oben erwähnten inter- und intraindividuellen Variabilitäten, die verschiedene Sprecher charakterisieren, können Versuchsergebnisse bezüglich der Sprachverständlichkeitsschwellen beeinflussen und bewirken, dass ein Wort nicht nur allein an Phonemen erkannt wird.

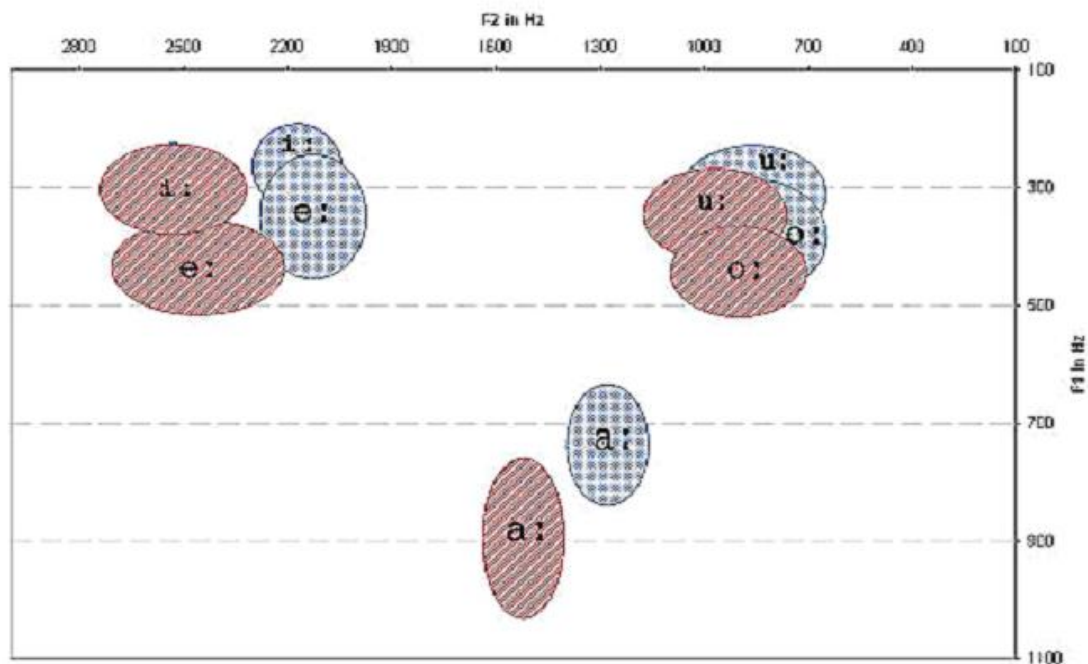
Ein an der Universität Oldenburg von Kollmeier veröffentlichtes Schreiben beinhaltet im Kapitel VI mit dem Titel „Sprachwahrnehmung und Sprachaudiometrie“ Ergebnisse über das „mittlere Sprachspektrum“ (**Abb. 16**), das heißt die Energieverteilung im Frequenzbereich, die im Mittel bei einem männlichen bzw. weiblichen Sprecher auftritt. Sie lassen erkennen, dass im Bereich der Grundfrequenzen zwischen etwa 300 und 800 Hz am meisten Sprachenergie vorliegt (Maximum des Spektrums), während zu niedrigen Frequenzen ein Abfall von etwa 20 dB pro Oktave erfolgt und zu hohen Frequenzen von etwa 10 dB pro Oktave. Die Langzeitspektren von männlichen und weiblichen bzw. kindlichen Sprechern unterscheiden sich durch die Lage des Maximums im Frequenzbereich, das bei Frauen und Kindern deutlich höher liegt als bei Männern. Mit zunehmender „Sprechanstrengung“ verschiebt sich das spektrale Maximum zu hohen Frequenzen, so dass sich die Stimme aus dem Hintergrund (mit vorwiegend tieffrequenter Leistung) deutlicher abgrenzen lässt, ohne dass die akustische Gesamtleistung der Stimme in gleichem Maß ansteigt.



**Abb. 16** zeigt das mittlere Sprachspektrum von männlichen und weiblichen Sprechern (Veröffentlichung an der Universität Oldenburg)

Der hier gezeigte deckungsgleiche Kurvenverlauf ab ca. 200Hz konnte von einer anderen Untersuchung nicht bestätigt werden. Ergebnisse aus dem Institut für Sprache und Kommunikation der TU Berlin, erhoben von Sendlmeier und Seebode an 127 Probanden, lassen deutlichere Frequenzunterschiede der männlichen und weiblichen Stimme im hohen Frequenzbereich erkennen (**Abb. 17**).

Die dargestellten Differenzen machen die Variabilität verschiedener Sprecherstimmen deutlicher. Diese Varianzen können niemals von nur einem Sprecher abgedeckt werden. Dies unterstreicht die Notwendigkeit für eine detaillierte Untersuchung eines Gehörs mehrere Stimmen und Geschlechter zu verwenden. Die elliptische Darstellung der Sprachverständlichkeiten, welche sich auf die verschiedenen Vokale beziehen, beschreibt deren Streuung. Diese lässt vermuten, dass sich das Gehör eines Untersuchten auf einen neuen Sprecher mit ungewohnter Stimme einstellen muss.



**Abb. 17** Gegenüberstellung der männlichen (blau) und weiblichen (rot) Sprecher (Veröffentlichung des Instituts für Sprache und Kommunikation der TU Berlin)

Unterschiede in der Sprachverständlichkeit bei verschiedenen Sprechern können nach Gengel, R. [1980] nicht auf unterschiedliche Stimulusamplituden zurückgeführt werden. Wegen der deutlichen Unterschiede zwischen den Sprechern ist es wichtig, dass diese Sprecher bei Testpersonen, die konstante Ergebnisse erzielen sollen, nicht austauschbar sind. Dahingegen spielt das Geschlecht keine Rolle für die Verständlichkeit eines Sprechers. Gengel fasst zusammen, dass die interindividuellen Abweichungen eine Abneigung gegenüber Verständlichkeitstests mit verschiedenen Sprechern hervorrufen. Sogar die intraindividuelle, inhärente Variabilität einer Stimme verursacht inkonstante Testergebnisse.

Unterschiedliche Verständlichkeiten zwischen verschiedenen Sprechern können auch darauf beruhen, dass je nach sprecherspezifischer Aussprache lang gezogene Vokale schlechter wahrgenommen werden, als kurze Vokale [House, A.S. 1965].

Cox, R. [1987] beobachtete, dass die Anzahl und die Art der Fehler bei Sprachverständnistests sprecherbezogen sein können.

Nabelek, A. belegte aber [1992], dass Fehler nicht nur sprecherspezifisch, sondern auch abhängig von einzelnen Äußerungen sind.

So können Phonemfehlinterpretationen auch kontextbezogen sein [James, C.J. 1991, Züst, H. 1995]. Ein Medizinstudent könnte zum Beispiel eher dazu neigen das Wort „Axt“ aus dem Freiburger Sprachtest als „Arzt“ wiederzugeben.

Die interindividuellen Unterschiede der Sprecher liegen wie oben beschrieben unter anderem in der altersabhängigen, sowie geschlechtlich und anatomisch bedingten Tonlage ihrer Stimmen. Die Stimme eines Jungen liegt vor dem Stimmbruch bei 220 Hz und höher, die Stimme eines Mannes nach Stimmbruch bei 160 Hz und niedriger. Die Stimme eines Mädchens liegt vor der Pubertät bei 249 Hz und höher, die Stimme einer Frau bei 235 Hz und niedriger [Barlow, C. and Howard, D.M. 2005].

Howard et. Al. belegten in ihrer Studie 2005, dass die individuellen Unterschiede der Stimmbildung sowohl von der pubertären Entwicklung, als auch vom Training der Stimme abhängen, dabei war dies beim Mann signifikant anders als bei Jungen vor dem Stimmbruch. Diese Tatsache bedeutet – bezogen auf unsere Sprecher -, dass die trainierten Stimmen von Mann und Jungen einen weitaus größeren Unterschied mit sich bringen, als dies bei untrainierten Sprechern der Fall wäre. Auch betont dies die Differenz zwischen den drei verschiedenen gut trainierten Sprecherstimmen.

Da die Stimme eines Mädchens vor der Pubertät in ihrer Frequenzlage noch höher ist als die eines Jungen, wäre es angebracht gewesen, einen vierten Sprecher – ein Mädchen – der Vollständigkeit halber hinzuzuziehen.

Lyregaard, P. [1996] stellte fest, dass zwei verschiedene Sprecher eine Ergebnisdifferenz bis zu 20% erzielen können, innerhalb eines Sprechers sogar Ergebnisabweichungen bis zu 10 % möglich sind.

Die im Kapitel „Ergebnisse“ aufgelisteten Verständlichkeits-Pegel-Diagramme lassen anhand der linearen Anpassung in Kombination mit Toleranzbändern bei 95% Wiederholungswahrscheinlichkeit Rückschlüsse auf unterschiedliche Sprecherqualitäten ziehen. So ist die durch die Toleranzbänder beschriebene Fläche bei dem Sprachmodus „Mann normal“ kleiner, als bei allen anderen Aufnahmen. Bei allen drei Modi lassen sich mit dem männlichen Sprecher

wegen seiner trainierten Stimme reproduzierbarere Ergebnisse erzielen, als mit Frau oder Kind. Im Vergleich zwischen Frau und Kind allerdings fällt deutlich auf, dass die Kinderstimme höhere Sprachverständlichkeitsschwellen erfordert. Dies lässt sich damit erklären, dass das Kind ein wenig trainierter Sprecher ist. Aber auch die Steigung einer linearen Anpassung lässt Aussagen über die Sprachverständlichkeit eines Testes treffen: je steiler die Gerade, desto besser die Verständlichkeit. „Mann normal“ und „Frau normal“ sind mit 5,9 bzw. 5,1 %/dB am besten verständlich, „Kind flüsternd“ und „Frau laut“ mit 2,6 bzw. 2,2 %/dB am schwierigsten.

Der Einstichproben-tTest ergab eine Normalverteilung der dB-SPL aller neun Modi. Die Nullhypothese konnte hierfür bestätigt werden. Der signifikante Unterschied der Mittelwerte der drei Modi *flüsternd*, *normal* und *laut* bedeutet, dass der Einfluss des Geschlechtes und des Alters für diese Aufsprache geringer ist als der Einfluss der Prosodie.

## **4.2 Mögliche Kritikpunkte und Fehlerquellen**

Viele Parameter wirken auf ein Testergebnis ein. Der Versuch dieser Arbeit enthält viele menschliche und somit vielfach variable Komponenten, vorrangig sind die momentane Konzentration und die allgemeine Konzentrationsfähigkeit der Probanden, so auch die Vertrautheit im Umgang mit Sprache und die Geläufigkeit des Wortschatzes [Lehnhardt, E., 1987, Schultz-Coulon, H.-J. 1973]. Letzteres ist mit diesem Sprachtest bereits im Kindesalter oder auch bei Ausländern mit geringem Wortschatzumfang gegeben.

Im geschlossenen Raum entstehen trotz der schalldichten Auskleidung der Camera Silens Schallreflexionen [Hirsch, H.-G. 1986], sodass ein Hintergrundgeräusch mit teilweise ähnlichem Frequenzbereich, wie im Falle unserer Testbedingungen das PC-Rauschen, Frequenzen des Nutzsignals verdecken kann. Ergo kann besonders die Flüstersprache überdeckt werden, was dazu führen kann, dass falsche Phoneme wahrgenommen werden. Da der Test erfahrungsgemäß leicht verwechselbare Wortpaare wie „braun-blau“, „gelb-elf“ oder „weiß-eins-zwei-drei“ enthält, sind bereits geringe Konzentrationsstörungen für falsche Antwortergebnisse verantwortlich. Das PC-Rauschen wurde nach Rücksprache



mit den Probanden besonders während der Wiedergabe der Flüstersprache als Störgeräusch empfunden. Es beeinflusste wegen der relativ langen Testdauer und der kurzen Nutzsignaldauer die Konzentration der Versuchspersonen. Da diese Bedingungen jedoch für alle Probanden gleich waren und das homogene Rauschen auch bei der Erhebung des Tonaudiogramms vorlag, wurde dieser Störfaktor vernachlässigt.

Auch die untersuchende Person sollte normalhörend sein, denn es ist ein bekanntes Phänomen, dass man beim Antworten auf Flüstersprache selbst flüstert. So war es während des Versuchs teilweise anstrengend, die geprüfte Person beim Wiederholen des Gehörten im Flüstermodus zu verstehen.

Zu verbessern ist die Einstellung, dass ein richtig verstandenes Wort per Mausklick dokumentiert wird, ein falsch verstandenes Wort aber keine Reaktion nach sich zieht. Somit kann sich ein Lerneffekt einstellen, da der Proband den Mausklick hört und diesen nach einigen Durchläufen mit einer richtigen Antwort assoziiert. Das darauf folgende Wort kann bei phonemischer Ähnlichkeit bereits durch Ausschlussverfahren richtig erkannt werden, da jedes der 19 Worte je Durchlauf einmal aufgeführt wird.

Eine unnatürlich überdeutliche Aussprache während der Aufnahmen kann ebenfalls zu einer Verschlechterung der Verständlichkeit führen. Um dies zu vermeiden, soll die Indifferenzlage der Sprecherstimme nicht überschritten werden, was bedeutet, dass eine Stimmlage gefunden werden soll, die mit geringstem Aufwand an Muskelkraft der Stimmlippen, der Kehlkopfmuskulatur und der Sprechwerkzeuge aufrecht erhalten werden kann [Ackermann, R. 1969]. Auch die leicht bayerische Dialektfärbung der Sprecher könnte die Sprachverständlichkeitsschwelle anheben.

Ein Vorteil dieses Testmaterials ist, dass einsilbige Wörter den größten Anteil am Wortschatz der deutschen Sprache haben und zudem auf Grund ihrer geringen Redundanz eine hohe analytische Aussagekraft bei den auftretenden Phonemverwechslungen haben.

Die Testergebnisse könnten auch durch charakteristische Eigenschaften der Probandenpersönlichkeit beeinflusst werden. Entscheidungsfreudige Probanden antworten immer, auch wenn sie sich verhöhrt haben, sie raten. Schüchterne

Menschen vertrauen auf ihre Wahrnehmung und antworten nur, wenn sie sich des Gehörten sicher sind [Sotscheck, J. 1982]. Dadurch werden Ergebnisse ebenfalls modifiziert, weil extrovertierte Personen durch Raten mehr Treffer erzielen. Raten ist nur möglich, weil das Antwortmaterial des semi-offenen Tests bekannt ist.

Fehlerhaftes Raten kann dazu führen, dass die Diskriminationskurve von der Symmetrie abweicht [Hoth, S. 2009].

Die Testdurchführung durch eine andere Prüfperson mit anderen Sprechern und anderem Testmaterial oder differente Räumlichkeiten mit wechselndem Störpegel könnte zu variierenden Ergebnissen führen. Jedoch schreibt Hahlbrock, K. [1955], dass die durch wechselndes Testmaterial bedingten Fehler größer sind, als diejenigen, welche sich bei verschiedenen Sprechern oder unterschiedlichen Räumlichkeiten ergeben.

Von Wedel, H. [2001] stellte fest, dass in der Audiometrie ungeübte Personen Ergebnisse erstellen können, die zu nicht nachvollziehbaren Befundkonstellationen führen. Da die Doktorandin auf diesem Arbeitsgebiet unerfahren war, könnten die Ergebnisse von denen geübter Audiometristen abweichen.

Die semi-offene Testgestaltung, die keine schriftliche Vorlage der Antwortmöglichkeiten beinhaltet, erfordert eine hohe Konzentration und Mitarbeit des Probanden. Zu Beginn des Tests wurde der Wortschatz im Einführungsgespräch erläutert und bei 65dB vorgespielt, es wurde von den Probanden jedoch nicht erwartet, sich den Umfang des Wortmaterials zu merken. Die Zahlen eins bis zwölf stellten dabei auch sicherlich keine Herausforderung dar, jedoch die Farben wie „braun“ oder „rot“ riefen teilweise Phonemfehlerinterpretationen wie „grau“ oder „gold“ hervor.

Sollte das Antwortmaterial nicht sorgfältig ausgesucht sein, kann eine Fehlerquelle bei der Analyse von Phonemverwechslungen beim geschlossenen Test entstehen, da Nasallaute, Diphthonge und stimmhafte Plosive beim Vergleich von offenem und geschlossenem Antwortsystem signifikante Unterschiede in der Verständlichkeit aufweisen [Tschopp, K. 1992].

Auch alte wie neue Artikel fordern phonetisch balancierte Testlisten für neue Sprachverständnistests [Carhart, R., 1951, Sukowski, H. 2009].

Die Analyse der Phonemfehlinterpretationen hinsichtlich einer phonetischen Balance des Testmaterials wäre nach Kießling, J. angebracht gewesen [1994], allerdings ist die Erstellung eines wirklich phonetisch balancierten Testmaterials unmöglich [Lehiste und Peterson, 1959, Martin, F.N. 2000].

Eine Studie von Martin, F.N. [2000] zeigte zudem, dass sich die Phonetik selektierter PB-Wörter nicht von willkürlich herangezogenen Wörtern einer unbegrenzten Menge signifikant unterscheidet. Zudem scheint die phonetische Balance nicht zu den Faktoren zu gehören, die die Worterkennungsrate beeinflussen – im Gegensatz zu Schalldruckpegel, Bekanntheitsgrad, Häufigkeit im Gebrauch, Dialekt des Sprechers oder semantische Verwandtheit.

James, C.J. [1991] stellte in seiner Studie außerdem fest, dass zwischen phonetisch ausbalancierten Listen Unterschiede im Schwierigkeitsgrad bestehen.

Es stellt sich die Frage, ob die stark streuenden Ergebnisse dieses engen Probandenkreises auf die mittlere Hörfähigkeit der Bevölkerung dieser Altersklasse übertragbar sind.

Die einmalige audiometrische Untersuchung ist sowieso unvermeidlich fehlerhaft [Moser, L. 1999], weshalb zur Kontrolle der Messqualität ein zweiter Testdurchlauf nötig gewesen wäre. Dies war jedoch aus zeitlichen Gründen nicht realisierbar.

### ***4.3 Einfluss der Ergebnisse auf die Hörgeräteversorgung***

Die Sprachaudiometrie dient der Diagnostik von pathologisch verändertem Gehör.

Bei Hörprüfungen an Patienten ohne Hörgerät besteht die Gefahr, dass ein bestehendes Handicap durch die Prüfung mit elektronisch verstärkten und somit spektral verschiedenen Sprachsignalen nicht erkannt wird. Die Frequenzpegellautstärke von angehobener oder lauterer Sprache verschiebt sich nämlich verglichen mit Sprache bei normaler Lautstärke zu höheren Frequenzen hin [Tschopp, K. und Kaser, H. 1992].

Je besser die Sprachverständlichkeit ist, umso höher liegt der Frequenzbereich, in dem die wichtigste Frequenz auftritt. Ein Beschneiden des Frequenzbereichs

der Sprache begrenzt auch gleichzeitig die maximale Verständlichkeit [Lazarus, H. 2007].

Misst man die Verständlichkeit von Sprache, die mit Hoch- und Tiefpassfiltern begrenzt ist, so ergibt sich die für die Verständlichkeit wichtigste Frequenz aus dem Schnittpunkt der beiden Verständlichkeitskurven. Sie liegt bei ungestörter Sprache (sinnlose Silben) bei 1,9-2kHz [Hirsh et Al. 1954].

Auf diesen Sprachtest bezogen könnte geflüsterte Sprache ein „Beschneiden des Frequenzbereichs“ bedeuten, was die höheren Sprachverständlichkeitsschwellen erklärt.

Somit könnte der dynamische Einsilbertest mit Flüstersprache und sehr lauter Sprache ein ergänzendes Mittel zum einen in der Hörgeräteanpassung, zum anderen bereits in der Erkennung von beginnenden Hörverlusten und dem annähernd richtigen Einschätzen bestehender Handicaps während alltäglicher Konversationen darstellen. Da die 1986 verfügbaren Audiometriemethoden für Gutachten, Hörgeräteindikationsstellungen und Hörgeräteanpassung noch verbesserungsbedürftig waren und damalige audiometrische Tests eine Kommunikationsstörung nur unbefriedigend beurteilen konnten [von Wedel 1986], könnte dieser Test ein weiterer Fortschritt sein. Weil die Messungen in dieser Arbeit aber an Normalhörenden vorgenommen wurden, ist eine Aussage über den Nutzen des Tests in den oben genannten Bereichen der Audiometrie allein anhand der vorliegenden Ergebnisse nicht möglich. Dies bleibt späteren Untersuchungen vorbehalten, für die diese Arbeit die Grundlage bilden sollte.

#### ***4.4 Mögliche Weiterentwicklung dieses Sprachtests***

Die Umwandlung des semi-offenen in einen geschlossenen Test impliziert Vorteile wie die Möglichkeit zur Analyse phonetischer Verwechslungen. Ein weiterer Vorteil des Verfahrens ist die Automatisierbarkeit, denn wenn der Patient selbständig mit einem PC-Programm arbeiten könnte, hätte er die Kontrolle über die Untersuchungsgeschwindigkeit. Ein Nachteil wäre dann, dass der Patient eine Antwort geben muss, die seinem Höreindruck eventuell nicht gerecht wird. Aber der semi-offene Test setzt kein sicheres Beherrschen der

Schrift oder gar ein gutes Sehvermögen voraus, denn diese Ansprüche können ältere Patienten oftmals nicht mehr erfüllen.

Vor allem im Wortgewirr als Störschall wird die dreimalige Wiedergabe der Wörter empfohlen, da sonst das Testergebnis mehr von der Konzentrationsfähigkeit als vom Sprachverständnis bestimmt wird (Empfehlung der Kommission „Audiometrie und Hörprothetik“ der [ADANO]).

Die hiermit erhaltenen Grundlagen des dynamischen Einsilbertests sollen im Rahmen weiterer Untersuchungen mit Störlärm überprüft werden, da die tägliche Umgebung, in der ein Mensch Hörschwierigkeiten aufweist beziehungsweise ein Hörgerät trägt, niemals still ist. Die Diskrepanz zwischen Umwelt und Anpassbedingungen wurde in der Vergangenheit bereits mehrmals bemängelt [Moser, L. 1987, 1991]. Auch heute noch scheint keine zufriedenstellende Methode bezüglich der Hörgeräteanpassung standardisiert worden zu sein, wie der [Tagungsbericht] zum DGA-Konsensusworkshop „Hörgeräteanpassung und Hörgeräteüberprüfung“ mitteilt.

Aufgrund des wissenschaftlichen Fortschrittes werden sprachaudiometrische Testverfahren hauptsächlich mit Störlärm verwendet. Deswegen sollte ein in Ruhe angewandter Test auch mit Störschall kompatibel sein [Sukowski, H. 2009].

Die Sprachaudiometrie im Störlärm ist somit eine *conditio sine qua non*, um die Patienten mit alltäglichen Bedingungen testen zu können. Die angewandten Hintergrundstörgeräusche werden nicht nur durch Schallpegel, sondern auch durch das Frequenzspektrum und den Zeitcharakter bestimmt. Dadurch werden Konsonanten und Vokale je nach Position im Wort unterschiedlich verdeckt [Schorn, K. 1999].

Selbst wenn das Sprachverstehen ohne Störgeräusch mit Hörgerät bei alten Menschen 90-100% beträgt, kann das Sprachverstehen im Störlärm manchmal 50% und weniger betragen, wenn die zentrale Verarbeitung schlecht ist [Schorn, K. 2004].

Ein Hörgerät soll nur dann verordnet werden, wenn der Patient es haben will und wenn die Hörminderung für Einsilber von  $\leq$  80% bei 65dB festgestellt

wurde [Schorn, K. 2006]. Ergebnisse, erhoben mit dem dynamischen Einsilbertest, könnten sich nach diesem Wert richten.

Dass mit Störlärm aufgenommene Sprache verständlicher ist, als in ruhiger Umgebung aufgenommene Sprache und anschließender Hinterlegung mit äquivalentem Störlärm [Nabelek, A. 1992], muss bei der Untersuchung dieses Tests im Störlärm berücksichtigt werden.

Da sprachsimulierendes Rauschen, verdeckendes Rauschen oder weißes Rauschen die tatsächlichen Störgeräuschqualitäten des Alltags nicht ausreichend simulieren [von Wedel, H. 1985, Sotscheck, J. 1985], wäre es denkbar diesen Sprachtest mit neuartigen Geräuschen wie Vogelgezwitscher, Gaststättenlärm oder gar Musik zu hinterlegen.

Jedoch wird weder ein universell verwendbares Störgeräusch, noch ein alle Kommunikationssituationen abdeckender Sprachtest verfügbar sein, um ein pathologisches Gehör ausreichend zu beschreiben [von Wedel, H. 1985].

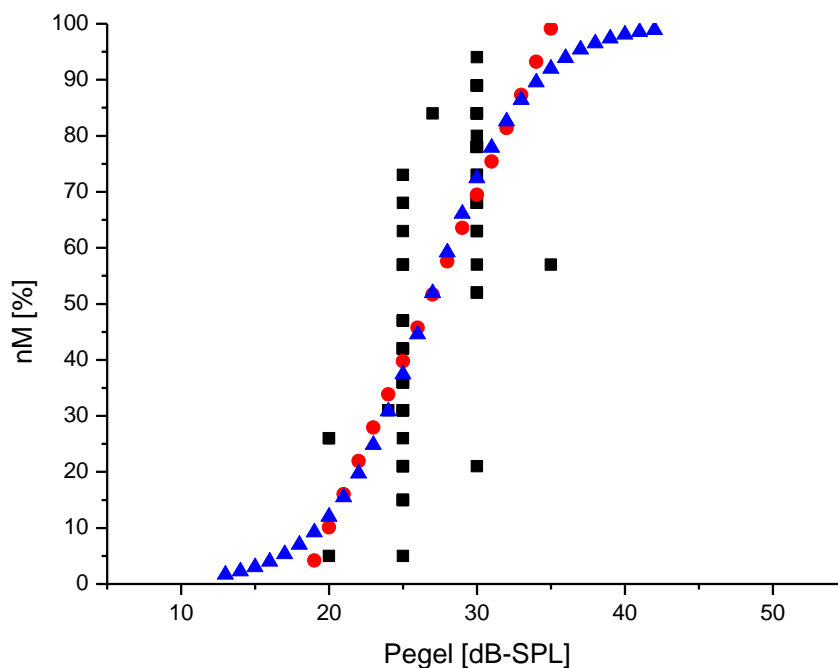
#### ***4.5 Vergleich mit Ergebnissen aus der Literatur***

Da bisher keine einheitliche Standardisierung, sondern nur Empfehlungen in Bezug auf Sprachtestaufnahmen beziehungsweise sprachaudiometrische Testung veröffentlicht wurden [Feldmann, H. 1988], sind diese Ergebnisse mit anderen Messungen nur bedingt vergleichbar.

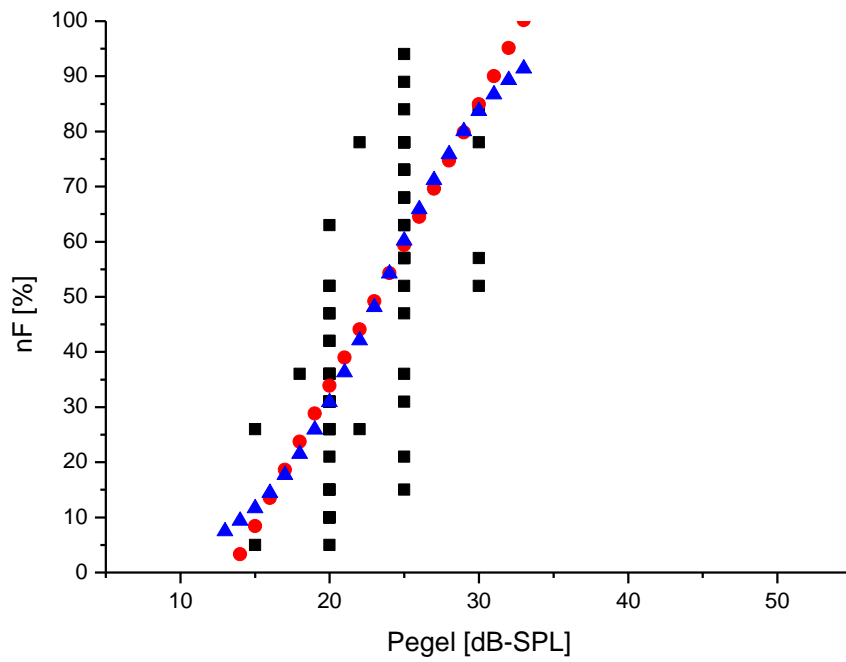
Hoth, S. [2009] postuliert, dass die an der Tonwahrnehmung oder der Sprachdiskrimination beteiligten physiologischen Vorgänge zu komplex sind, um durch eine analytische Funktion erfasst und beschrieben zu werden. Die Boltzmann-Gleichung dient nur der Beschreibung dieser Vorgänge, wenn möglichst wenige relevante Parameter – nämlich Schwelle und Trennschärfe – betrachtet werden. Jedoch insbesondere in der Sprachaudiometrie gibt diese logistische Modellfunktion die Beobachtungen mit großer Präzision wieder. Eine lineare Extrapolation aus den Messdaten mit dem Ziel der Schwellenbestimmung kann nur in dem Fall sinnvoll sein, wenn sich die Diskriminationsfunktion bis zu ihrer Nullstelle linear fortsetzt. Die Schwellenbestimmung durch Extrapolation kann nicht ohne Berücksichtigung der Eigenwilligkeit der Reiz/Antwort-Funktion zum Erfolg führen.

Anhand der folgenden Diagramme (**Abb. 18-Abb. 26**) soll aber gezeigt werden, dass die Ermittlung der Schalldruckpegel in Korrelation zur Sprachverständlichkeit von 50% mittels Interpolation gerechtfertigt ist. Die mit der Formel für Geraden und der Boltzmann-Formel für sigmoidale Kurven berechneten Werte sind im Bereich von 30-70% Sprachverständlichkeit fast deckungsgleich, was bestätigt, dass in diesem Bereich eine Linearität vorausgesetzt werden kann [Döring, W. 1986].

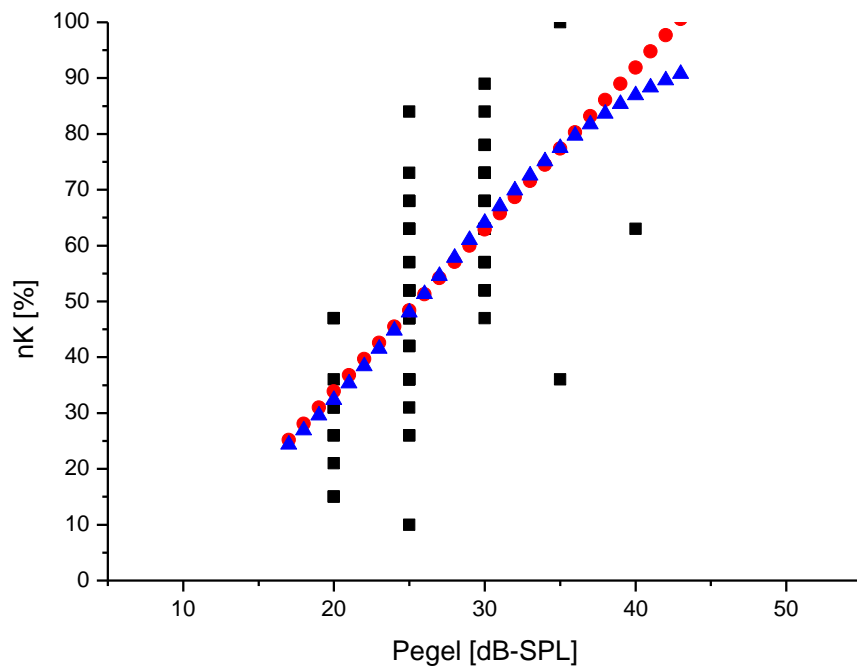
Legende:     rote Punkte – lineare Anpassung  
                   blaue Punkte – sigmoidale Anpassung nach Boltzmann



**Abb. 18** Modus „normal Mann“

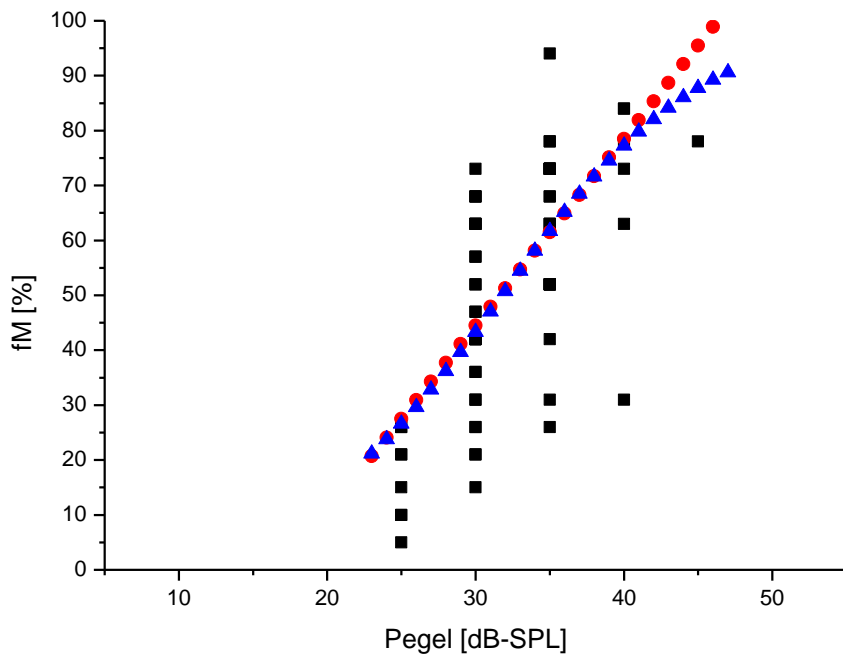


**Abb. 19** Modus „normal Frau“

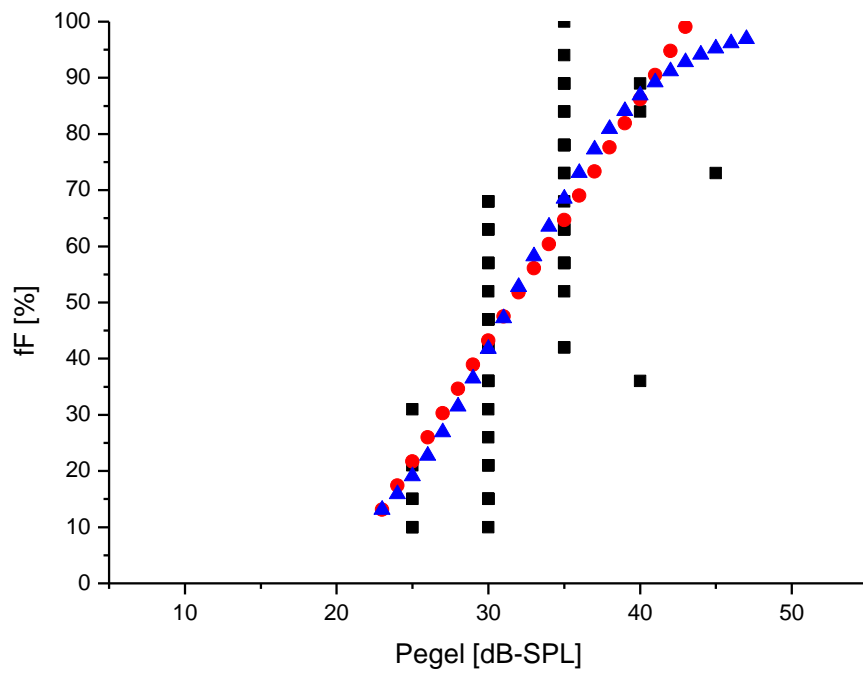


**Abb. 20** Modus „normal Kind“

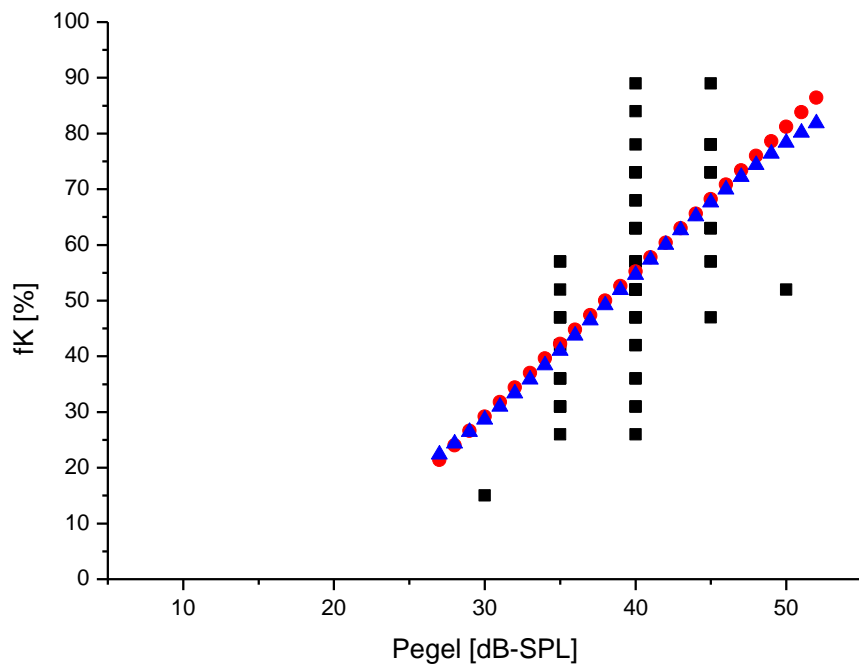




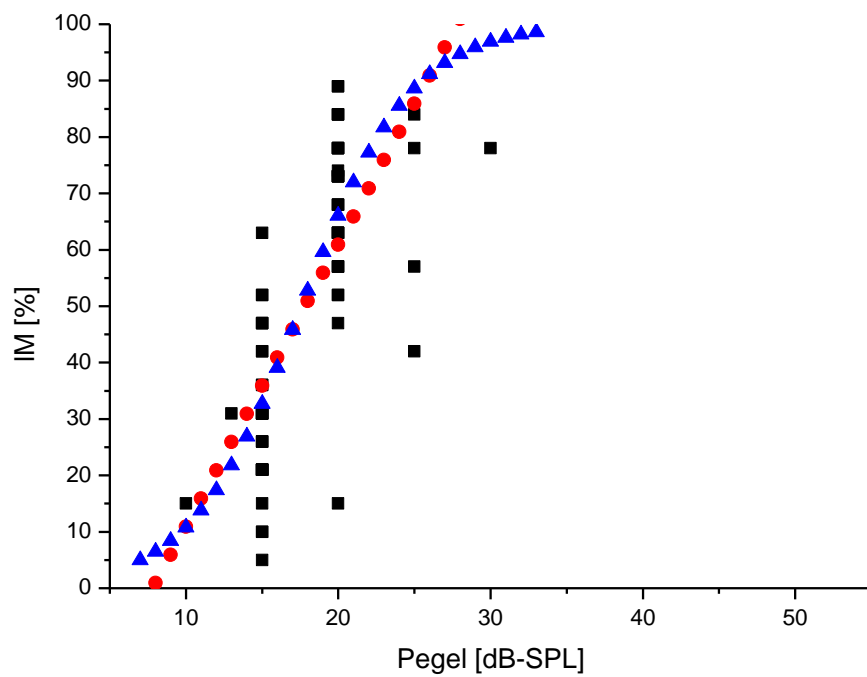
**Abb. 21** Modus „flüsternd Mann“



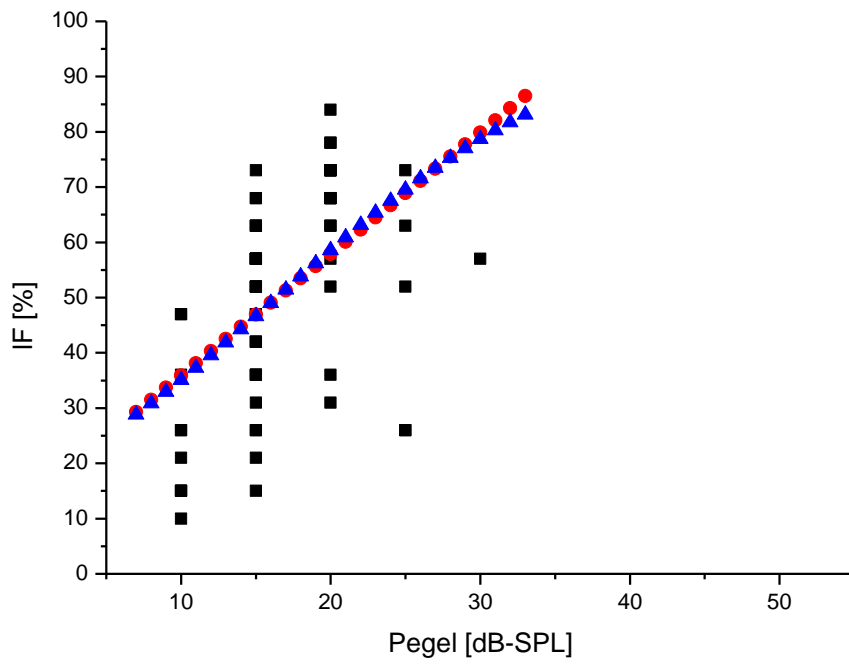
**Abb. 22** Modus „flüsternd Frau“



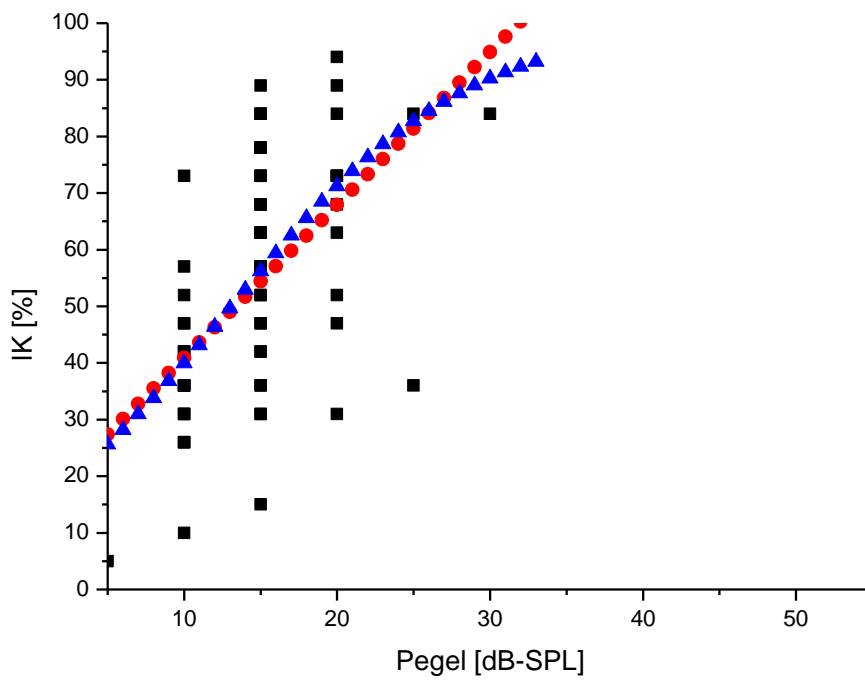
**Abb. 23** Modus „flüsternd Kind“



**Abb. 24** Modus „laut Mann“



**Abb. 25** Modus „laut Frau“



**Abb. 26** Modus „laut Kind“

Im Vergleich zu den Ergebnissen aus der Literatur sind keine erheblichen Unterschiede bezüglich der Sprachverständlichkeitsschwellen für Einsilber zu erkennen. Brinkmann, K. [1974] ermittelte als arithmetische Mittelwerte der Schallpegel für Einsilber 29,3 dB mit einer Standardabweichung von 3,6 dB. Unsere Ergebnisse, bezogen auf den Sprachmodus „Normal“ mit einer Schwelle von 25,3 dB beziehungsweise bezogen auf die Sprecher „Mann normal“, „Frau normal“ und „Kind normal“ mit 26,7 dB, 23,4 dB und 25,7 dB, liegen bis auf den Modus „Frau normal“ im Rahmen dieser Standardabweichung.

Beattie, R.C. [1985] berechnete eine Steigung von ca. 4,6% pro dB bei Durchschnittskurven und ca. 5% pro dB bei individuellen Kurven. Letztere sind in ihrem Verlauf immer steiler als Mittelungen.

Die intraindividuellen Abweichungen der Messungen der Sprachverständlichkeitsschwelle, erhoben von Wagener, K. [2005], waren auch immer kleiner, als die interindividuellen Standardabweichungen.

Ein durchschnittlicher Kurvenverlauf erstreckt sich zwischen 0 und 100% Sprachverständlichkeit mit einer Schalldruckzunahme innerhalb 20dB, im linearen Bereich zwischen 20 und 80% dagegen innerhalb 8 dB Schalldruckzunahme bei einer Steigung von 8%. Oberhalb der 80% verläuft das Kurvenende flacher und erreicht die 100%-Grenze nicht vor Schalldrücken der Verständlichkeitsschwelle + 14dB. Die flachere Steigung ist auf die „Unprofessionalität“ der Hörer zurückzuführen, welche im Verlauf des Versuchs durch Momente der Unachtsamkeit trotz höherer Lautstärke das eine oder andere Wort überhören. Im Kurvenbereich gegen 0% verläuft der Graph steiler, da hier der Faktor Konzentration ausgeklammert bleibt [Hirsh, I. J. 1952].

Auch in diesem Versuch waren die Hörer wegen fehlender Übung unprofessionell, was unweigerlich im Vergleich zu anderen Literaturangaben zu flacheren Steigungen führen kann.

Die Steigungen für die Modi „Normal“, „Flüsternd“ und „Laut“ mit durchschnittlich 3,6% pro dB, 2,1% pro dB und 2,6% pro dB weichen von Beatties, R. C. oben aufgeführten Berechnungen ab. Die für jeden Modus sprecherbezogenen Kurven zeigen eine stärkere Streuung von diesen

Mittelwerten (**Tab. 3**). Folglich wird bei „Mann normal“ schneller eine 100%ige Sprachverständlichkeit erzielt, als bei allen anderen Modi und hat somit einen steileren Schwellenübergang und eine höhere Trennschärfe. Die Sensitivität bezüglich Änderungen im Sprachpegel ist höher. Bei „Frau laut“ ist die Diskriminationsfunktion flacher, die Trennschärfe dieses Modus ist somit niedriger.

Bei Normalhörenden hängt die Steigung der Diskriminationsfunktion vom verwendeten Sprachmaterial ab: Die Diskriminationsfunktion ist relativ flach bei Einsilbern mit offenem Antwortformat, etwas steiler beim Reimtestverfahren und extrem steil (ca. 20 % Verständlichkeit pro dB) bei Sätzen wie zum Beispiel beim Göttinger Satztest [Kollmeier, B., Universität Oldenburg].

Ein Grund für Abweichungen dieser Ergebnisse von denen aus der Literatur könnte sein, dass einige Werte auch außerhalb des linearen Bereichs von 30-70% Sprachverständlichkeit lagen und Ausreißer in die Berechnungen mit einbezogen wurden. Andere Literaturquellen geben aber auch einen größeren Bereich der Linearität in der sigmoidalen Sprachverständlichkeitskurve an, nämlich 20-80% [Hirsh, I.J. 1952].

In der Literatur sind unterschiedliche Meinungen bezüglich des Grades der Beeinflussung der Sprachverständlichkeit durch verschiedene Sprecherstimmen zu finden (siehe 4.1).

Eine ANOVA-Analyse belegt, dass Geschlecht, Alter und Bildungsstand generell die Sprachverständlichkeit beeinflussen [Martini, A. 2001].

Nach Zwicker, E. [1986] ist die Sprache zur Testung des Hörvermögens gar nicht geeignet, da Wörter zu verschiedenen Zeiten oder von verschiedenen Sprechern sehr unterschiedlich ausgesprochen werden. Deswegen ist die Sprache selbst ein ungeeignetes Mittel. Er selbst schlägt definierte, aus speziellen Geräten gewonnene Schalle vor.

Da die Aussprache eines Wortes niemals gleich ist, sind abweichende Verständlichkeiten zwischen verschiedenen Sprechern natürlich.

Carhart, R. und Jerger, J. erkannten schon in den 60ern, dass gerade wegen des fulminanten Unterschiedes zwischen den einzelnen Sprechern geschlechtlich verschiedene Stimmen sinnvoll zur alltagstauglichen Hörgeräte-

anpassung einzusetzen sind und wandten in ihren Versuchsreihen männliche und weibliche Sprecher an [Jerger, J. 1961].

Ein Vorteil des WaKo (Wallenberg u Kollmeier)-Einsilber-Reimtests ist, dass wesentlich weniger Deutsch als Muttersprache vorausgesetzt wird als beim FBE [Sukowski, H. 2009].

So dürfte auch der dynamische Zahlentest mit seinem für Deutschlernende schnell begreiflichen Wortschatz für die Messungen mit Nicht-Muttersprachlern geeignet sein.

Arbeiten zur Sprachverständlichkeit von Flüstersprache oder gerufener Sprache sind derzeit in der einschlägigen Literatur nicht zu finden.

#### ***4.6 Bedeutung der Audiometrie in der Industrie***

Für die Quantifizierung von Lärmschwerhörigkeit ist die Sprachaudiometrie die wichtigste Untersuchungsmethode [Pazdzierniak, B. 1988].

Sie bildet die Grundlage zur Bewertung der MdE (Minderung der Erwerbsfähigkeit) und für die Beurteilung des sozialen Gehörs [Dieroff, H. 1979]. Binaurales Hören ist ein ausschlaggebender Faktor im Rahmen einer Begutachtung [Kießling, J. 1994] und kann mit dem dynamischen Einsilbertest überprüft werden.

Der prozentuale Diskriminationsverlust, ermittelt aus dem Sprachaudiogramm, ist die entscheidende Größe zur Begutachtung von Schwerhörigkeiten oder der MdE [Sukowski, H. 2009].

Zur Vermeidung von Hörschäden am Arbeitsplatz sind ein verstärkter Schutz der Arbeiter vor Lärmschäden mit modernen Methoden und das Nutzen der Computertechnologie erforderlich [Moser, L. 1991].

Ziel zusätzlicher Arbeiten könnten Untersuchungen über die Sensitivität des Tests hinsichtlich der Diagnose „beginnender Diskriminationsverlust“ sein. Mit dem weiterentwickelten dynamischen Einsilbertest könnten eventuell gering ausgeprägte Hörstörungen erkannt werden, was zur Folge hätte, dass man bei Risikopatienten eine Zunahme des Hörverlustes mit adäquatem Hörschutz vermeiden könnte.

## 5 Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, mit Hilfe 35 normalhörender Probanden im Alter von 19-27 Jahren Schwellenkurven (Speech reception threshold) zu einem neu aufgenommenen dynamischen Einsilbertest mit den Zahlen eins bis zwölf (enthält den Zweisilber sieben) und den Farben braun, blau, gelb, grün, rot, schwarz und weiß zu erstellen. Die Versuche sollten zunächst orientierende Ergebnisse der Sprachverständlichkeiten zu den verschiedenen Sprachmodi ohne Störlärm liefern. Das Besondere an diesem sprachaudiometrischen Test waren neun verschiedene Sprachmodi, kombiniert aus den Stimmen drei verschiedener, unterschiedlich gut trainierter Sprecher – Mann, Frau und Kind – mit den oben genannten Wörtern in geflüsterter, normaler und gebrüllter Sprache. Die für jeden Modus charakteristischen Sprachverständlichkeitsschwellen sind eine 50%ige Sprachverständlichkeit in den Modi *Mann flüsternd* bei einem Schalldruckpegel von 32,0 dB, *Frau flüsternd* bei 31,7 dB, *Kind flüsternd* bei 38,3 dB; *Mann normal* bei 26,7 dB; *Frau normal* bei 23,4 dB, *Kind normal* bei 25,7 dB; *Mann laut* bei 17,9 dB, *Frau laut* bei 16,6 dB und *Kind laut* bei 13,2 dB. Hieran kann deutlich gezeigt werden, dass stimmlose Flüstersprache schwieriger verstanden wird und höhere Schalldruckpegel zum Erreichen der Schwelle bzw. der vollständigen Sprachverständlichkeit benötigt, als leiser gedrehte normal betonte Sprache, wie es bei üblichen Sprachtests der Fall ist. Die verschiedenen Steigungen der sigmoidalen Sprachverständlichkeitskurven von *Mann flüsternd* 3,4%/dB, *Frau flüsternd* 4,3%/dB, *Kind flüsternd* 2,6%/dB; *Mann normal* 5,9%/dB; *Frau normal* 5,1%/dB, *Kind normal* 2,9%/dB; *Mann laut* 5,0%/dB, *Frau laut* 2,2%/dB und *Kind laut* 2,7%/dB, zusammen mit weiteren graphischen Analysen der Verständlichkeits-Pegel-Diagramme, lassen die Sprecherqualitäten der jeweiligen Sprachmodi beurteilen.

Die Variabilitäten sowohl interindividuell als auch sprachmodusbezogen zeigen, dass erst verschiedene Sprecher sowie unterschiedliche Betonung der Testsprache geeignet sein könnten, um dem gesamten Sprachspektrum, dem ein Mensch in seinem sozialen Umfeld ausgesetzt ist, bei der Hörgeräteanpassung näher zu kommen. Dieser neue Sprachtest vereint in Geschlecht und Alter verschiedene Sprecher mit geflüsterter, normaler und gerufener

Sprache und wird durch sein knappes Testwörtervolumen klinisch anwendbar. Durch das größere getestete Sprachspektrum könnte bereits eine beginnende, subjektiv noch nicht wahrgenommene Schwerhörigkeit aufgedeckt werden.

Die Untersuchungen des Sprachmaterials zeigen, dass ein Proband je nach Trainingslevel des Sprechers unterschiedlich gute Sprachverständlichkeiten erreicht. Ein Testergebnis ist somit nicht unerheblich von der Qualität des Sprechers abhängig. Weiterhin werden auch die Sprachverständlichkeiten auf jedes einzelne Wort hin betrachtet. Das Testmaterial erscheint außer den Wörtern „acht“ und „braun“ in seiner Verständlichkeit homogen.

So ist es nicht verwunderlich, dass sich Hörgeräteträger in besonderen Alltagssituationen, zum Beispiel während eines Gesprächs mit dem Enkel, von ihrer Hörhilfe im Stich gelassen fühlen. Dies bestätigen Zahlen aus Studien über die allgemein niedrige Hörgeräteakzeptanz. Die für einen Hörverlust typischen Handicaps und die damit verbundenen Anforderungen an ein Hörgerät verlangen sensiblere Methoden zur Hörgeräteanpassung mit dem Ziel, die Hörgeräteakzeptanz zu verbessern.

Die Untersuchung des Testmaterials an Menschen mit Hörverlust sowie in einer alltagsnahen Testsituation mit Störlärm soll in weiteren Studien abgeklärt werden.



## 6 Anhang

### 6.1 Tonaudiometrische Daten

**Anhang 1** Ergebnisse der tonaudiometrischen Voruntersuchungen aller 35 Probanden. Dargestellt sind die Mittelwerte zwischen rechtem und linkem Ohr. Die Werte liegen zwischen -10 und 27,5 dB Hörverlust.

Proband	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
1	5	2,5	2,5	2,5	0
2	2,5	7,5	5	10	12,5
3	-5	0	7,5	5	0
4	7,5	0	7,5	0	7,5
5	5	5	7,5	2,5	5
6	5	0	5	7,5	2,5
7	12,5	7,5	10	7,5	2,5
8	5	2,5	7,5	5	10
9	7,5	0	2,5	2,5	12,5
10	0	0	5	-2,5	0
11	-5	0	5	-5	10
12	10	15	7,5	-2,5	5
13	2,5	5	10	2,5	-10
14	15	2,5	2,5	-2,5	5
15	5	0	2,5	7,5	7,5
16	7,5	0	2,5	2,5	5
17	5	0	-2,5	-2,5	0
18	7,5	22,5	27,5	2,5	5
19	2,5	2,5	0	0	0
20	7,5	0	2,5	2,5	5
21	2,5	5	5	12,5	0
22	5	2,5	2,5	10	0
23	2,5	7,5	7,5	0	2,5
24	7,5	0	20	17,5	5
25	7,5	2,5	0	2,5	12,5
26	2,5	0	0	-2,5	10
27	2,5	0	5	2,5	2,5
28	2,5	2,5	17,5	20	12,5
29	2,5	0	0	2,5	10
30	2,5	2,5	5	0	2,5
31	0	0	2,5	-2,5	5
32	0	2,5	2,5	2,5	7,5
33	-2,5	-2,5	0	-5	-2,5
34	5	2,5	2,5	10	0
35	2,5	0	5	2,5	2,5

## 6.2 Sprachaudiometrische Daten

Legende: 1= richtig verstanden, 2= falsch verstanden, 0= nicht gemessen

### Anhang 2 1. Proband (E. S.)

<b>dB SPL</b>	35	25	15	30	20	15	40	30	15
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	2	2	2	2	2	2	1	2
zwei	2	2	2	2	2	2	1	2	2
drei	1	2	2	2	2	1	1	2	2
vier	1	2	2	2	2	1	1	2	2
fünf	2	1	2	2	1	2	1	2	2
sechs	1	2	2	2	1	1	1	1	2
sieben	2	2	1	2	2	1	2	2	1
acht	2	1	2	2	2	1	1	1	2
neun	1	1	2	2	1	1	2	1	1
zehn	1	2	1	1	2	1	1	2	2
elf	1	2	2	2	2	2	1	1	2
zwölf	2	2	2	2	2	2	2	1	2
blau	1	1	2	1	2	2	2	1	1
braun	1	1	1	2	2	2	2	2	2
gelb	1	2	1	1	2	2	2	1	2
grün	2	2	2	2	2	1	2	2	2
rot	2	1	2	2	2	2	2	2	2
schwarz	2	2	2	1	2	2	2	1	2
weiss	2	1	2	1	2	2	1	2	2
<b>Prozent</b>	52	36	21	26	15	42	47	47	15

<b>dB SPL</b>	40	30	20	35	25	20	45	35	20
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	2	1	2	1	2	1	1
zwei	1	2	1	1	1	1	1	1	2
drei	1	2	1	1	2	2	1	1	1
vier	1	1	1	1	2	2	1	1	1
fünf	2	1	1	1	1	1	2	1	1
sechs	1	1	1	2	1	1	1	1	1
sieben	1	1	1	2	2	1	1	1	2
acht	2	1	1	2	1	1	1	1	1
neun	1	1	1	1	1	1	1	1	1
zehn	1	1	1	1	1	1	2	1	2
elf	2	1	1	1	2	1	1	1	1
zwölf	1	1	2	2	2	1	2	1	1
blau	1	1	2	1	1	1	1	1	1
braun	1	2	2	1	1	2	2	1	2
gelb	2	1	1	2	1	1	2	1	1
grün	1	1	1	2	1	1	2	1	1
rot	1	1	2	1	1	1	2	1	1
schwarz	1	2	2	1	2	2	1	1	2
weiss	1	1	2	2	1	2	1	1	1
<b>Prozent</b>	78	78	68	63	63	73	57	100	73

### Anhang 3 2. Proband (F. Z.)

<b>dB SPL</b>	35	25	15	30	20	15	40	25	15
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	1	1	2	2	2	1	1
zwei	2	1	2	2	2	2	2	1	2
drei	1	2	2	2	2	2	1	2	1
vier	1	1	2	1	2	1	1	1	1
fünf	1	1	1	1	1	1	1	2	1
sechs	1	1	1	2	1	2	1	1	1
sieben	1	1	1	1	2	1	1	1	1
acht	1	1	1	2	2	1	1	1	1
neun	1	1	1	1	1	1	1	1	1
zehn	1	2	1	2	1	1	2	1	1
elf	2	2	2	1	2	2	1	2	1
zwölf	2	2	2	1	2	1	1	2	1
blau	1	1	1	1	2	1	1	1	1
braun	2	1	2	1	1	1	1	1	1
gelb	1	1	1	2	1	2	1	2	1
grün	1	1	2	2	1	1	1	1	2
rot	2	2	1	2	2	1	1	1	1
schwarz	1	1	2	1	2	2	1	1	1
weiss	1	2	2	1	2	2	1	2	1
<b>Prozent</b>	73	68	52	57	36	57	84	68	84

<b>dB SPL</b>	30	20	20	25	25	25	35	20	10
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	2	1	2	1	1	1	1	2
zwei	2	2	1	2	2	2	1	2	2
drei	1	2	1	2	1	2	2	2	1
vier	2	1	1	2	1	1	1	2	2
fünf	2	2	1	1	1	2	2	1	1
sechs	1	2	1	2	1	2	2	1	1
sieben	2	2	1	2	1	2	2	2	2
acht	2	1	1	2	1	2	1	1	1
neun	1	1	1	2	1	1	1	1	1
zehn	2	2	1	2	1	1	2	2	2
elf	2	2	2	2	1	2	2	2	1
zwölf	1	2	1	2	1	2	1	2	1
blau	1	1	1	2	1	2	1	1	2
braun	2	2	2	2	2	2	2	2	1
gelb	1	2	1	1	1	2	2	2	2
grün	2	1	2	2	2	2	2	2	2
rot	2	2	1	2	2	1	2	2	1
schwarz	1	2	1	1	1	2	1	1	1
weiss	2	2	2	2	2	2	2	2	1
<b>Prozent</b>	42	26	78	15	73	26	42	36	57

### Anhang 4 3. Proband (F. K.)

dB SPL	25	25	15	30	20	15	40	20	10
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	2	1	2	1	2	1	2	1	2
zwei	1	2	2	2	2	1	1	2	2
drei	2	2	2	2	2	2	2	2	1
vier	2	1	2	2	2	1	1	2	2
fünf	2	1	2	2	2	2	2	2	2
sechs	2	2	2	1	2	1	1	2	2
sieben	2	1	1	2	2	1	1	2	2
acht	2	1	2	1	2	1	2	1	1
neun	2	1	2	2	2	1	1	2	2
zehn	2	2	2	1	2	1	2	2	2
elf	2	1	2	2	2	2	1	2	1
zwölf	2	2	1	1	2	2	1	2	1
blau	2	2	2	1	2	1	1	1	1
braun	2	2	2	2	2	2	2	2	2
gelb	2	1	1	1	2	2	1	2	2
grün	2	1	2	2	1	2	2	1	2
rot	2	2	1	2	1	1	2	2	2
schwarz	1	2	2	1	2	2	2	2	2
weiss	2	2	2	1	2	2	1	2	2
<b>Prozent</b>	10	47	21	47	10	52	52	21	26

dB SPL	30	30	20	35	25	25	45	25	15
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	1	1	2	1	1	1	1
zwei	1	2	2	1	1	2	1	2	2
drei	1	1	1	1	1	2	1	2	1
vier	1	1	1	2	2	1	1	2	1
fünf	2	1	1	1	1	1	2	1	1
sechs	1	1	1	1	1	1	1	1	2
sieben	1	1	1	1	1	1	1	2	2
acht	1	1	1	1	1	1	1	1	1
neun	2	1	1	1	1	1	1	1	1
zehn	2	1	1	1	1	1	1	2	1
elf	1	1	1	2	1	1	1	1	1
zwölf	1	1	1	1	2	2	1	2	1
blau	2	1	1	1	1	1	1	1	1
braun	2	1	1	1	2	2	2	1	1
gelb	1	1	1	1	1	2	1	1	1
grün	2	1	1	2	1	1	1	1	1
rot	2	2	1	1	1	1	1	1	1
schwarz	1	1	2	1	1	1	1	1	1
weiss	1	1	2	1	1	1	1	2	2
<b>Prozent</b>	63	89	84	84	78	73	89	63	78

## Anhang 5 4. Proband (C. H.)

<b>dB SPL</b>	35	25	15	35	20	15	40	25	15
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	2	2	2	2	2	2	2	2
zwei	1	1	2	2	2	2	1	2	2
drei	1	2	1	2	2	1	2	2	2
vier	2	2	2	2	2	2	2	2	1
fünf	2	2	1	2	2	2	2	2	2
sechs	1	2	2	1	2	2	1	1	1
sieben	1	2	1	2	2	2	2	2	1
acht	2	2	2	1	2	2	1	2	1
neun	1	1	1	1	1	1	1	1	1
zehn	1	2	2	1	2	2	2	2	2
elf	2	2	2	1	2	1	1	2	1
zwölf	1	1	2	1	2	2	1	1	2
blau	2	2	2	1	2	2	1	1	1
braun	2	2	2	2	2	2	2	2	2
gelb	1	2	2	2	2	2	2	1	2
grün	2	2	2	2	2	2	1	1	2
rot	2	2	2	2	2	1	2	1	2
schwarz	1	2	2	1	2	2	2	2	2
weiss	2	2	2	2	2	1	2	2	2
<b>Prozent</b>	52	15	21	42	5	26	42	36	36

<b>dB SPL</b>	40	30	20	40	25	20	45	30	20
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	1	1	1	1	1	2	1
zwei	1	1	1	1	2	1	1	1	1
drei	1	2	2	1	1	1	2	1	2
vier	1	1	1	1	1	1	1	2	1
fünf	2	1	1	1	1	1	2	1	1
sechs	1	1	2	1	2	2	1	1	1
sieben	1	1	1	1	1	2	1	2	1
acht	1	1	2	1	1	1	1	1	1
neun	1	1	1	2	1	1	1	1	1
zehn	1	1	2	1	2	1	1	1	1
elf	1	1	1	1	2	1	1	2	1
zwölf	1	2	1	1	2	1	1	1	1
blau	1	1	2	1	1	1	1	2	1
braun	2	1	2	2	2	2	2	2	2
gelb	1	1	2	1	2	2	2	2	1
grün	1	1	1	1	1	1	2	1	1
rot	2	2	1	1	1	2	2	1	1
schwarz	1	1	2	1	1	2	1	2	2
weiss	1	2	2	1	2	1	2	2	1
<b>Prozent</b>	84	78	52	89	57	68	63	52	84

## Anhang 6 5. Proband (S. B.)

<b>dB SPL</b>	30	25	15	30	20	15	35	25	10
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	2	2	2	1	2	2	2	2
zwei	2	2	2	2	2	2	1	2	2
drei	2	2	2	2	2	2	2	1	2
vier	2	1	2	1	2	2	1	2	2
fünf	2	1	2	2	2	1	2	1	2
sechs	1	2	2	2	2	2	1	1	1
sieben	2	2	1	2	2	1	2	1	2
acht	1	2	2	1	1	1	1	1	1
neun	2	1	2	2	1	2	1	1	1
zehn	2	1	1	2	2	1	1	2	1
elf	2	2	1	2	2	2	1	2	2
zwölf	1	2	2	2	2	2	2	1	1
blau	1	2	2	2	2	2	2	1	2
braun	2	2	2	2	2	2	2	2	2
gelb	1	2	2	2	2	2	2	2	2
grün	2	2	2	2	2	2	2	2	2
rot	2	2	2	2	2	1	2	1	1
schwarz	1	2	2	1	2	2	2	1	2
weiss	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Prozent</b>	36	21	15	15	15	26	36	52	31

<b>dB SPL</b>	35	30	20	35	25	20	40	30	15
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	1	2	2	1	1	1	2
zwei	2	1	1	2	2	1	1	1	1
drei	2	1	2	1	1	1	2	1	1
vier	1	1	1	1	1	1	1	2	1
fünf	1	1	2	1	1	1	2	2	2
sechs	1	1	1	1	1	2	1	1	1
sieben	1	1	1	2	1	1	1	1	2
acht	1	1	1	1	1	1	1	1	1
neun	1	1	1	1	1	1	1	1	1
zehn	2	1	1	2	1	1	2	1	1
elf	2	1	1	2	2	2	1	1	1
zwölf	1	2	1	2	2	2	1	2	1
blau	2	1	1	2	1	1	2	1	1
braun	2	1	1	1	2	1	1	2	2
gelb	1	1	1	1	1	2	1	1	2
grün	2	2	1	1	1	1	2	1	2
rot	2	2	1	1	2	1	2	2	1
schwarz	1	2	1	1	1	2	2	1	1
weiss	2	1	2	1	1	2	2	2	2
<b>Prozent</b>	52	78	74	63	68	68	57	68	63

## Anhang 7 6. Proband (J. R.)

<b>dB SPL</b>	30	25	15	30	20	15	40	20	10
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	2	2	2	2	2	2	2	2	2
zwei	1	1	1	2	2	1	1	2	2
drei	2	2	2	2	2	2	2	2	2
vier	1	2	1	2	2	1	1	2	1
fünf	2	2	2	2	2	2	2	2	2
sechs	2	2	2	1	1	1	1	1	1
sieben	1	1	1	1	2	1	1	2	2
acht	1	2	2	1	2	1	2	1	2
neun	2	2	2	2	1	2	2	2	1
zehn	2	2	2	1	2	1	1	2	1
elf	2	2	2	1	2	2	1	2	1
zwölf	2	2	1	1	2	1	1	2	2
blau	1	2	1	1	1	1	1	2	1
braun	2	2	2	2	1	2	2	2	2
gelb	2	1	2	2	2	2	2	1	2
grün	2	1	2	2	1	1	2	2	2
rot	2	2	2	2	2	1	2	2	2
schwarz	1	2	2	1	1	2	2	2	2
weiss	1	2	2	2	2	2	1	2	2
<b>Prozent</b>	36	21	26	42	31	52	47	15	31

<b>dB SPL</b>	35	30	20	35	25	20	45	25	15
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	1	1	1	2	2	1	2
zwei	1	2	2	1	1	1	1	2	1
drei	1	2	2	1	1	1	1	2	1
vier	1	1	1	1	1	1	1	2	1
fünf	2	1	1	1	1	1	2	1	2
sechs	1	1	1	1	2	1	1	1	1
sieben	1	1	1	1	1	1	1	1	1
acht	2	1	1	1	1	2	1	1	1
neun	1	1	1	1	1	1	1	1	1
zehn	1	2	2	1	1	1	1	1	1
elf	1	1	1	2	1	2	1	1	1
zwölf	2	2	1	1	1	1	1	2	1
blau	1	1	1	1	1	1	1	1	1
braun	2	2	2	2	2	2	1	2	2
gelb	1	1	1	2	1	2	1	1	1
grün	1	1	1	1	1	1	1	1	1
rot	2	1	1	2	2	1	2	1	1
schwarz	1	1	1	1	1	2	2	2	2
weiss	1	2	2	1	2	2	1	2	1
<b>Prozent</b>	73	68	73	78	78	68	78	63	78

## Anhang 8 7. Proband (C. B.)

<b>dB SPL</b>	30	25	15	30	20	15	35	25	10
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	2	2	1	2	2	2	2	2
zwei	1	1	2	2	2	2	1	2	2
drei	2	2	2	2	2	2	1	2	1
vier	1	2	1	2	2	1	1	2	2
fünf	1	2	2	2	2	1	2	2	1
sechs	1	2	1	1	2	1	2	1	2
sieben	1	1	1	1	2	1	2	1	2
acht	2	2	2	2	1	2	1	1	2
neun	2	1	2	2	2	1	2	2	1
zehn	2	1	2	1	2	1	2	2	2
elf	2	2	1	2	2	1	1	2	2
zwölf	1	2	2	1	2	1	2	2	2
blau	2	2	2	1	2	2	2	1	1
braun	2	2	2	2	2	2	2	1	1
gelb	2	1	2	2	2	2	2	2	2
grün	2	1	2	2	2	1	2	1	2
rot	2	2	2	2	2	1	2	2	2
schwarz	1	2	2	1	1	2	1	1	2
weiss	1	2	2	2	2	2	1	2	2
<b>Prozent</b>	47	31	21	36	10	52	36	36	26

<b>dB SPL</b>	35	30	20	35	25	20	40	30	15
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	1	1	1	2	2	1	1
zwei	1	1	1	1	2	2	1	2	2
drei	1	1	2	1	2	2	2	1	2
vier	2	1	1	1	1	1	1	2	1
fünf	2	1	1	1	1	1	2	1	2
sechs	1	1	1	1	1	1	1	2	1
sieben	1	1	1	1	1	1	1	1	1
acht	1	1	2	1	1	1	1	1	1
neun	2	1	1	1	1	1	1	2	1
zehn	1	1	1	1	1	1	2	2	1
elf	1	1	1	1	1	1	1	1	1
zwölf	1	1	1	1	2	2	2	1	1
blau	2	2	1	1	1	1	1	1	1
braun	2	2	2	1	2	1	2	2	1
gelb	2	1	1	1	2	2	2	1	2
grün	2	1	1	1	1	1	1	1	1
rot	2	1	2	1	2	1	2	2	1
schwarz	1	1	1	1	1	2	1	1	2
weiss	2	1	2	1	2	2	1	2	1
<b>Prozent</b>	52	80	73	100	63	63	57	57	73



## Anhang 9 8. Proband (L. P.)

<b>dB SPL</b>	30	25	15	30	20	10	35	20	15
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	2	2	1	2	0	1	2	1
zwei	2	1	2	1	2	0	1	2	2
drei	1	2	2	2	1	0	2	2	2
vier	1	1	2	2	2	0	1	2	1
fünf	2	2	2	1	1	0	1	1	2
sechs	1	1	2	2	1	0	1	1	2
sieben	1	2	2	2	2	0	1	2	1
acht	2	1	2	2	2	0	1	1	2
neun	2	1	1	2	2	0	2	2	1
zehn	1	2	2	1	2	0	1	2	2
elf	2	2	2	2	2	0	1	2	1
zwölf	2	1	2	2	2	0	2	2	2
blau	2	1	2	1	2	0	2	1	1
braun	2	2	2	2	2	0	2	1	1
gelb	1	2	1	1	1	0	1	2	2
grün	2	1	2	1	1	0	2	2	2
rot	2	2	2	1	2	0	2	2	2
schwarz	1	2	2	1	2	0	2	2	2
weiss	2	2	2	1	2	0	2	2	2
<b>Prozent</b>	42	42	10	52	26	0	52	26	36

<b>dB SPL</b>	35	30	20	35	25	15	40	25	20
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	1	1	1	2	2	1	1
zwei	1	1	1	1	1	1	1	1	1
drei	1	2	2	1	1	1	1	1	1
vier	2	1	1	1	1	1	1	2	1
fünf	1	1	1	1	1	1	1	1	1
sechs	1	1	1	1	1	1	1	1	1
sieben	1	1	1	1	1	1	1	2	1
acht	1	1	2	1	1	1	1	1	1
neun	1	1	1	1	1	2	2	2	1
zehn	2	2	1	1	2	1	2	2	1
elf	1	1	2	1	1	2	1	1	1
zwölf	1	1	1	1	2	2	1	1	1
blau	1	1	1	1	2	1	2	1	1
braun	1	1	2	2	1	2	1	1	1
gelb	1	1	1	1	1	2	1	1	1
grün	2	1	2	2	1	2	2	1	2
rot	2	1	2	1	2	2	2	2	1
schwarz	1	1	1	1	1	1	2	1	1
weiss	2	2	1	1	1	1	1	2	1
<b>Prozent</b>	73	84	68	89	78	57	63	68	94

### Anhang 10 9. Proband (E. R.)

<b>dB SPL</b>	30	25	20	30	25	15	40	25	15
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	2	2	2	2	2	2	1
zwei	2	2	2	2	2	2	1	2	1
drei	2	2	2	2	2	2	1	2	1
vier	2	2	1	2	2	1	2	2	1
fünf	2	2	1	2	1	2	2	2	2
sechs	2	2	2	2	2	1	1	1	1
sieben	1	2	1	2	1	2	1	2	2
acht	1	2	1	1	1	1	1	1	2
neun	2	2	1	2	1	2	2	1	2
zehn	2	2	2	2	1	1	1	2	1
elf	2	2	1	2	2	2	1	1	2
zwölf	2	2	1	2	2	2	1	1	1
blau	2	2	2	1	1	2	2	2	2
braun	2	2	2	2	2	2	2	1	2
gelb	2	2	2	2	2	2	2	2	2
grün	2	1	1	2	1	2	2	1	2
rot	2	1	1	2	1	1	2	2	1
schwarz	1	2	1	1	1	2	1	2	2
weiss	2	2	2	2	2	1	1	2	2
<b>Prozent</b>	21	15	52	15	47	31	52	36	42

<b>dB SPL</b>	35	30	25	35	30	20	45	30	20
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	1	1	1	2	2	2	1
zwei	1	2	1	2	1	1	1	2	1
drei	2	2	2	2	1	2	1	2	1
vier	1	1	1	1	1	1	1	2	1
fünf	2	2	1	2	1	1	2	1	1
sechs	1	2	2	2	1	2	1	1	1
sieben	1	1	1	2	1	1	1	2	2
acht	1	1	1	1	1	1	1	1	1
neun	2	1	1	2	1	1	1	1	1
zehn	1	2	1	1	1	1	1	1	1
elf	1	2	1	1	1	1	1	2	1
zwölf	1	2	1	1	1	2	1	2	1
blau	1	1	1	1	1	1	2	1	1
braun	2	1	2	1	2	2	2	1	2
gelb	2	1	1	1	2	2	2	2	2
grün	2	1	1	2	1	1	1	1	2
rot	2	1	1	2	1	2	2	1	1
schwarz	1	1	1	1	1	2	2	1	1
weiss	1	1	2	1	2	2	1	2	2
<b>Prozent</b>	63	57	78	57	84	52	63	52	73

## Anhang 11 10. Proband (A. F.)

dB SPL	30	25	15	25	20	15	40	25	10
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	2	2	2	2	1	2	2	2
zwei	2	2	2	2	2	1	1	2	2
drei	2	2	2	2	2	2	1	2	1
vier	1	2	1	2	2	1	1	2	1
fünf	2	2	1	2	2	2	2	2	2
sechs	1	2	2	2	2	2	1	2	2
sieben	1	2	1	2	2	1	2	2	2
acht	1	1	1	1	2	1	1	1	2
neun	2	2	1	2	1	1	2	1	2
zehn	2	2	1	2	2	2	2	2	1
elf	1	1	1	1	2	1	1	2	2
zwölf	1	2	2	2	2	2	2	2	1
blau	1	1	1	2	1	1	2	2	1
braun	2	1	2	2	2	1	2	2	2
gelb	2	1	2	1	1	2	2	2	2
grün	2	1	2	2	2	1	2	1	2
rot	2	1	2	2	2	1	2	1	2
schwarz	1	1	1	1	2	2	1	1	2
weiss	1	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Prozent</b>	52	42	47	21	15	57	36	26	26

dB SPL	35	30	20	30	25	20	45	30	15
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	2	1	1	2	1	1	1
zwei	1	1	2	2	2	1	1	1	1
drei	1	2	2	1	1	1	1	1	1
vier	1	2	1	1	1	1	1	2	1
fünf	1	1	1	2	1	1	2	1	2
sechs	1	1	1	2	1	1	1	1	1
sieben	1	1	1	2	1	1	1	1	1
acht	1	1	1	1	1	1	1	1	2
neun	1	1	1	2	1	2	1	1	1
zehn	1	1	1	1	1	1	1	2	1
elf	1	1	1	1	2	1	1	1	1
zwölf	1	1	1	1	2	2	1	2	1
blau	1	1	1	1	1	1	1	1	1
braun	1	1	2	2	2	1	1	2	1
gelb	1	1	1	2	2	2	2	1	2
grün	2	1	1	2	2	1	2	1	2
rot	1	1	2	1	2	1	2	1	1
schwarz	1	1	2	1	1	1	1	1	1
weiss	1	1	2	1	2	2	2	2	2
<b>Prozent</b>	94	84	63	57	57	73	73	73	73

## Anhang 12 11. Proband (L. F.)

<b>dB SPL</b>	30	25	15	25	20	15	35	25	10
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	2	2	2	2	2	1	2	2
zwei	2	2	2	2	2	2	1	1	1
drei	2	2	2	2	2	2	2	2	2
vier	1	1	2	2	2	1	2	2	1
fünf	2	2	2	2	2	1	2	1	1
sechs	1	2	1	2	2	1	1	1	1
sieben	1	2	1	2	2	1	1	1	2
acht	2	1	2	2	2	1	1	1	2
neun	1	1	1	2	1	2	2	1	2
zehn	1	1	1	2	2	1	1	1	1
elf	2	1	2	2	2	1	1	2	1
zwölf	2	1	1	1	2	2	1	2	1
blau	2	2	2	2	2	1	1	2	2
braun	2	2	2	2	2	2	2	2	2
gelb	2	2	2	2	2	2	1	1	2
grün	2	2	2	2	1	1	2	1	2
rot	2	2	1	2	2	2	2	2	1
schwarz	1	2	2	1	2	2	1	2	2
weiss	1	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Prozent</b>	73	31	31	10	10	47	57	47	42

<b>dB SPL</b>	35	30	20	30	25	20	40	30	15
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	2	1	1	2	1	1	2
zwei	1	2	2	2	1	1	1	1	2
drei	1	2	1	2	2	2	1	1	1
vier	1	1	1	2	2	1	1	2	1
fünf	2	1	1	2	1	1	2	1	1
sechs	1	1	1	1	1	1	1	1	2
sieben	1	1	1	1	2	1	1	1	1
acht	1	1	1	1	1	1	1	1	1
neun	2	1	1	1	1	2	2	1	1
zehn	1	1	1	2	1	1	1	1	1
elf	2	1	2	1	1	1	1	1	1
zwölf	1	1	1	1	2	1	1	1	2
blau	1	1	1	1	1	1	2	1	1
braun	1	1	2	1	2	1	2	2	2
gelb	1	1	2	2	2	2	1	1	2
grün	1	1	1	1	2	1	2	1	1
rot	2	1	1	2	1	1	2	2	1
schwarz	1	1	2	1	1	1	1	1	2
weiss	1	1	2	1	2	1	2	2	2
<b>Prozent</b>	73	89	63	63	57	78	63	78	57

### Anhang 13 12. Proband (K. F.)

<b>dB SPL</b>	35	30	20	30	25	20	35	25	20
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	2	2	1	2	2	2	2	2
zwei	2	2	2	2	2	2	1	2	2
drei	2	2	2	2	2	2	2	2	1
vier	2	2	1	2	2	1	1	2	1
fünf	2	1	2	1	2	2	2	2	1
sechs	1	2	2	2	2	1	2	2	1
sieben	2	2	1	2	2	1	1	2	2
acht	2	1	2	2	2	1	1	2	1
neun	2	2	2	2	1	1	1	2	1
zehn	1	2	2	2	1	1	2	1	1
elf	2	2	2	2	2	2	1	2	1
zwölf	1	2	2	2	2	2	2	2	2
blau	2	2	2	2	2	2	2	2	2
braun	2	2	2	2	2	2	2	2	2
gelb	2	1	1	1	1	2	2	2	1
grün	2	1	2	2	2	1	2	2	2
rot	2	2	2	2	2	2	2	1	2
schwarz	1	2	2	1	2	2	2	2	2
weiss	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Prozent</b>	26	21	15	21	15	36	31	10	47

<b>dB SPL</b>	40	35	25	35	30	25	40	30	25
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	2	1	2	2	1	1	1
zwei	1	2	2	1	2	2	1	1	1
drei	1	2	1	2	1	2	1	2	1
vier	1	1	1	2	1	1	1	2	1
fünf	1	1	2	2	2	1	2	1	1
sechs	1	1	2	1	1	1	1	2	1
sieben	1	1	1	1	1	1	1	2	1
acht	1	1	1	1	2	1	1	1	1
neun	2	1	1	2	2	1	2	1	1
zehn	1	1	1	1	1	1	1	1	1
elf	1	1	1	1	1	1	2	1	1
zwölf	1	2	1	1	2	1	1	1	1
blau	2	2	1	2	1	2	2	2	1
braun	2	2	2	2	1	2	2	2	1
gelb	2	2	2	2	2	2	2	2	1
grün	2	1	1	2	2	1	2	1	1
rot	2	2	1	2	1	1	2	1	2
schwarz	1	1	2	1	1	2	1	2	2
weiss	2	2	2	1	1	1	2	2	2
<b>Prozent</b>	63	57	57	52	57	63	52	52	84

### Anhang 14 13. Proband (S. M.)

dB SPL	30	24	15	25	20	15	40	25	15
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	2	2	2	2	2	2	2
zwei	1	2	2	2	2	2	1	2	2
drei	2	2	2	2	2	1	1	2	2
vier	1	1	2	2	2	1	1	2	1
fünf	2	1	1	1	2	1	2	2	1
sechs	1	2	2	2	2	1	1	1	1
sieben	1	2	1	2	2	1	1	1	1
acht	1	1	1	1	2	1	1	1	1
neun	1	2	1	2	1	1	1	1	1
zehn	1	2	2	2	1	1	2	2	1
elf	2	1	1	2	1	2	1	1	2
zwölf	2	2	1	2	2	2	2	2	1
blau	1	2	1	2	2	2	2	1	1
braun	2	2	2	2	2	2	2	2	2
gelb	2	2	2	2	2	2	2	2	1
grün	2	1	2	2	2	1	2	1	1
rot	2	2	1	2	1	2	2	1	1
schwarz	2	2	2	2	1	1	2	1	2
weiss	2	2	2	2	2	2	1	2	2
<b>Prozent</b>	47	31	42	10	26	52	47	47	63

dB SPL	35	25	20	30	25	20	45	30	20
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	1	2	1	2	2	1	2
zwei	1	2	2	2	1	1	1	1	2
drei	1	2	2	2	1	1	1	1	2
vier	1	1	1	1	1	1	1	2	1
fünf	2	1	1	2	1	1	2	1	1
sechs	1	1	2	1	1	1	1	1	1
sieben	1	2	1	2	1	1	1	1	2
acht	1	1	1	1	1	1	1	1	2
neun	1	1	1	1	1	1	1	1	1
zehn	1	2	2	1	2	1	2	2	1
elf	2	1	1	1	1	2	1	1	2
zwölf	2	1	1	1	1	1	2	1	2
blau	2	1	1	1	1	1	1	1	1
braun	1	2	1	1	2	2	1	2	2
gelb	2	1	1	1	2	2	1	1	2
grün	2	1	1	2	1	1	1	1	2
rot	2	2	1	2	1	1	2	1	2
schwarz	2	1	1	1	1	2	1	1	2
weiss	2	2	1	1	1	1	1	2	2
<b>Prozent</b>	52	63	73	63	84	73	73	78	31

### Anhang 15 14. Proband (M. K.)

<b>dB SPL</b>	25	25	15	30	22	15	35	25	10
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	2	2	1	2	2	2	1	2
zwei	2	1	2	2	2	2	1	2	1
drei	2	2	2	2	2	2	1	2	2
vier	2	2	2	1	2	1	1	2	1
fünf	2	2	2	2	2	1	2	2	2
sechs	1	2	2	2	1	2	1	1	2
sieben	2	2	1	2	2	1	2	2	2
acht	2	2	2	2	1	1	1	1	2
neun	2	2	2	2	1	1	2	2	1
zehn	1	1	1	1	2	1	2	1	1
elf	1	2	1	1	1	2	1	1	1
zwölf	2	2	1	2	2	1	1	2	2
blau	2	2	2	1	2	2	2	2	1
braun	2	1	2	2	2	2	2	2	2
gelb	2	2	2	1	2	2	1	1	1
grün	2	2	2	2	2	1	2	2	2
rot	2	2	2	2	2	2	2	2	2
schwarz	1	2	2	1	1	2	2	1	2
weiss	2	2	2	1	2	2	1	2	2
<b>Prozent</b>	26	15	21	42	26	42	47	36	36

<b>dB SPL</b>	30	30	20	35	25	20	40	30	15
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	1	1	1	2	1	1	1
zwei	1	2	1	1	2	1	1	1	1
drei	1	2	1	1	1	2	1	1	1
vier	1	2	1	1	1	1	1	2	1
fünf	2	2	1	1	2	1	2	1	1
sechs	1	1	1	1	1	1	1	1	1
sieben	1	2	1	1	2	1	1	2	2
acht	2	1	1	2	2	1	1	1	1
neun	2	2	1	1	1	1	1	1	1
zehn	1	1	1	1	1	1	1	1	1
elf	1	1	1	1	2	1	1	1	1
zwölf	1	2	1	1	2	1	1	2	1
blau	2	1	1	1	1	1	1	1	1
braun	2	1	2	2	2	2	1	2	2
gelb	1	2	1	1	1	1	1	1	2
grün	2	1	1	1	1	1	1	2	2
rot	2	2	1	1	1	2	2	2	2
schwarz	1	1	2	1	1	1	1	1	2
weiss	1	1	2	1	1	1	1	2	1
<b>Prozent</b>	63	52	84	89	57	78	89	63	68

## Anhang 16 15. Proband (A. D.)

<b>dB SPL</b>	30	25	15	30	20	15	35	25	10
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	2	1	1	2	2	2	1	2
zwei	1	2	2	2	2	2	1	1	2
drei	1	2	2	2	2	2	2	1	2
vier	2	1	2	2	2	1	1	2	1
fünf	2	2	2	2	2	1	2	2	2
sechs	1	2	1	1	2	1	1	1	1
sieben	1	1	1	2	2	1	2	2	2
acht	2	1	2	1	2	2	1	1	1
neun	2	1	1	2	1	2	2	2	2
zehn	2	2	2	1	1	1	2	2	2
elf	1	2	1	1	2	2	1	1	1
zwölf	2	2	1	1	2	1	1	2	2
blau	1	2	2	2	2	2	2	1	1
braun	2	2	2	2	2	2	2	2	1
gelb	2	2	2	2	2	2	2	2	2
grün	2	2	2	2	2	1	2	1	2
rot	2	2	2	2	2	2	2	1	2
schwarz	1	2	2	1	2	2	2	1	2
weiss	2	2	2	2	2	1	2	2	2
<b>Prozent</b>	42	21	31	36	10	42	31	52	31

<b>dB SPL</b>	35	30	20	35	25	20	40	30	15
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	1	1	2	2	2	1	1
zwei	2	1	1	2	1	1	1	1	1
drei	1	2	1	1	2	1	1	1	1
vier	1	1	1	1	1	1	1	2	1
fünf	2	1	1	2	1	1	2	2	2
sechs	1	1	1	1	1	2	1	1	1
sieben	1	1	1	1	1	1	2	1	1
acht	1	1	1	2	2	1	1	1	1
neun	1	1	1	1	1	1	2	1	1
zehn	1	1	1	1	1	1	1	1	1
elf	2	1	1	1	2	1	1	1	1
zwölf	1	1	1	1	2	1	1	1	2
blau	1	1	1	1	1	1	1	1	1
braun	1	2	1	1	1	1	1	2	2
gelb	1	2	1	2	2	2	2	2	2
grün	2	1	2	1	2	1	1	1	2
rot	2	2	1	2	2	2	2	2	1
schwarz	1	2	2	1	1	2	1	1	2
weiss	1	2	2	1	2	1	1	1	2
<b>Prozent</b>	73	68	84	73	52	73	68	73	63



### Anhang 17 16. Proband (P. L.)

dB SPL	30	25	15	25	20	10	35	25	10
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	2	1	2	2	1	2	1	1
zwei	2	2	2	2	2	2	1	2	2
drei	1	2	2	2	2	2	1	1	1
vier	2	1	1	2	1	1	1	2	1
fünf	2	2	2	2	2	2	2	1	2
sechs	2	2	2	2	1	1	1	1	2
sieben	2	2	1	2	2	1	2	2	2
acht	1	2	2	1	1	2	1	1	1
neun	1	1	2	2	1	2	2	1	1
zehn	2	2	1	1	2	1	2	2	2
elf	2	1	2	2	2	1	1	1	2
zwölf	2	2	1	2	2	2	1	2	1
blau	2	2	1	2	2	2	2	1	1
braun	2	2	2	2	2	2	2	1	2
gelb	1	1	2	2	2	2	2	2	1
grün	2	1	2	2	2	1	2	2	2
rot	2	1	2	2	2	1	2	2	1
schwarz	2	2	2	2	2	1	2	1	2
weiss	2	1	2	2	2	2	2	2	2
<b>Prozent</b>	26	36	31	10	21	47	36	52	47

dB SPL	35	30	20	30	25	15	40	30	15
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	1	1	1	2	2	1	1
zwei	1	2	2	2	2	1	1	2	1
drei	1	1	1	2	2	2	1	2	1
vier	2	1	1	1	1	1	1	2	2
fünf	2	1	1	2	1	1	2	1	1
sechs	1	1	1	1	1	1	1	1	2
sieben	1	1	1	2	1	1	1	1	2
acht	1	1	1	1	1	1	1	1	1
neun	1	1	1	2	1	1	1	1	1
zehn	1	2	1	1	1	1	1	2	2
elf	2	2	2	1	1	1	1	1	2
zwölf	1	2	2	1	2	2	1	2	1
blau	1	1	1	1	1	1	1	1	1
braun	2	1	2	1	2	2	2	1	2
gelb	1	1	1	1	1	1	2	1	2
grün	2	1	2	2	1	1	1	1	2
rot	2	1	1	1	1	1	2	1	1
schwarz	1	1	2	1	1	2	1	1	1
weiss	2	1	2	1	2	2	1	2	2
<b>Prozent</b>	63	78	57	68	73	68	73	68	52

### Anhang 18 17. Proband (L. D.)

<b>dB SPL</b>	25	25	15	30	20	10	35	20	5
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	2	1	1	2	2	2	2	2	2
zwei	2	1	1	2	2	2	1	2	2
drei	2	1	2	2	1	2	2	2	2
vier	1	2	2	2	2	2	1	2	2
fünf	2	2	2	2	2	2	2	2	2
sechs	2	2	2	1	2	2	1	2	2
sieben	2	2	2	2	2	1	1	2	2
acht	2	1	2	1	1	2	1	1	1
neun	2	2	1	1	1	2	2	2	2
zehn	2	2	2	1	1	2	2	2	2
elf	2	1	1	1	1	2	2	1	2
zwölf	2	2	1	1	2	2	1	2	2
blau	1	2	1	1	2	1	1	1	2
braun	2	2	2	2	1	1	2	2	2
gelb	2	2	1	2	2	2	1	1	2
grün	2	1	2	2	2	1	2	1	2
rot	2	2	1	2	2	1	2	2	2
schwarz	1	1	2	2	1	2	1	1	2
weiss	1	2	2	2	1	2	2	2	2
<b>Prozent</b>	21	36	42	36	42	26	47	31	5

<b>dB SPL</b>	30	30	20	35	25	15	40	25	10
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	2	1	2	2	1	1	2
zwei	1	2	1	2	2	1	1	1	1
drei	1	2	1	2	2	1	1	1	1
vier	1	1	1	1	1	1	1	1	1
fünf	2	2	1	1	1	1	1	2	1
sechs	1	2	2	1	1	2	1	1	2
sieben	1	1	1	1	1	1	1	1	1
acht	1	1	1	1	1	2	1	1	1
neun	1	1	1	1	1	1	2	2	1
zehn	1	2	2	1	1	1	1	2	2
elf	2	1	1	1	1	2	1	2	1
zwölf	1	1	1	1	2	1	1	1	1
blau	1	1	1	1	1	1	1	2	1
braun	2	1	2	1	1	2	2	2	2
gelb	1	1	2	1	2	2	2	2	1
grün	2	1	1	2	1	1	2	1	1
rot	2	2	1	1	2	1	1	1	1
schwarz	1	1	1	1	1	2	2	1	2
weiss	2	2	1	1	1	2	2	2	1
<b>Prozent</b>	68	63	73	84	68	57	68	57	73

## Anhang 19 18. Proband (A. W.)

<b>dB SPL</b>	40	25	25	40	25	25	45	35	25
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	2	2	2	2	1	2	2
zwei	2	2	2	1	2	2	1	1	2
drei	2	2	2	2	2	2	2	2	2
vier	2	1	1	2	1	1	1	2	1
fünf	2	1	1	2	2	2	2	1	2
sechs	1	1	2	2	1	2	1	2	2
sieben	2	2	1	2	1	2	1	1	2
acht	1	2	2	2	2	2	1	1	1
neun	2	2	1	1	2	1	2	1	2
zehn	1	2	1	1	2	2	1	1	1
elf	2	2	1	1	2	1	1	2	1
zwölf	1	2	1	2	2	2	2	2	2
blau	2	2	1	1	2	1	2	2	1
braun	2	2	2	2	2	2	2	2	2
gelb	2	2	2	2	2	2	2	2	1
grün	2	1	2	2	1	1	2	1	2
rot	2	2	2	1	2	2	2	2	2
schwarz	1	2	2	1	2	2	1	2	2
weiss	2	2	2	2	2	2	2	2	1
<b>Prozent</b>	31	26	42	36	21	26	47	36	36

<b>dB SPL</b>	45	30	30	45	30	30	50	40	30
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	1	1	1	1	1	2	1
zwei	1	2	2	1	2	2	1	1	1
drei	2	2	2	2	1	1	2	2	2
vier	1	1	1	1	1	1	1	1	1
fünf	2	2	2	1	1	2	2	1	1
sechs	1	1	1	1	1	1	1	1	1
sieben	1	1	1	1	1	1	1	1	1
acht	1	2	1	1	1	1	1	1	1
neun	1	1	1	1	1	1	2	1	1
zehn	1	2	1	1	2	1	1	1	1
elf	1	1	1	1	2	1	1	2	1
zwölf	1	1	1	1	2	2	1	1	1
blau	1	2	1	1	1	1	1	1	1
braun	2	2	1	2	1	2	2	2	2
gelb	1	1	1	2	2	2	2	2	1
grün	1	1	1	2	2	1	2	1	1
rot	1	1	1	2	2	2	2	2	1
schwarz	1	2	2	1	2	2	2	1	1
weiss	2	2	1	1	2	2	2	2	2
<b>Prozent</b>	78	52	78	73	52	57	52	63	84

## Anhang 20 19. Proband (C. M.)

dB SPL	25	25	15	25	20	15	35	20	10
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	2	2	2	1	2	2	1
zwei	2	2	2	2	2	2	1	2	2
drei	2	2	2	2	2	2	1	1	1
vier	2	2	2	2	2	1	1	2	1
fünf	2	1	2	2	1	2	2	1	2
sechs	2	2	1	2	2	2	1	1	1
sieben	2	2	1	2	2	1	1	2	2
acht	2	2	1	1	1	1	1	2	1
neun	2	2	1	1	1	2	2	1	1
zehn	2	2	2	1	1	1	1	1	2
elf	2	2	1	1	1	2	1	1	2
zwölf	2	2	1	1	2	2	1	2	1
blau	2	1	2	2	2	1	2	2	2
braun	2	1	2	2	2	2	2	2	2
gelb	2	1	1	2	2	2	2	2	2
grün	2	1	2	2	2	1	2	2	2
rot	2	2	2	2	2	2	2	2	2
schwarz	2	2	2	2	2	2	2	2	2
weiss	2	2	2	1	2	2	2	2	2
<b>Prozent</b>	5	31	36	31	26	36	47	31	36

dB SPL	30	30	20	30	25	20	40	25	15
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	1	1	2	2	2	1	1
zwei	1	1	1	1	2	1	1	1	2
drei	2	2	2	1	1	1	1	1	1
vier	2	1	1	1	1	1	1	2	1
fünf	1	2	1	1	1	1	2	1	1
sechs	1	1	1	1	1	1	1	1	1
sieben	1	1	1	2	1	1	1	1	2
acht	2	1	1	1	1	1	1	1	1
neun	2	1	1	2	1	1	1	1	1
zehn	1	2	1	1	1	1	1	1	1
elf	1	1	1	1	2	1	1	1	1
zwölf	1	1	1	1	2	2	1	2	2
blau	1	1	1	1	1	1	1	2	1
braun	2	1	1	2	2	1	2	2	2
gelb	1	1	1	2	2	2	2	1	1
grün	2	1	1	2	1	1	2	1	2
rot	2	2	1	2	2	1	2	1	1
schwarz	1	1	2	1	1	2	2	1	2
weiss	1	1	2	1	2	2	1	2	1
<b>Prozent</b>	63	78	84	68	57	73	63	73	68

## Anhang 21 20. Proband (K. K.)

<b>dB SPL</b>	25	25	15	30	20	10	35	20	10
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	2	1	2	2	1	2	2
zwei	1	1	2	2	2	2	1	2	2
drei	2	2	2	2	1	2	1	2	1
vier	2	2	2	2	1	1	2	2	1
fünf	2	1	2	2	1	2	2	1	2
sechs	2	2	2	1	2	2	1	2	2
sieben	2	1	1	2	2	2	2	2	1
acht	2	1	2	1	1	2	1	1	1
neun	2	2	2	2	1	2	1	2	2
zehn	2	1	1	1	2	1	2	1	2
elf	2	2	2	1	2	1	1	2	2
zwölf	2	1	2	1	2	2	1	2	1
blau	2	2	2	2	2	2	2	1	1
braun	2	2	2	2	2	2	2	2	2
gelb	2	2	2	2	2	2	1	2	2
grün	2	1	2	2	2	2	2	2	2
rot	2	2	2	2	2	2	2	1	2
schwarz	2	2	2	1	2	2	2	1	2
weiss	2	2	2	1	2	2	2	2	2
<b>Prozent</b>	10	42	10	42	26	15	47	31	31

<b>dB SPL</b>	30	30	20	35	25	15	40	25	15
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	2	1	1	2	1	1	1
zwei	1	2	1	1	2	1	1	2	1
drei	1	1	1	1	1	1	2	1	1
vier	1	1	1	1	1	1	1	2	1
fünf	2	1	1	1	1	1	1	1	1
sechs	1	1	1	1	1	1	1	2	1
sieben	1	1	1	2	1	1	1	1	1
acht	1	1	1	1	1	2	1	1	1
neun	2	1	1	1	1	1	1	2	1
zehn	2	1	1	1	1	1	1	1	1
elf	1	1	1	2	1	2	1	1	1
zwölf	1	1	1	1	1	1	1	1	1
blau	1	1	1	1	1	2	1	1	1
braun	2	1	2	2	1	2	2	2	2
gelb	1	1	1	1	2	2	1	2	1
grün	2	1	1	2	1	1	2	1	2
rot	2	1	1	1	1	2	2	1	1
schwarz	1	1	1	1	1	2	1	1	2
weiss	1	1	1	1	1	1	1	2	1
<b>Prozent</b>	68	94	89	78	89	57	78	63	84

## Anhang 22 21. Proband (P. H.)

<b>dB SPL</b>	30	25	15	30	20	15	40	25	15
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	2	1	2	2	2	2	2	2	1
zwei	2	2	2	2	2	1	2	2	2
drei	2	2	2	2	2	2	1	2	1
vier	2	2	1	2	2	1	1	1	1
fünf	2	1	1	2	1	2	2	1	2
sechs	1	2	1	2	1	2	1	1	2
sieben	2	1	1	2	1	1	2	2	2
acht	1	2	2	1	1	1	1	1	2
neun	2	1	2	2	2	1	2	1	2
zehn	2	2	1	2	1	1	2	2	1
elf	1	1	2	1	2	2	2	2	2
zwölf	2	2	2	2	2	2	2	2	1
blau	2	2	2	2	1	2	1	1	1
braun	2	2	2	2	2	2	2	2	2
gelb	2	1	2	2	2	2	2	2	2
grün	2	1	2	2	2	1	2	1	1
rot	2	2	1	2	2	2	2	1	1
schwarz	1	2	2	1	2	2	2	1	2
weiss	2	2	2	2	2	2	2	2	1
<b>Prozent</b>	21	36	31	15	31	36	26	47	47

<b>dB SPL</b>	35	30	20	35	25	20	45	30	20
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	2	2	1	1	2	1	2
zwei	1	1	1	1	2	1	1	2	1
drei	1	1	2	1	1	2	1	1	1
vier	2	1	1	1	1	1	1	1	1
fünf	1	1	1	1	1	1	1	1	1
sechs	2	1	1	1	1	2	1	1	1
sieben	1	1	1	2	1	1	1	1	1
acht	1	1	2	1	1	1	1	1	2
neun	1	1	1	1	1	1	1	1	1
zehn	1	1	1	1	2	1	1	2	1
elf	2	1	2	1	1	2	1	1	1
zwölf	2	2	1	1	2	1	1	1	1
blau	2	1	1	1	1	1	1	1	1
braun	2	1	1	1	2	1	2	2	2
gelb	1	1	1	2	1	2	1	2	1
grün	2	1	2	2	1	1	2	1	1
rot	2	1	2	2	1	1	2	2	1
schwarz	1	2	1	1	2	2	2	1	2
weiss	2	1	2	2	2	2	1	2	2
<b>Prozent</b>	52	89	63	68	68	68	73	68	73

### Anhang 23 22. Proband (J. S.)

<b>dB SPL</b>	30	20	10	30	20	10	40	25	10
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	2	2	2	1	2	2	2	2
zwei	2	2	2	2	1	2	1	2	2
drei	1	2	2	1	2	2	2	2	1
vier	2	1	2	2	1	2	2	2	1
fünf	1	1	2	2	2	2	2	2	2
sechs	1	2	1	2	2	2	1	1	2
sieben	2	1	2	2	2	2	2	1	2
acht	1	1	2	2	1	1	1	1	2
neun	2	1	2	2	2	1	1	1	1
zehn	2	2	2	2	1	2	1	2	2
elf	2	2	1	2	2	2	1	2	1
zwölf	2	2	2	1	2	1	1	1	1
blau	2	2	2	2	2	2	2	1	1
braun	2	2	2	2	1	1	2	2	2
gelb	2	2	2	2	2	2	1	2	1
grün	2	2	2	2	1	1	2	2	2
rot	2	2	1	1	2	2	2	1	2
schwarz	1	2	2	1	1	2	1	1	2
weiss	2	2	2	2	1	2	1	2	2
<b>Prozent</b>	31	26	15	21	47	26	52	42	36

<b>dB SPL</b>	35	25	15	35	25	15	45	30	15
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	1	1	1	2	2	1	1
zwei	1	1	2	2	1	1	1	1	1
drei	1	2	2	2	1	1	1	1	1
vier	1	2	1	1	1	1	1	1	1
fünf	1	1	1	1	1	2	1	1	1
sechs	1	1	2	1	1	2	1	1	1
sieben	2	1	1	2	1	1	1	1	1
acht	1	1	1	1	1	1	1	1	1
neun	1	2	1	1	1	1	1	1	1
zehn	1	1	1	1	1	1	1	1	2
elf	1	1	2	1	1	2	1	1	1
zwölf	1	2	2	1	2	2	1	2	1
blau	2	1	1	1	1	2	1	2	1
braun	2	1	2	2	1	1	1	2	1
gelb	1	1	1	1	1	2	2	2	2
grün	2	1	2	1	1	1	1	1	1
rot	2	2	1	1	1	1	2	1	1
schwarz	1	1	2	1	1	1	2	1	1
weiss	2	1	2	1	1	1	1	2	1
<b>Prozent</b>	68	73	52	78	94	63	78	73	89

## Anhang 24 23. Proband (S. H.)

dB SPL	30	25	15	25	20	10	40	20	10
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	2	2	2	2	2	2	1	2
zwei	2	2	1	2	2	2	1	2	2
drei	1	2	2	2	2	2	1	2	2
vier	1	2	1	2	2	2	1	2	1
fünf	2	1	2	2	1	2	2	2	2
sechs	2	1	1	2	1	2	1	1	1
sieben	2	2	1	2	2	2	2	2	2
acht	2	1	2	1	1	2	1	1	2
neun	2	2	2	2	1	2	2	1	2
zehn	2	2	2	1	2	1	1	2	1
elf	1	2	1	1	2	1	1	2	1
zwölf	2	1	1	1	2	2	2	2	2
blau	1	1	1	2	1	2	2	2	1
braun	2	1	2	2	2	2	2	2	2
gelb	1	1	2	2	2	2	2	2	2
grün	2	1	2	2	1	1	2	2	2
rot	2	2	1	2	1	2	2	2	2
schwarz	1	2	2	1	1	2	2	1	2
weiss	1	2	1	1	2	2	2	2	2
<b>Prozent</b>	42	42	47	31	42	15	36	26	26

dB SPL	35	27	20	30	22	15	45	25	15
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	2	1	1	2	2	2	2	1	1
zwei	1	1	1	1	2	1	1	2	1
drei	1	1	1	1	1	1	1	2	1
vier	1	1	1	2	1	1	1	2	1
fünf	1	1	1	1	1	1	2	1	2
sechs	1	1	1	2	1	2	1	1	1
sieben	1	1	1	2	1	1	1	1	1
acht	1	1	1	1	1	1	1	1	2
neun	2	1	1	1	1	1	2	1	1
zehn	1	2	1	1	2	1	1	2	1
elf	1	1	1	1	1	1	1	1	1
zwölf	1	1	1	1	1	1	1	1	2
blau	1	1	1	1	1	1	1	1	1
braun	2	1	2	1	1	2	2	2	2
gelb	1	2	1	2	1	2	2	1	1
grün	2	1	1	2	1	1	1	2	2
rot	2	1	1	2	2	1	2	2	2
schwarz	1	1	1	1	1	2	1	1	2
weiss	2	2	2	2	1	1	2	2	2
<b>Prozent</b>	68	84	89	57	78	73	57	57	57



## Anhang 25 24. Proband (B. W.)

<b>dB SPL</b>	35	25	20	35	25	15	40	25	15
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	2	2	1	2	1	2	2	2
zwei	1	2	2	2	2	2	1	2	1
drei	1	2	1	1	2	2	2	2	2
vier	2	2	1	2	2	2	1	1	1
fünf	2	2	1	2	1	2	2	2	2
sechs	1	2	1	1	2	2	1	2	1
sieben	1	2	1	1	1	1	1	2	2
acht	1	1	1	2	1	1	2	1	2
neun	1	2	1	1	1	2	2	2	1
zehn	2	2	2	2	2	2	1	2	2
elf	2	2	2	2	2	2	1	1	1
zwölf	2	2	2	1	2	2	2	2	2
blau	2	1	1	1	1	2	2	1	1
braun	2	2	2	2	1	2	2	2	2
gelb	2	1	1	2	2	2	2	2	2
grün	2	2	2	2	1	2	2	1	2
rot	2	2	1	2	2	2	2	2	2
schwarz	1	2	2	1	2	2	2	1	2
weiss	2	2	2	2	2	2	1	2	2
<b>Prozent</b>	42	15	47	42	36	15	36	31	31

<b>dB SPL</b>	40	30	25	40	30	20	45	30	20
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	1	1	1	2	1	2	1
zwei	1	2	1	1	1	2	1	1	2
drei	1	2	2	1	1	2	1	2	1
vier	2	1	1	2	1	1	1	2	1
fünf	1	2	1	2	1	1	2	1	1
sechs	1	1	1	1	1	1	1	1	1
sieben	1	1	1	1	1	1	1	1	2
acht	1	1	1	1	1	2	2	1	1
neun	1	1	1	1	1	1	1	2	1
zehn	1	1	1	1	2	1	1	2	2
elf	1	1	1	1	1	2	2	1	1
zwölf	1	2	1	1	1	1	2	2	2
blau	1	1	1	1	1	1	1	1	1
braun	2	1	2	1	1	2	1	1	2
gelb	1	1	1	1	2	2	2	1	1
grün	1	1	1	1	1	1	1	1	2
rot	1	1	1	2	1	1	2	2	1
schwarz	1	1	1	1	1	2	2	1	1
weiss	2	2	2	1	2	1	1	2	2
<b>Prozent</b>	84	73	84	84	84	57	63	57	63

## Anhang 26 25. Proband (J. E.)

<b>dB SPL</b>	25	25	15	30	20	10	40	25	10
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	1	2	2	2	1	2	1
zwei	2	2	2	2	2	2	1	1	1
drei	2	1	2	2	1	2	2	1	1
vier	2	2	2	2	2	2	1	2	1
fünf	2	1	1	2	2	2	2	1	1
sechs	2	2	2	2	2	1	1	2	1
sieben	2	2	2	2	2	2	2	1	2
acht	2	1	2	1	1	2	1	1	1
neun	2	1	1	2	1	2	1	2	1
zehn	1	2	2	2	2	2	2	2	2
elf	2	2	2	2	2	2	2	2	2
zwölf	2	2	2	2	2	2	1	2	2
blau	2	1	1	1	2	2	2	2	1
braun	2	2	1	2	2	2	2	2	2
gelb	2	2	2	2	2	2	2	1	2
grün	2	2	2	2	1	1	2	2	2
rot	2	1	1	1	1	2	2	1	2
schwarz	1	2	1	1	1	2	2	1	1
weiss	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Prozent</b>	15	36	36	21	31	10	36	42	52

<b>dB SPL</b>	30	30	20	35	25	15	45	30	15
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	1	2	2	2	1	1	1
zwei	1	1	1	1	2	1	1	1	1
drei	1	1	2	1	1	2	1	1	2
vier	2	1	1	2	1	1	1	2	1
fünf	2	1	1	2	1	1	2	1	1
sechs	1	1	1	1	2	1	1	1	2
sieben	1	1	1	2	1	1	1	1	1
acht	1	1	1	1	1	1	1	1	1
neun	1	1	1	1	1	2	1	1	1
zehn	1	2	1	1	1	2	1	2	1
elf	2	1	2	2	2	1	1	1	1
zwölf	1	1	1	1	2	2	1	1	1
blau	1	1	1	1	1	2	1	2	1
braun	1	1	1	2	1	1	2	2	2
gelb	2	1	2	2	2	2	2	2	2
grün	2	1	1	1	1	1	2	1	2
rot	2	1	1	1	2	1	2	1	1
schwarz	1	1	1	1	1	2	1	1	1
weiss	2	2	2	2	2	2	1	2	2
<b>Prozent</b>	63	89	78	57	57	52	73	68	68

## Anhang 27 26. Proband (S. R.)

dB SPL	30	25	15	30	20	15	35	25	15
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	2	1	2	1	2	2	2	1	2
zwei	2	2	2	2	2	2	1	2	2
drei	1	2	2	2	1	2	2	1	2
vier	2	2	1	2	2	1	1	2	1
fünf	2	1	2	1	1	1	2	1	1
sechs	2	2	2	2	2	2	1	1	1
sieben	2	1	2	2	1	1	2	2	2
acht	2	2	2	2	2	2	1	1	1
neun	2	1	1	1	1	1	2	1	1
zehn	2	2	1	2	1	1	1	2	2
elf	1	2	2	2	2	2	1	2	2
zwölf	2	2	1	2	2	1	1	2	1
blau	2	2	2	1	2	1	2	1	1
braun	2	2	2	2	1	1	1	2	1
gelb	2	1	2	2	2	2	2	1	2
grün	2	1	2	2	1	2	2	2	2
rot	2	2	2	2	2	2	2	1	1
schwarz	2	2	2	1	2	2	2	1	2
weiss	1	2	2	1	2	2	2	2	2
<b>Prozent</b>	15	31	21	31	36	42	42	52	47

dB SPL	35	30	20	35	25	20	40	30	20
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	2	1	2	2	2	1	2
zwei	1	2	1	2	2	2	1	1	1
drei	2	2	2	2	2	1	1	1	1
vier	2	1	1	2	2	1	2	2	1
fünf	1	1	1	1	2	1	2	1	2
sechs	1	1	1	2	1	2	1	1	1
sieben	1	1	1	2	1	1	1	1	1
acht	1	1	2	1	1	1	1	1	1
neun	2	1	2	1	1	1	2	1	1
zehn	1	2	1	1	1	1	1	2	1
elf	2	1	1	2	1	1	1	1	1
zwölf	1	2	1	1	1	1	1	1	1
blau	1	1	1	1	1		1	1	1
braun	1	1	1	2	1	1	2	2	1
gelb	1	1	1	1	1	2	2	1	1
grün	2	1	1	1	1	1	2	1	1
rot	2	2	1	1	1	1	2	1	1
schwarz	1	1	1	1	1	2	2	1	1
weiss	2	1	1	1	1	2	1	1	1
<b>Prozent</b>	63	73	78	63	73	68	52	84	89

## Anhang 28 27. Proband (U. H.)

<b>dB SPL</b>	30	20	15	30	20	10	35	20	10
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	2	2	2	1	2	2	2	2	2
zwei	2	2	1	2	2	1	1	2	1
drei	2	2	1	2	2	2	1	2	2
vier	2	2	2	2	2	2	1	2	1
fünf	2	2	1	2	2	2	2	2	2
sechs	1	2	2	1	2	2	1	2	2
sieben	1	2	1	2	2	2	2	2	2
acht	2	2	2	2	2	2	1	1	1
neun	2	2	2	2	2	2	2	2	1
zehn	1	2	2	1	2	2	2	2	2
elf	2	2	1	1	2	1	1	1	1
zwölf	2	2	2	2	2	2	2	2	1
blau	1	2	2	1	1	1	2	2	2
braun	1	2	2	2	1	2	2	2	1
gelb	2	2	2	1	1	2	2	2	2
grün	2	1	2	2	1	2	2	2	2
rot	2	2	1	1	1	1	2	2	1
schwarz	1	2	2	1	2	2	2	2	2
weiss	1	2	2	1	1	2	1	1	2
<b>Prozent</b>	36	5	31	47	31	21	36	15	42

<b>dB SPL</b>	35	25	20	35	25	15	40	25	15
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	2	1	2	2	2	1	2
zwei	1	1	1	1	1	1	1	1	1
drei	2	2	1	1	1	2	2	2	1
vier	2	1	1	1	1	1	1	2	1
fünf	2	2	1	2	1	2	2	1	1
sechs	1	2	1	1	1	2	1	1	1
sieben	1	1	1	2	1	1	2	1	1
acht	1	1	1	1	1	1	1	1	2
neun	1	1	1	1	1	1	2	1	1
zehn	2	2	1	2	2	1	1	2	1
elf	2	2	1	2	1	2	1	1	1
zwölf	1	1	1	1	2	2	2	2	1
blau	1	1	2	1	2	1	1	2	1
braun	1	1	1	1	2	1	1	1	1
gelb	1	1	2	1	2	2	1	1	2
grün	2	1	2	1	2	1	2	1	2
rot	1	2	1	1	1	1	2	1	1
schwarz	1	2	2	1	1	1	1	1	1
weiss	1	2	1	1	2	2	1	2	1
<b>Prozent</b>	68	57	73	78	57	57	57	68	78

**Anhang 29 28. Proband (P. G.)**

<b>dB SPL</b>	35	25	15	30	25	20	40	25	15
<b>&lt;50%</b>	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	2	2	2	1	1	2	2	2
zwei	2	2	2	2	2	2	2	2	2
drei	1	2	2	2	2	2	2	2	2
vier	2	2	2	2	2	1	1	2	2
fünf	2	2	1	2	1	2	2	1	1
sechs	1	2	2	2	2	2	2	1	2
sieben	2	2	2	2	2	2	2	2	2
acht	1	2	2	2	2	2	1	1	1
neun	1	2	2	2	1	1	1	2	2
zehn	2	2	2	2	2	2	2	1	1
elf	2	2	2	2	2	2	2	1	2
zwölf	2	2	2	1	2	2	1	2	2
blau	2	2	2	2	1	2	1	1	2
braun	2	2	1	2	2	1	2	2	2
gelb	2	2	2	2	2	2	2	1	2
grün	2	1	2	2	1	1	2	2	1
rot	2	2	1	1	1	1	2	2	1
schwarz	1	2	1	2	2	2	2	1	2
weiss	2	2	2	2	2	2	1	2	1
<b>Prozent</b>	31	5	21	10	31	31	31	42	31

<b>dB SPL</b>	40	30	20	35	30	25	45	30	20
<b>&gt;50%</b>	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	2	2	1	2	2	1	2	2
zwei	2	1	2	2	1	2	1	1	1
drei	1	2	2	1	1	2	1	1	1
vier	2	2	1	2	1	1	2	2	1
fünf	1	2	1	2	1	1	2	1	2
sechs	1	1	2	2	1	1	1	1	2
sieben	2	1	2	2	1	2	1	1	1
acht	1	1	1	1	1	2	1	1	2
neun	1	1	1	1	1	1	1	1	2
zehn	2	2	2	1	2	1	1	2	2
elf	1	1	2	2	1	2	1	2	1
zwölf	1	1	1	1	2	1	2	1	1
blau	1	1	1	1	1	1	1	1	1
braun	1	1	1	1	1	2	1	1	1
gelb	1	1	1	2	1	2	1	1	2
grün	2	1	1	2	1	1	2	1	2
rot	1	2	1	1	1	1	2	2	1
schwarz	1	2	1	1	2	2	1	2	1
weiss	1	1	2	1	1	1	1	2	2
<b>Prozent</b>	73	63	57	57	78	52	73	63	52

**Anhang 30 29. Proband (K. F.)**

<b>dB SPL</b>	25	20	15	30	15	15	35	20	10
<b>&lt;50%</b>	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	2	2	1	1	1	2	2	1
zwei	2	1	2	2	2	1	1	2	2
drei	2	1	2	2	2	2	1	1	1
vier	2	2	2	2	2	1	1	2	2
fünf	2	2	2	2	2	1	2	1	2
sechs	2	2	2	1	2	1	1	1	1
sieben	2	1	1	2	2	2	2	2	2
acht	2	2	2	1	2	1	1	1	2
neun	2	2	2	2	2	2	2	1	2
zehn	2	2	2	1	2	1	2	1	1
elf	1	1	1	2	2	2	1	2	1
zwölf	2	1	2	2	2	2	1	2	2
blau	1	2	2	2	2	2	2	1	1
braun	2	2	2	1	2	2	2	2	1
gelb	2	2	1	2	2	2	2	2	2
grün	2	2	1	1	2	1	2	1	2
rot	2	2	1	1	2	1	2	1	2
schwarz	1	2	2	1	2	2	2	2	2
weiss	2	2	1	1	2	2	2	2	2
<b>Prozent</b>	21	26	31	47	5	47	36	47	36

<b>dB SPL</b>	30	25	20	35	20	20	40	25	15
<b>&gt;50%</b>	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	2	1	2	2	1	1	1
zwei	1	1	1	1	2	1	1	1	1
drei	2	1	2	2	1	1	1	1	1
vier	2	1	1	1	1	1	1	2	1
fünf	2	2	1	2	1	1	2	1	2
sechs	1	2	1	1	2	1	1	1	1
sieben	1	2	1	1	1	1	1	1	2
acht	1	1	1	2	1	1	1	1	1
neun	2	1	1	2	1	1	1	1	1
zehn	1	2	1	1	2	1	2	1	1
elf	1	1	1	1	2	1	1	1	2
zwölf	1	1	1	1	2	1	1	1	2
blau	2	1	1	1	1	2	2	1	1
braun	2	2	2	1	2	2	2	1	1
gelb	1	1	2	1	2	1	1	1	1
grün	2	1	1	1	1	1	2	2	2
rot	2	2	1	2	1	1	2	1	1
schwarz	1	2	1	1	1	1	2	1	2
weiss	1	2	1	1	2	1	1	2	2
<b>Prozent</b>	57	57	78	73	52	84	63	84	63

### Anhang 31 30. Proband (R. S.)

<b>dB SPL</b>	30	25	15	30	20	15	40	20	10
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	2	2	2	2	2	2	2
zwei	1	1	2	2	2	2	1	2	2
drei	1	2	2	2	2	2	1	2	2
vier	2	2	2	2	2	1	2	2	2
fünf	2	2	2	2	1	2	2	1	2
sechs	1	1	2	2	2	2	1	1	1
sieben	2	2	2	2	1	1	2	2	2
acht	1	1	2	2	1	1	1	1	2
neun	2	1	2	2	1	1	2	1	2
zehn	2	2	2	1	1	1	2	2	2
elf	2	2	2	2	2	2	1	2	1
zwölf	2	2	1	1	2	1	1	1	2
blau	2	2	2	2	1	2	2	1	2
braun	2	1	2	2	2	2	2	2	2
gelb	2	1	2	2	2	2	1	2	2
grün	2	1	2	2	1	1	2	2	2
rot	2	2	2	2	2	2	2	2	2
schwarz	1	2	2	1	2	2	2	2	2
weiss	2	1	2	2	2	2	1	2	2
<b>Prozent</b>	31	47	5	15	36	36	42	31	10

<b>dB SPL</b>	35	30	20	35	25	20	45	25	15
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	1	1	1	2	2	2	2
zwei	1	2	2	1	2	1	1	2	2
drei	1	2	2	1	1	1	1	2	1
vier	1	2	1	1	1	1	1	2	1
fünf	2	1	1	1	1	1	1	1	1
sechs	1	1	1	2	1	1	1	1	1
sieben	1	1	1	2	1	1	1	1	2
acht	1	1	1	1	1	1	1	1	2
neun	2	1	1	1	1	1	1	1	1
zehn	1	1	2	1	1	1	1	1	1
elf	1	2	2	1	1	1	1	2	1
zwölf	1	2	1	1	2	2	1	1	1
blau	1	1	1	2	1	2	1	1	1
braun	2	2	2	2	1	2	2	2	2
gelb	1	1	2	1	1	2	1	2	2
grün	2	1	1	1	1	1	2	1	2
rot	2	1	1	1	1	1	2	2	1
schwarz	1	1	1	1	2	2	1	1	2
weiss	1	1	2	1	2	2	1	2	2
<b>Prozent</b>	73	68	63	78	78	63	78	52	52

### Anhang 32 31. Proband (T. B.)

<b>dB SPL</b>	25	25	15	30	20	10	30	25	10
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	2	2	1	1	2	2	2	2	2
zwei	2	2	2	2	2	2	2	1	1
drei	2	2	2	2	2	2	2	2	2
vier	2	2	2	2	2	2	2	2	1
fünf	2	2	1	2	1	2	2	1	2
sechs	1	2	1	1	2	2	2	1	1
sieben	1	2	1	2	1	1	2	1	2
acht	1	2	1	1	2	1	1	1	2
neun	2	2	2	2	1	2	2	1	1
zehn	1	2	2	1	2	2	2	2	2
elf	2	2	1	1	1	2	1	1	2
zwölf	2	2	2	1	2	1	1	1	1
blau	2	1	2	1	1	2	2	2	1
braun	2	1	2	2	2	2	2	2	1
gelb	1	1	2	2	2	2	2	2	2
grün	2	1	2	2	2	2	2	2	2
rot	2	2	2	2	1	2	2	2	2
schwarz	2	2	2	1	2	2	2	1	2
weiss	2	2	2	1	2	2	2	2	2
<b>Prozent</b>	26	21	31	47	31	15	15	47	36

<b>dB SPL</b>	30	30	20	35	25	15	35	30	15
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	2	1	1	1	1	1	2	1	1
zwei	1	2	1	1	2	1	1	1	1
drei	1	2	2	1	1	2	1	1	2
vier	2	1	1	1	1	1	1	1	1
fünf	2	2	1	1	1	2	1	1	2
sechs	1	1	1	1	1	2	1	1	1
sieben	2	1	1	1	1	2	1	1	1
acht	1	1	1	1	1	1	1	1	1
neun	2	1	1	1	1	1	2	1	1
zehn	1	1	1	1	1	1	2	1	2
elf	1	1	1	1	1	1	1	1	1
zwölf	1	2	1	1	2	2	1	1	1
blau	1	2	1	1	1	1	2	1	1
braun	1	1	2	1	2	2	1	1	1
gelb	1	1	2	1	2	2	2	1	1
grün	2	1	2	1	1	1	2	1	2
rot	1	1	1	2	2	1	2	2	1
schwarz	1	2	2	1	1	1	1	1	2
weiss	1	1	2	1	1	1	2	2	1
<b>Prozent</b>	68	68	68	94	73	63	57	89	73



### Anhang 33 32. Proband (A. B.)

<b>dB SPL</b>	25	25	15	25	20	10	35	25	10
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	2	1	2	2	2	2	1	1	2
zwei	2	2	2	2	2	2	1	2	2
drei	1	2	2	2	2	1	1	2	1
vier	2	1	2	2	2	1	1	2	1
fünf	2	1	2	2	2	2	2	1	2
sechs	1	1	2	1	1	2	2	1	2
sieben	2	1	2	2	1	1	2	1	2
acht	2	1	1	2	1	1	2	1	1
neun	2	1	1	2	1	1	2	2	2
zehn	1	2	1	1	2	1	2	2	2
elf	1	1	1	1	1	2	1	1	1
zwölf	2	1	2	1	2	2	2	2	1
blau	2	2	2	2	1	1	2	1	1
braun	2	2	2	2	1	2	2	2	2
gelb	1	2	2	1	1	2	2	2	1
grün	2	2	1	1	2	1	2	1	1
rot	2	2	2	2	1	1	2	2	2
schwarz	2	2	2	2	2	2	2	1	2
weiss	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Prozent</b>	26	47	26	31	47	47	26	47	42

<b>dB SPL</b>	30	30	20	30	25	15	40	30	15
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	1	1	1	2	1	1	2
zwei	1	1	1	1	2	2	1	1	1
drei	1	1	2	2	1	1	1	1	2
vier	2	1	1	2	2	1	1	2	1
fünf	2	1	1	2	1	2	2	1	2
sechs	1	1	1	1	1	1	1	1	1
sieben	1	1	1	2	1	1	1	1	2
acht	2	1	1	1	1	1	1	2	1
neun	2	1	1	1	1	1	2	1	1
zehn	1	1	1	1	1	1	1	2	2
elf	1	1	1	1	1	1	1	1	1
zwölf	2	2	1	1	1	1	1	2	1
blau	2	1	1	1	1	1	2	1	1
braun	1	1	2	1	1	2	1	2	2
gelb	1	1	1	1	1	1	1	2	1
grün	1	1	1	1	2	1	2	1	1
rot	2	2	1	2	1	1	2	2	1
schwarz	1	1	2	2	1	2	1	1	2
weiss	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Prozent</b>	57	84	78	63	78	68	63	57	57

### Anhang 34 33. Proband (L. S.)

<b>dB SPL</b>	30	25	15	30	15	10	35	25	10
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	2	2	1	2	2	2	2	2
zwei	2	2	2	2	2	2	1	2	2
drei	2	2	2	2	2	2	2	2	2
vier	1	2	2	2	2	1	1	2	1
fünf	2	2	2	2	2	2	2	2	1
sechs	1	2	1	2	2	1	1	1	2
sieben	1	2	2	2	1	1	1	2	2
acht	2	2	1	1	1	2	1	1	2
neun	2	2	1	1	1	2	2	2	2
zehn	1	2	1	1	2	1	2	2	1
elf	2	2	2	1	2	2	2	2	1
zwölf	2	2	1	1	2	1	1	1	1
blau	1	1	1	1	2	2	2	2	1
braun	1	1	2	2	1	2	2	2	1
gelb	1	1	1	2	2	2	2	2	2
grün	2	1	1	2	2	1	2	1	2
rot	2	1	1	1	2	2	2	2	2
schwarz	1	2	2	2	2	2	2	1	2
weiss	1	1	2	1	1	1	2	2	1
<b>Prozent</b>	52	31	47	47	26	36	31	26	42

<b>dB SPL</b>	35	30	20	35	20	15	40	30	15
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	2	1	2	1	2	2	1
zwei	1	2	1	1	2	1	1	2	2
drei	1	2	1	1	2	1	1	2	2
vier	1	1	1	1	2	1	1	1	1
fünf	1	1	1	1	1	2	2	1	1
sechs	1	1	1	1	1	2	1	1	1
sieben	1	1	1	2	1	1	1	2	1
acht	1	1	1	1	1	1	1	1	1
neun	1	1	1	1	1	1	1	1	1
zehn	1	2	1	1	2	1	1	1	1
elf	2	2	1	1	1	2	1	1	1
zwölf	1	2	1	1	1	2	1	2	1
blau	1	1	1	1	1	1	1	1	1
braun	2	1	2	1	2	2	2	2	1
gelb	1	1	2	2	2	2	1	1	2
grün	2	2	1	1	1	1	1	1	1
rot	2	1	1	1	2	1	2	1	1
schwarz	1	1	2	1	2	2	2	1	2
weiss	1	1	2	1	1	1	1	2	1
<b>Prozent</b>	78	68	73	89	52	63	73	63	78

### Anhang 35 34. Proband (S. B.)

dB SPL	30	25	15	30	20	15	40	25	15
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	2	2	2	2	2	1	1
zwei	2	2	1	2	2	1	1	1	2
drei	1	2	1	2	2	2	1	2	1
vier	2	2	2	2	2	1	1	2	1
fünf	2	2	1	2	2	2	2	2	1
sechs	1	1	2	2	1	2	1	2	1
sieben	2	2	2	2	2	2	2	2	2
acht	1	1	2	2	1	2	1	1	1
neun	2	1	1	2	2	1	1	1	2
zehn	2	2	2	2	2	2	2	2	1
elf	2	1	2	2	2	2	2	2	2
zwölf	2	2	2	2	2	2	2	2	2
blau	1	1	2	1	2	1	2	1	1
braun	2	1	2	1	2	2	2	2	2
gelb	2	2	2	2	2	2	2	2	2
grün	2	2	2	2	2	2	2	2	2
rot	2	2	1	2	2	2	2	2	2
schwarz	2	2	2	2	2	2	2	2	2
weiss	2	2	2	1	2	2	2	2	2
<b>Prozent</b>	26	36	26	15	10	21	31	26	42

dB SPL	35	30	20	35	25	20	45	30	20
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	2	1	2	2	1	1	1
zwei	1	1	2	1	2	1	1	1	1
drei	1	1	1	2	1	1	1	1	2
vier	2	1	1	2	2	1	1	2	1
fünf	1	1	1	2	1	2	2	1	1
sechs	1	1	1	1	1	1	1	1	1
sieben	1	1	2	1	1	1	2	1	2
acht	1	1	1	1	1	1	1	1	1
neun	2	1	1	1	1	1	1	1	1
zehn	1	1	2	2	2	1	2	2	1
elf	2	1	1	1	2	1	1	2	1
zwölf	1	1	1	1	1	1	2	2	1
blau	1	1	1	1	1	1	1	1	1
braun	1	1	2	1	1	2	1	2	1
gelb	1	1	1	2	2	1	2	1	2
grün	2	2	2	2	1	1	2	2	2
rot	2	2	1	2	1	1	2	1	2
schwarz	1	1	2	1	1	2	1	1	2
weiss	1	2	2	2	2	2	1	2	1
<b>Prozent</b>	73	84	57	57	63	73	63	63	68

**Anhang 36 35. Proband (J. R.)**

<b>dB SPL</b>	30	25	13	25	18	10	35	20	10
<50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	2	2	2	2	2	2	2
zwei	2	2	2	2	2	2	1	2	2
drei	2	2	2	2	2	2	2	1	2
vier	1	2	2	2	2	2	2	1	1
fünf	2	2	2	2	2	2	2	1	1
sechs	1	1	1	1	2	2	1	2	1
sieben	1	2	1	2	2	2	2	2	2
acht	1	2	2	2	1	1	1	1	1
neun	2	1	1	2	1	1	2	1	2
zehn	2	2	2	2	1	1	1	2	2
elf	2	2	2	2	1	1	1	1	2
zwölf	2	2	2	2	2	2	1	2	1
blau	2	1	1	2	2	2	1	1	1
braun	2	1	2	2	2	1	2	1	1
gelb	2	1	2	1	1	2	2	2	2
grün	1	2	2	2	2	2	2	1	2
rot	2	2	1	2	2	1	2	2	2
schwarz	1	1	1	1	1	2	1	2	1
weiss	1	2	2	2	1	1	1	2	1
<b>Prozent</b>	42	36	31	15	36	36	47	47	47

<b>dB SPL</b>	35	30	15	30	20	15	40	25	15
>50%	Mann leise	Mann normal	Mann laut	Frau leise	Frau normal	Frau laut	Kind leise	Kind normal	Kind laut
eins	1	1	1	1	2	2	1	2	1
zwei	1	2	2	2	2	1	1	2	2
drei	1	2	1	1	2	2	1	1	1
vier	1	1	2	2	2	1	1	2	1
fünf	2	2	1	1	1	2	1	2	1
sechs	1	1	2	1	1	1	1	1	1
sieben	1	1	1	2	1	2	1	1	1
acht	1	1	1	1	1	1	1	1	1
neun	1	1	1	1	1	1	1	1	1
zehn	1	1	2	1	1	1	1	1	1
elf	1	1	1	1	1	2	1	2	1
zwölf	1	2	1	2	2	2	1	2	1
blau	2	1	2	1	1	2	2	1	1
braun	2	1	1	1	2	2	2	1	2
gelb	1	1	2	1	1	1	1	2	1
grün	1	1	1	2	1	1	2	1	1
rot	2	1	1	2	1	2	2	1	1
schwarz	1	1	1	1	1	1	2	2	1
weiss	1	1	2	1	2	1	1	2	2
<b>Prozent</b>	78	78	63	68	63	52	73	52	84

## 7 Literaturverzeichnis

- (1) Ackermann, R. (1969): Freiburger Sprachverständnistest und seine Apperzeption. HNO 17: 89-91
- (2) ADANO (1991): Empfehlung zur Sprachaudiometrie mit Störschall. Audiol. Akustik 30 :151
- (3) Barlow, C. and Howard, D. M. (2005): Electrolaryngographically derived voice source changes of child and adolescent singers. Logoped Phoniatr Vocol 30(3-4): 147-157
- (4) Beattie, R. C. and Raffin, M. J. (1985): Reliability of threshold, slope, and PB max for monosyllabic words. J Speech Hear Disord 50(2): 166-178
- (5) Bergman, B. and Rosenhall, U. (2001): Vision and hearing in old age. Scand Audiol 30(4): 255-263
- (6) Brinkmann, K. (1974): Die Neuaufnahme der Wörter für Gehörprüfung mit Sprache. Z. f. Hörgeräteakustik 13: 12-40
- (7) Carhart, R. (1951): Basic principles of speech audiometry. Acta Otolaryngol. 40(1-2):62-71
- (8) Carhart, R. (1951-1952): Instruments and materials for speech audiometry. Acta Otolaryngol.;40(5-6):313-329
- (9) Carhart, R. (1965): Monaural and binaural discrimination against competing sentences. Int. Audiology 4:5-10

- (10) Cox, R. M., Alexander, G. C. and Gilmore, C. (1987): Intelligibility of average talkers in typical listening environments. J. Acoust. Soc. Am. 81, 1598-1608
- (11) Davis, A. and Howell, P. (2005): Elements of statistical treatment of speech and hearing science data. Stammering Res 1(4): 333-343
- (12) Dieroff, H.-G. (1979): Lärmschwerhörigkeit. Leitfaden der Lärmhörschadenverhütung in der Industrie. Urban & Schwarzenberg, München, 2. Auflage
- (13) Döring, W. H. (1986): Der Einfluss von Störschall auf das Sprachverstehen in verschiedenen Hörsituationen. In: Sprachkommunikation. NTG-Fachberichte 94. VDE-Verlag GmbH Berlin 1986: 126-131
- (14) Egan, J. J. (1980): Audiology: defining hearing impairment. Ear Nose Throat J 59(3): 92-93
- (15) Fasold, W., Kraak, W., Schirmer, W. (1984): Taschenbuch Akustik. VEB-Verlag, Berlin
- (16) Fastl, H. (1985): Adaptation, Nachverdeckung und Zeitauflösungsvermögen. Teil 1 Audiol. Akustik 24: 144-154 und Teil 2 Audiol. Akustik 24: 168-174
- (17) Feldmann, H. (1984): Das Gutachten des Hals-Nasen-Ohrenarztes. Thieme, Stuttgart, 2. neu bearbeitete und erweiterte Auflage
- (18) Feldmann, H. (1988): Die Problematik der quantitativen Bewertung von Hörstörungen in der Begutachtung. Laryngol. Rhinol. Otol. 67: 319-325

- (19) Gengel, R. W. and Kupperman, G. L. (1980): Word discrimination in noise: effect of different speakers. *Ear Hear* 1(3): 156-160
- (20) Griffiths, J. D. (1967): Rhyming minimal contrasts: a simplified diagnostic articulation test. *J Acoust Soc Am* 42(1): 236-241
- (21) Hahlbrock, K. H. (1955): Practice of audiometry of speech. *HNO* 5(7): 212-214
- (22) Hirsch, H-G. (1986): Spracherkennung in realen Räumen .In Sprachkommunikation. NTG-Fachberichte 94, S. 55-60
- (23) Hirsh, I. J. and Davis, H. et al. (1952): Development of materials for speech audiometry. *J Speech Hear Disord* 17(3): 321-337
- (24) Hirsh, I. J. Et Al. (1954): Difference Limen and Recruitment. *AMA Arch Otolaryngol* 60: 525-540
- (25) Hoth, S. (2009): Die Schwelle in der Begriffswelt des Audiologen. *Z Audiol*; 48 (1) 46-49
- (26) House, A. S. and Williams, C. et al. (1963): Psychoacoustic speech tests: a modified rhyme test. Techn Docum Rep Esd-Tdr-63-403. Tech Doc Rep U S Air Force Syst Command Electron Syst Div 86: 1-44
- (27) House, A. S. and Williams, C. et al. (1965). Articulation-testing methods: consonantal differentiation with a closed-response set. *J Acoust Soc Am* 37: 158-166
- (28) ISO 8253

- (29) James, C. J. and Bowsher, J. M. et al. (1991): Speech audiometry: digitization effects and the non-equivalence of isophonemic word lists. Br J Audiol 25(2): 111-121
- (30) Jerger, J., Carhart, R. and Dirks, D. (1961): Binaural hearing aids and speech intelligibility. J Speech Hearing Research 4(2), 137-148
- (31) Kießling, J., Schubert, M. and Wagner, I. (1994): Sprachverständlichkeitsmessungen an Normalhörenden und Schallempfindungsschwerhörigen – fünf Sprachtests im Vergleich. Teil 1: Audiol. Akustik 33 1994 (1): 6-15 und Teil 2: Audiol. Akustik 33 (2): 11-15
- (32) Kießling, J., Schubert, M. and Wagner, I. (2000): Audiology on the way into the next millennium. Folia Phoniatr Logop 52(1-3): 83-92
- (33) Kochkin, S. (2005): MarkeTrak VII: Hearing loss population tops 31 million people. The Hearing Review, 12(7), 16, 18-19, 22-29
- (34) Kollmeier, B.: Sprachwahrnehmung und Sprachaudiometrie. Universität Oldenburg
- (35) Küpfmüller, K. (1954): Die Entropie der deutschen Sprache. Fernmeldetechnische Zeitschrift, Jahrg. 7, Heft 6, S. 265-272
- (36) Lazarus, H., Sust, C., Steckel, R., Kulka, M., Kurtz, P. (2007): Akustische Grundlagen sprachlicher Kommunikation. Springer Verlag
- (37) Lehiste, I. and Peterson, G. (1959): Linguistic considerations and intelligibility. J Acoust Soc Am 31: 280-286
- (38) Lehnhardt, E. (1987): Praxis der Audiometrie. 6. Auflage. Thieme-Verlag



- (39) Lyregaard, P. E. (1996): Frequency selectivity and speech intelligibility in noise. *Scand. Audiology Suppl.* 15, 113-122
- (40) Martin, F. N. and Champlin, C. A. et al. (2000): The question of phonetic balance in word recognition testing. *J Am Acad Audiol* 11(9): 489-493
- (41) Martini, A. and Mazzoli, M. et al. (2001): Hearing in the elderly: a population study. *Audiology* 40(6): 285-293
- (42) Moser, L. (1987): Das Würzburger Hörfeld, ein Test für prothetische Sprachaudiometrie. *HNO* 35: 318-321
- (43) Moser, L. (1991): High tech und niedriges Ansehen. *Audiolog. Akustik* 4/91: 118-119
- (44) Moser, L. (1999): Neues in der Hörgeräteversorgung. *Laryngo-Rhino-Otol.* 78, 609-610
- (45) Nabelek, A. K. and Robinson, P. K. (1982): Monaural and binaural speech perception in reverberation for listeners of various ages. *J Acoust Soc Am* 71(5): 1242-1248
- (46) Nabelek, A. K. and Czyzewski, Z. et al. (1992): The influence of talker differences on vowel identification by normal-hearing and hearing-impaired listeners. *J Acoust Soc Am* 92(3): 1228-1246
- (47) Naik, J. M. (1990): Speaker Verification: A Tutorial. *IEEE Communications Magazine* 28 Iss. 1, S. 42-48
- (48) Niemeyer, W. (1970): Practicum in audiometry II. Threshold audiometry: audiometer, hearing examination rooms, technic of auditory threshold determination. *HNO* 18(2): 55-61

- (49) Padzdzieniak, B. (1988): Möglichkeiten und Grenzen der Sprachaudiometrie nicht deutsch sprechender Ausländer. *Laryngol Rhinol Otol* 67: 326-330
- (50) Plath, P. (1991): Problems in fitting hearing aids in the elderly. *Acta Otolaryngol Suppl* 476: 278-280
- (51) Platte, H. J. and Doring, W. H. et al. (1978): Directional hearing and understanding of speech in noise with "normal hearing" people (author's translation). *Laryngol Rhinol Otol (Stuttg)* 57(7): 672-680
- (52) Ptok, M. und Kiessling, J. (2004): Sprachperzeption – die Basis sprachaudiometrischer Untersuchungen. *HNO* 52(9): 824-830
- (53) Postman, L. and Rosenzweig, M. R. (1957): Perceptual recognition of words. *J Speech Hear Disord* 22(2): 245-253
- (54) Schorn, K. and Baumann, U. (1999): Improvement of hearing aid fitting with digital aids and new fitting strategies. *Laryngorhinootologie* 78(1): 14-19
- (55) Schorn, K. (2004): Check of hearing aid fitting. *HNO* 52(10): 875-885
- (56) Schorn, K. (2006): The task of the HNO specialist by Hearing Aid fitting. Part 1: indications, special diagnostic tests, prescription. *HNO* 54(2): 139-148; quiz 149
- (57) Schultz-Coulon, H.-J. (1973): Über die Bedeutung des Umweltgeräusches für den Hochtonschwerhörigen. *HNO* 21: 26-32
- (58) Sendlmeier, W. and Seebode, J.: Formantkarten des deutschen Vokalsystems. TU Berlin, Institut für Sprache und Kommunikation

- (59) Sotscheck, J. (1982): Ein Reimtest für Verständlichkeitsmessungen mit deutscher Sprache als ein verbessertes Verfahren zur Bestimmung der Sprachübertragungsgüte. *Der Fernmeldeingenieur* 36 4/5, 1-84
- (60) Sotschek, J. (1985): Sprachverständlichkeit bei auditiven Störungen. *Acustica* 57: 257-267
- (61) Sukowski, H., Brand, T., Wagener, K.C. und Kollmeier, B. (2009): Untersuchung zur Vergleichbarkeit des Freiburger Sprachtests mit dem Göttinger Satztest und dem Einsilber-Reimtest nach von Wallenberg und Kollmeier. *HNO* 57: 239-250
- (62) Tagungsbericht DGA-Konsensusworkshop (2009): Hörgeräteanpassung und Hörgeräteüberprüfung. *Z Audiol*; 48 (1) 32-33 – Holube
- (63) Tschopp, K. (1992): Vergleich von offenen mit geschlossenen Antwortsystemen in der Sprachaudiometrie. *Audiol. Akustik* 31: 76-82
- (64) Tschopp, K. and Kaser, H. et al. (1992): Acoustical changes of loudly spoken speech and their effects on speech recognition in hearing-impaired listeners. *Br J Audiol* 26(3): 153-158
- (65) Türk, R. and Körpert, K. (1987): Beurteilung der Sprachverständlichkeit bei Störlärmeinfluss: Eine vergleichende Untersuchung. *Audiol. Akustik* 6, 180-187
- (66) Wagener, K. C. and Brand, T. (2005): Sentence intelligibility in noise for listeners with normal hearing and hearing impairment: influence of measurement procedure and masking parameters. *Int J Audiol* 44(3): 144-156

- (67) Wedel, v. H. (1985): Untersuchungen zur Sprachdiskrimination bei umweltspezifischen Störgeräuschen. *Laryng. Rhinol. Otol.* 64, 430-435
- (68) Wedel, v. H. (1986) I: Entsprechen die sprachaudiometrischen Untersuchungsverfahren den heutigen Anforderungen in Klinik und Praxis? *HNO* 34: 71-74
- (69) Wedel, v. H. (1986) II: Untersuchungen zur Sprachdiskrimination bei umweltspezifischen Störgeräuschen. *Z.f. Laryngologie Rhinologie Otologie* 64: 430-435
- (70) Wedel, v. H. (2001): Fehlermöglichkeiten in der Ton- und Sprachaudiometrie. *HNO* 49(11): 939-956; quiz 958-959
- (71) Welzl-Müller, K. (1992): Moderne audiologische Diagnostik. S. 236-41. *Wien Med Wochenschr.* Vol. 142; ISSN: 0043-5341 (Print)
- (72) Werra, v. P., Tschopp, K. and Schneider, R. (1995): Einfluss der linguistischen Kompetenz auf die sprachaudiometrischen Ergebnisse mit dem Basler Satztest. Springer Verlag, *HNO* 43, 98-103
- (73) Williams, C. E. and Levin, B. W. et al. (1973): Effect of the closed-response format on modified rhyme test scores. *J Acoust Soc Am* 53(4): 1169-1171
- (74) Züst, H.-J. and Tschopp, K. (1995): Der Kontexteffekt bei der Spracherkennung von Sätzen. *Laryngol Rhinol Otol* (74): 259-263
- (75) Zwicker, E. (1986): Das Zeitaufhebungsvermögen des Gehörs – eine zweckmäßige Messmethode im Hinblick auf die Sprachverständlichkeit. *Audiol. Akustik* 25: 156-169

## **Danksagung**

Mein herzlicher Dank gilt Herrn Dipl.-Ing. Ludwig Moser und Herrn Dipl.-Ing. Ralf Keim für die Zuverlässigkeit und die bedingungslose und geduldige Unterstützung in allen Phasen dieser Arbeit.

Mein aufrichtiger Dank geht an meine Studienkollegen und Freunde, die ohne zu zögern auch während eines anstrengenden Semesters alle Konzentration und Ruhe für die audiometrischen Untersuchungen aufgebracht haben.

Nicht zuletzt geht mein liebevoller Dank an meine Eltern, die mir während meines gesamten Studiums immer mit Rat und Tat den Rücken stärkten.