



olsa Oldenburger Satztest

Handbuch und Hintergrundwissen

Version vom 25. Juli 2000

CD Audio

 <p>HörTech Kompetenzzentrum für Hörgeräte-Systemtechnik</p>	<p>HörTech gGmbH Marie-Curie-Straße 2 D-26129 Oldenburg Tel: (0441) 2172-200 Fax: (0441) 2172-250 Email: info@HoerTech.de</p>	<p>Geschäftsführer: Stephan Albani</p> <p>Gerichtsstand: Amtsgericht Oldenburg HR B 5035</p>	<p>Bankverbindung: Bremer Landesbank BLZ 290 500 00 Konto Nr.: 300 841 500 0</p>
--	--	--	---

Einleitung

Eine Schwerhörigkeit wird von den meisten Menschen besonders durch ihre Probleme bei der Kommunikation in geräuschbehafteter Umgebung bemerkt. Um ein realistisches Maß für diese Fehlhörigkeit zu erhalten, werden in der Hördiagnostik und Rehabilitation Sprachverständlichkeitstests im Störgeräusch durchgeführt. Die Alltagssituation kann möglichst genau nachgebildet werden, indem Satztests im Störgeräusch verwendet werden, bei denen als Nutzsignal ganze Sätze dargeboten werden. Mit diesen Tests wird die **SprachVerständlichkeitsSchwelle** im Störgeräusch (**SVS**, entspricht 50 % Sprachverständlichkeit, wobei die Anzahl der richtig verstandenen Wörter gezählt wird) ermittelt.

Das Sprachmaterial des Oldenburger Satztests (**olsa**) setzt sich aus 40 Testlisten von je 30 Sätzen (aufgeteilt in je drei Blöcken zu zehn Sätzen) zusammen. Die Sätze haben jeweils die Form: *Name Verb Zahlwort Adjektiv Objekt* mit zufälliger Kombination aus einem Inventar von insgesamt 50 Wörtern. Dadurch sind die Sätze nicht unbedingt sinnvoll, so daß die Listen sich nicht auswendig lernen lassen und daher mit ihnen wiederholt gemessen werden kann.

Als Störschall wird ein sprachsimulierendes Rauschen verwendet, das im Langzeitspektrum mit dem des Satzmaterials übereinstimmt (siehe Details im **olsa**-Hintergrundwissen und bei Wagener et al. 1999a,b,c).

Die **SprachVerständlichkeitsSchwelle** wird mittels einer adaptiven Steuerung ermittelt. Dabei wird das Störgeräusch in der Messung bei einem festen Pegel dargeboten. Der Pegel der Sprache wird adaptiv, d.h. gemäß der Antwort der Testperson, verändert, um so die **SVS** möglichst effizient zu bestimmen.

Der **olsa** ist besonders für Messungen mit stark schwerhörenden Testpersonen und Cochlea Implantat Trägern geeignet, die mit anderen, schneller gesprochenen Tests (z. B. dem Göttinger Satztest) Probleme haben.

Sie können die Messungen mit dem **olsa** am besten beurteilen, wenn Sie selbst einige Messungen durchgeführt haben. **Nehmen Sie als Testperson am olsa teil, um den Test kennenzulernen.**

Technische Voraussetzungen

- **Das olsa-Paket**

Das **olsa**-Paket umfaßt:

- Zwei Compact Discs mit Aufnahmen der Testsätze, des sprachsimulierenden Störgeräuschs und des Kalibrierungssignals
- Ein Handbuch zur detaillierten Einführung in die Anwendung des **olsa** sowie Hintergrundinformationen
- Ein Set mit Auswertungsbögen für die Durchführung und Analyse des **olsa**
- Ein Handzettel zur adaptiven Durchführung des Tests als Gedankenstütze

- **Audiometeraufbau**

Die Durchführung des **olsa** erfordert ein zweikanaliges Audiometer mit 1 dB Schrittweite der Pegelregelung und freifeldentzerrtem Audiometrie-Kopfhörer sowie einen CD-Spieler. Für Messungen im Freifeld (versorgte Messungen) und zur Bestimmung binauraler Parameter (ILD, BILD) mit dem **olsa** wird ein schallisolierter Raum mit zwei Lautsprechern benötigt. Die technische Ausrüstung muß den Anforderungen gemäß BIAP-Empfehlung 06/2, 1985, genügen.

- **Kalibrierung**

Um den **olsa** richtig durchführen zu können, muß die Apparatur kalibriert sein.

Die **olsa**-CDs sind wie der Freiburger Wörtertest (Westra CD Nr. 1) ausgepegelt, so daß zwischen den Test-CDs gewechselt werden kann, ohne daß Veränderungen an der Kalibrierung der Meßapparatur nötig sind.

Als Kalibriersignal dient jeweils der Track 61 auf den **olsa**-CDs, der aus einem 72 s langem CCITT-Rauschen besteht.

- **Lautsprecher**

Falls die Darbietung nicht über Kopfhörer, sondern im Freifeld erfolgen soll und Sie mit Ihrem Audiometer noch nicht im Freifeld gemessen haben, beachten Sie bitte die folgenden Hinweise: Es müssen Lautsprecher verwendet werden, die eine möglichst flache Übertragungsfunktion im Frequenzbereich von 250 Hz bis 6 kHz aufweisen. Sie sollten keine Mehrkanal-Lautsprecher verwenden, bei denen Hoch- und Tieftöner weit auseinanderliegen (mehr als 10 cm). Diese Trennung von Hoch- und Tieftönern könnte die Wahrnehmung der Signale beim Richtungshören beeinflussen. Die Lautsprecher werden mit Hilfe eines Mikrofons kalibriert, das an dem Ort plaziert wird, an dem sich während der Messung der Kopf der Testperson befindet (näherungsweise 100-120 cm über dem Boden). Die Lautsprecher sollten für binaurale Messungen im 90° Winkel im Raum angeordnet sein.

Der Track 61 auf der **olsa**-CD besteht aus einem 72 s langem CCITT-Rauschen, mit dem Sie die Lautsprecher auf den Pegelwert von 65 dB (SPL) kalibrieren können. Die Differenz der Raumübertragungsfunktionen beider Lautsprecher sollte im gleichen Frequenzbereich 3 dB nicht übersteigen.

- **Anforderungen an den Meßraum für Freifeldmessungen**

Bevor Sie mit dem **olsa** binaurale Parameter wie z. B. die BILD/ILD (siehe Hintergrundwissen) bestimmen, prüfen Sie, ob Ihr Meßraum für derartige Messungen geeignet ist. Unterschiede in den raumakustisch wichtigen Größen, wie Raumgröße und Reflexionseigenschaften der Raumboflächen, können zu signifikanten Unterschieden in der Hörwahrnehmung führen. Ihr Meßraum kann zur Bestimmung binauraler Größen verwendet werden, wenn die mittlere ILD für Normalhörende größer als 6 dB und die BILD größer als 3 dB ist. Um dies zu überprüfen, führen Sie den Test im eigenen Meßraum mit einigen normalhörenden Testpersonen (ca. 10) durch. Diese Messungen sollten sorgfältig dokumentiert werden, da sie somit auch die Referenzdaten für Normalhörende für speziell Ihren Meßraum erhalten.

Ist Ihr Meßraum für binaurale Messungen geeignet, empfehlen wir, die von Ihnen ermittelten Durchschnittswerte der Vergleichsmessungen für Normalhörende auf jedem **olsa**-Auswertungsbogen einzutragen.

- **Testmaterial**

Auf den beiden **olsa**-Compact Discs befinden sich jeweils 20 Testlisten von je 30 Sätzen. Die einzelnen Tracks beinhalten jeweils 10 Sätze der Testlisten, so daß bei der Messung einer Testliste mit 30 Sätzen die auf dem **olsa**-Formular angegebenen drei aufeinanderfolgenden Tracks verwendet werden.

Auf dem rechten Kanal der CD sind die Testsätze aufgezeichnet. Zwischen den Sätzen ist jeweils eine Pause von 4 s, in der die Testperson den Satz wiederholen kann. Wird ein längerer Zeitraum zur Antwort benötigt, sollte die ‚Pause‘-Taste des CD-Spielers benutzt werden.

Auf dem linken Kanal der CD ist das Störgeräusch aufgezeichnet. Es beginnt jeweils eine halbe Sekunde vor den Sätzen und dauert eine halbe Sekunde länger.

Für Messungen mit digitalen Hörgeräten, deren Algorithmen lange Einschwingzeiten aufweisen, muß mit einem kontinuierlichen Störgeräusch gemessen werden. Möchten Sie derartige Messungen durchführen, wenden Sie sich bitte an das Hörzentrum Oldenburg, bei dem Sie die entsprechende Rausch-CD erhalten. Sie benötigen außerdem einen zusätzlichen CD-Spieler, um beide CDs gleichzeitig abspielen zu können.

Durchführung des olsa

Beim Oldenburger Satztest wird die **SprachVerständlichkeitsSchwelle (SVS)** im Störgeräusch ermittelt (die **SVS** ist der Signal-Rausch-Abstand, der zu 50% Verständlichkeit führt).

- **Instruktion der Testperson**

Für das Ergebnis der Messung ist es wichtig, daß Sie Ihre Testpersonen richtig auf die Messungen vorbereiten. Sie sollten die Testpersonen möglichst einheitlich instruieren, damit es nicht zu unterschiedlichen Einflüssen auf die Messung kommt. Sie können sich hierbei an der nachfolgenden Formulierung orientieren, die als Handzettel dem **olsa**-Paket beiliegt:

Dies ist ein Test, um festzustellen, wie gut Sie Sprache in geräuschvoller Umgebung verstehen können.

Hierzu werden Ihnen Sätze dargeboten, die von einer männlichen Stimme gesprochen werden.

Jeder Satz besteht aus 5 Wörtern der Struktur: Name Verb Zahl Adjektiv Objekt.

(z.B. Ulrich schenkt sieben schwere Sessel.)

Die Sätze sind nicht unbedingt sinnvoll. Zusätzlich zu der Sprache wird ein Rauschen dargeboten.

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

Während der Messung wird die Sprache in der Lautstärke verändert. Sie kann dadurch teilweise sehr leise sein. Lassen Sie sich dadurch bitte nicht entmutigen. Für die Aussagekraft der Messung ist es wichtig, diese Messung unter schwierigen Bedingungen durchzuführen.

Haben Sie noch Fragen?

- **Manuelle adaptive Steuerung**

Zur Bestimmung des SVS wird der Pegel des Sprachsignals während der Messung adaptiv geregelt. Abhängig von der Anzahl der richtig wiederholten Wörter wird der Pegel der nachfolgenden Satzdarbietung verändert. Tabelle 1 (Seite 6) zeigt die Größen der Pegeländerungen: Wiederholt die Testperson z. B. ein Wort des ersten Satzes richtig, so wird der Pegel des zweiten Satzes um 2 dB angehoben. Werden z. B. im achten Satz 3 Wörter richtig wiedergegeben, so wird der Pegel unverändert dargeboten. Die von der Testperson richtig wiederholten Wörter werden von der Versuchsleitung auf dem **olsa**-Auswertungsbogen markiert, ebenso werden dort die Darbietungspegel notiert. Bei Messungen mit 30 Sätzen wird der SVS als Mittelwert der letzten 20 Darbietungspegel berechnet, bei Messungen mit 20 Sätzen erfolgt die Mittelung über die letzten 10 Darbietungspegel.

Dieses adaptive Meßverfahren erlaubt eine genaue Bestimmung der Sprachverständlichkeitsschwelle im Störgeräusch bei minimalem Zeitaufwand.

- **Training**

Üben Sie die Durchführung des Tests mit der Testperson, indem Sie mindestens eine Liste als Trainingsliste messen. Wenn Sie eine Trainingsliste mit 30 Sätzen verwenden, so kann der Trainingseffekt (Größenordnung 1-2 dB) um ca. 1 dB verringert werden.

Die SVS der Trainingsliste kann jedoch nicht als Ergebnis gewertet werden, da sie mit großer Wahrscheinlichkeit zu hoch liegt. Erst die SVS der darauffolgenden Messung kann als Meßergebnis interpretiert werden.

- **olsa-Auswertungsbogen**

Um eine adäquate Dokumentation der Messung zu gewährleisten, ist es notwendig, den **olsa**-Auswertungsbogen vollständig auszufüllen.

Im Identifikationsabschnitt werden Name der Versuchsleitung, Name und Geburtsdatum der Testperson sowie Datum/Uhrzeit der Messung eingetragen. Zusätzlich ist es notwendig, den Störgeräuschpegel (in der Regel 65 dB (SPL)) anzugeben. Geben Sie an, ob die Messung mit oder ohne Hörgeräte durchgeführt wurde. Gegebenenfalls tragen Sie die Art des rechten und/oder des linken Hörgeräts sowie die Art des Hörverlusts ein.

Tragen Sie die Ergebnisse Ihrer Kontrollmessung mit normalhörenden Versuchspersonen (s. Seite 2, Anforderungen an den Meßraum für Freifeldmessungen) als Zahlenwerte in die Grafik für die Ergebnisdarstellung ein.

Jeder **olsa**-Auswertungsbogen zeigt 6 bzw. 7 der 40 Testlisten von jeweils 30 Sätzen.

- **Messung**

Die SVS im Störgeräusch wird als das Verhältnis in dB zwischen dem Pegel des Sprachsignals und dem Pegel des Störgeräuschs (in der Regel 65 dB (SPL)) bestimmt.

Vorbereitung

1. Schalten Sie das Audiometer und den CD-Spieler ein.
2. Legen Sie die **olsa**-CD in den CD-Spieler ein.

Im Falle von Kopfhörmessungen fahren Sie mit Punkt 4 fort.

3. Bitten Sie die Testperson bei Freifeldmessungen, den Blick auf den Lautsprecher zu richten, aus dem die Sprachsignale vorgespielt werden. Achten Sie darauf, daß die Testperson während der Messung aufrecht sitzt, den Kopf nicht zur Seite bewegt und sich nicht nach vorne lehnt.

- (a) Für Messungen mit dem Sprachsignal und dem Störgeräusch aus derselben Richtung (Konfiguration: S_0N_0) setzen Sie die Testperson mit Blick auf den linken Lautsprecher. Schalten Sie beide Eingangskanäle des Audiometers auf den linken Ausgangskanal des Audiometers, so daß Sprachsignal und Störgeräusch über denselben Lautsprecher dargeboten werden.
 - (b) Ziehen Sie, wenn nötig, den zweiten Lautsprecher vom Audiometer ab.
 - (c) Für die Messung mit dem Sprachsignal von vorn und dem Störgeräusch von rechts (S_0N_{90}) setzen Sie die Testperson mit Blick auf den linken Lautsprecher. Das Sprachsignal wird über den linken Lautsprecher ausgegeben, das Störgeräusch über den rechten Lautsprecher.
 - (d) Für die Messung mit dem Sprachsignal von vorn und dem Störgeräusch von links (S_0N_{90}) setzen Sie die Testperson mit Blick auf den rechten Lautsprecher. Das Sprachsignal wird über den rechten Lautsprecher ausgegeben, das Störgeräusch über den linken Lautsprecher.
4. Bereiten Sie die Testperson auf die Messung vor wie oben beschrieben.

• **Durchführung**

1. Leiten Sie den rechten Kanal des CD-Spielers mit dem Sprachsignal und den linken Kanal des CD-Spielers mit dem Störgeräusch auf die von Ihnen gewünschten Ausgangskanäle des Audiometers. Bei Freifeld-Wiedergabe können Störgeräusch und Sprachsignal aus verschiedenen Lautsprechern wiedergegeben werden, bei Kopfhörer-Wiedergabe oder Verwendung von nur einem Lautsprecher müssen beide Kanäle im Audiometer gemischt werden.
2. Stellen Sie am Audiometer den Kanal mit dem Störgeräusch auf den Pegelwert, der dem gewünschten Ausgangsschalldruck entspricht (in der Regel 65 dB (SPL)).
3. Instruieren Sie die Testperson anhand des beiliegenden Handzettels über den Meßvorgang.
4. Führen Sie am Beginn der Meßreihe mit der Testperson die Messung einer Trainingsliste durch. Dadurch wird der Lerneffekt, der beim **olsa** auftritt, verringert.
5. Um ein möglichst genaues Meßergebnis zu erhalten, empfehlen wir, mit Testlisten von 30 Sätzen zu messen. Wenn Sie eine niedrigere Genauigkeit in Kauf nehmen, können Sie auch mit 20 Testsätzen pro Liste messen (die Meßdurchführung für 20 Sätze steht im folgenden in Klammern).

Eine Darbietung von nur 10 Sätzen liefert nur einen groben Schätzwert für die Sprachverständlichkeitsschwelle, der nicht als Ergebnis verwendet werden kann!

6. Spielen Sie den ersten Satz der von Ihnen ausgewählten Liste (entweder als Übungs- oder Testliste) bei einem Signal-Rausch-Abstand von 0 dB S/N ab (d.h. beim Störgeräusch-Pegel von 65 dB (SPL) wird der Satz auch bei 65 dB (SPL) dargeboten). Tragen Sie den Sprachpegel in das umrandete Anfangsfeld auf dem Formular ein. Unterbrechen Sie nach der Darbietung des Satzes die CD mit der Pause-Taste, damit die Testperson den Satz wiederholen kann.
7. Verwenden Sie für die weiteren Sätze das in der Tabelle 1 (Seite 6) beschriebene adaptive Verfahren:
 - (a) Für die Darbietungspegel der Sätze 2 bis 5 verwenden Sie die Regel wie in der linken Spalte der Tabelle.
 - (b) Für die Darbietungen der Sätze 6 bis 30 (6 bis 20) verwenden Sie die Regel wie in der rechten Spalte der Tabelle.

Notieren Sie die jeweiligen Darbietungspegel auf dem **olsa**-Auswertungsbogen.

8. Berechnen Sie aus der Antwort von Satz 30 den Darbietungspegel für Satz 31 (dieser wird nicht mehr dargeboten) und tragen Sie diesen Pegelwert auf dem **olsa**-Auswertungsbogen ein (bei der Durchführung mit nur 20 Sätzen berechnen Sie den Darbietungspegel für Satz 21 aus der Antwort des 20. Satzes).
9. Addieren Sie die Darbietungspegel von Satz 12 bis Satz 31 (Satz 12 bis 21).
10. Teilen Sie das Ergebnis durch 20 (10) und subtrahieren Sie den Störgeräusch-Pegel.
11. Das Ergebnis ist die Sprachverständlichkeitsschwelle im Störgeräusch in dB S/N. Sie wird ausgedrückt als das Verhältnis zwischen dem Pegel des Sprachsignals und dem Pegel des Störgeräuschs.

Table 1: Adaptive Pegeländerungen für die manuelle Durchführung des *olsa*

Satz 2 bis 5		Satz 6 bis 31 (21)	
Anzahl richtiger Wörter des vorangehenden Satzes	Pegeländerung [dB]	Anzahl richtiger Wörter des vorangehenden Satzes	Pegeländerung [dB]
5	-3	5	-2
4	-2	4	-1
3	-1	3	0
2	+1	2	0
1	+2	1	+1
0	+3	0	+2

• **Beispiel**

Bei der von uns empfohlenen Messung einer Testliste mit 30 Sätzen:

Satz	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Darbietungspegel [dB (SPL)]	60	62	62	61	60	58	59	61	61	59

Satz	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Darbietungspegel [dB (SPL)]	58	57	58	59	59	59	58	58	59	59

Addition der Werte aus Satz 12 bis 31:

$$60+62+62+61+60+58+59+61+61+59+58+57+58+59+59+59+58+58+59+59 = 1187$$

Teilen durch 20:

$$1187 / 20 \approx 59,4$$

Die **SVS** beträgt:

$$59,4 \text{ dB (SPL)} - 65 \text{ dB (SPL)}^* = - 5,6 \text{ dB S/N}$$

* Falls mit einem anderen Störgeräuschpegel als 65 dB (SPL) gemessen wurde, muß der verwendete Pegel abgezogen werden.

Bei der Messung einer Testliste mit nur 20 Sätzen:

Satz	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Darbietungspegel [dB (SPL)]	60	62	62	61	60	58	59	61	61	59

Addition der Werte aus Satz 12 bis 31:

$$60+62+62+61+60+58+59+61+61+59 = 603$$

Teilen durch 10:

$$603/10 = 60,3$$

Die **SVS** beträgt:

$$60,3 \text{ dB (SPL)} - 65 \text{ dB (SPL)**} = -4,7 \text{ dB S/N}$$

Meßgenauigkeit

Wenn Sie den Oldenburger Satztest nur mit 20 anstatt mit 30 Sätzen durchführen, wird die Meßgenauigkeit schlechter. Nach der Darbietung von 10 Sätzen erhalten Sie mit dem darzubietenden Signal-Rausch-Abstand des 11. Satzes nur einen groben Schätzwert für die Sprachverständlichkeitsschwelle, der nicht als Ergebnis verwendet werden kann!

Verwenden Sie, wenn möglich, 30 Testsätze für jede Messung, um die SVS besonders effizient zu bestimmen.

- **Überprüfung der Ergebnisse**

Sehr selten werden die Ergebnisse des **olsa** keinen Sinn ergeben. Wenn Sie einige Erfahrungen mit dem **olsa** gemacht haben, werden Sie schnell entscheiden können, wann es notwendig ist, den Test zu wiederholen. Im folgenden sind einige Situationen aufgeführt, die eine Wiederholung des Tests nahelegen:

1. Falls die Testperson sehr aufgeregt, beunruhigt oder verängstigt ist, oder wenn der Testablauf durch unerwarteten Lärm von außen in seinem Ablauf gestört wurde, dann sollten Sie die betreffende Messung mit dem **olsa** mit einer neuen Testliste wiederholen.
2. Unterschiede zwischen den Ergebnissen von einer Messung und ihrer Wiederholung von bis zu 2 dB sind (bei der Verwendung von 30 Sätzen pro Liste) für einzelne Testpersonen normal und bedürfen keiner weiteren Aufmerksamkeit.

Falls Sie mit einer Testperson den **olsa** schon einmal durchgeführt haben und diese Testperson bei einem neuen Testdurchlauf unter exakt denselben Testbedingungen signifikant andere Ergebnisse liefert (mehr als 2 dB Unterschied in der SVS), könnte eine Wiederholung des Tests sinnvoll sein. Ein zweiter Testdurchlauf wird klären, ob die gemessene SVS verlässlich ist.

** Falls mit einem anderen Störgeräuschpegel als 65 dB (SPL) gemessen wurde, muß der verwendete Pegel abgezogen werden.

3. Sind die Darbietungspegel der Sätze 21-31 (bzw. der Sätze 11-21 bei der Messung mit nur 20 Testsätzen) entweder kontinuierlich angestiegen (siehe Abbildung 1 Links) oder stets geringer geworden (siehe Abbildung 1 Rechts), so liegen in der Meßphase der Messung keine Umkehrpunkte der Pegelwerte vor. Die Messung sollte mit einer anderen Testliste wiederholt werden, wobei Sie mit dem Darbietungspegel des Satzes 31 aus der vorigen Messung beginnen.

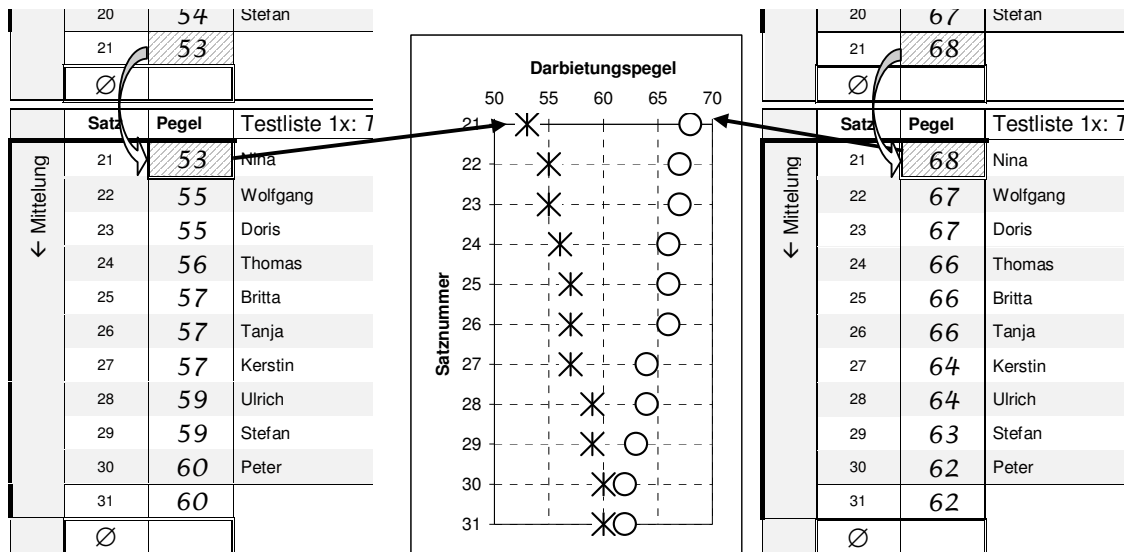


Abbildung 1:

Links: Beispiel für einen kontinuierlichen Anstieg der Darbietungspegel der Sätze 21-31. Bei einer derartigen Meßphase liegen keine Umkehrpunkte der Pegelwerte vor, um die Sprachverständlichkeitsschwelle zu bestimmen.

Rechts: Beispiel für stetig geringer werdende Darbietungspegel der Sätze 21-31. Bei einer derartigen Meßphase liegen keine Umkehrpunkte der Pegelwerte vor, um die Sprachverständlichkeitsschwelle zu bestimmen.

Dokumentieren Sie den Meßablauf mit Hilfe des **olsa**-Auswertungsbogen so, daß eine dritte Person ohne Ihre Anwesenheit die Durchführung der Messung nachvollziehen kann. Auch Unstimmigkeiten bei der Interpretation lassen sich dadurch leichter erkennen.

- **Interpretation der Ergebnisse**

Mit dem **olsa** wird die SVS im Störgeräusch, ausgedrückt in dB S/N, bestimmt.

Absolute SVS

Die gemessenen Sprachverständlichkeitsschwellen im Störgeräusch können mit den Daten für Normalhörende verglichen werden (**olsa**-Hintergrundwissen und grauer Bereich im Sprachaudiogramm auf dem **olsa**-Auswertungsbogen).

SVS Unterschiede

Wenn Sie zwei **olsa**-Messungen durchführen, die sich in nur einer Konfigurationsgröße unterscheiden (z. B. unversorgt – mit Hörgerät; monaural – binaural; ein Hörgerät – zwei Hörgeräte; ein Hörgerät – ein anderes Hörgerät; Störgeräusch von vorne – Störgeräusch von der Seite; etc.), so ergibt die Differenz der SVS-Werte eine relative SVS.

Der Vergleich der Ergebnisse von Messungen mit Störgeräusch von vorn und von der Seite (ILD) zeigt, inwieweit die Testperson Nutzen aus den räumlichen Wahrnehmungsmerkmalen der Signale ziehen kann.

Wenn die zu erwartenden Sprachverständlichkeitsunterschiede zwischen zwei Meßkonfigurationen gering sind (z.B. ähnliche Hörgeräte bzw. Hörgeräte-Einstellungen), sollten Sie mit 30 Sätzen pro Liste messen (höchste Genauigkeit). Sind die zu erwartenden Sprachverständlichkeitsunterschiede groß (z.B. unversorgt – versorgt), liefern Messungen mit 20 Sätzen pro Liste eine ausreichende Genauigkeit.

Beachten Sie bei der Bewertung der Unterschiede in dB, daß eine Verbesserung des Signal-Rausch-Abstands um 1 dB zu einer Verbesserung der Sprachverständlichkeit von bis zu 17 % (Maximalwert für Normalhörende) führen kann. Diese großen Änderungen in der zugehörigen Verständlichkeit erfordern eine hohe Genauigkeit in der Bestimmung des Signal-Rausch-Abstands. Das Training der Testperson und die Verwendung von 30 Testsätzen pro Liste führen zu solch einer Genauigkeit von 1 dB.

Hintergrundwissen

Einleitung

Der Oldenburger Satztest wurde in der Arbeitsgruppe „Medizinische Physik“ (Ltg. Prof. Dr. Dr. Kollmeier) an der Universität Oldenburg unter maßgeblicher Beteiligung von Kirsten Wagener entwickelt, optimiert und evaluiert. Die Aufsprache mit dem Sprecher Dr. Sotscheck wurde an der Universität Oldenburg durchgeführt. Die Produktion des **olsa**-Testpakets erfolgte am Hörzentrum Oldenburg.

Mit dem Test wird die **SprachVerständlichkeitsSchwelle** (die SVS ist der Signal-Rausch-Abstand, der zu 50 % Verständlichkeit führt) im Störgeräusch ermittelt.

Entwicklung des olsa

Aus der Notwendigkeit heraus, einen Sprachtest im Störgeräusch zur Verfügung zu haben, dessen Anzahl der Testlisten möglichst unbeschränkt und der auch für stark schwerhörnde Testpersonen und Cochlea Implantat Träger geeignet ist, wurde der Oldenburger Satztest in Anlehnung an einen schwedischen Satztest von Björn Hagerman (1982) entwickelt. Eine genaue Beschreibung der Entwicklung des Oldenburger Satztest findet sich in Wagener et al. (1999a).

- **Sprachmaterial**

Das Sprachmaterial des **olsa** setzt sich aus einer Basisliste von 10 Sätzen à 5 Wörtern zusammen, die alle dieselbe Struktur aufweisen: *Name Verb Zahlwort Adjektiv Objekt* (siehe Tabelle 2). Die Phonemverteilung der Basisliste entspricht der mittleren Phonemverteilung der deutschen Sprache. Durch zufällige Auswahl aus den 10 Alternativen der jeweiligen Wortgruppen werden neue Sätze generiert. Um einen Kompromiß zwischen Aufnahme-/Optimierungs-/Evaluationsaufwand und Natürlichkeit des Satzklangs zu erhalten, wurden die einzelnen Sätze unter Berücksichtigung der Koartikulationseffekte (Verschleifungen zwischen Wortende und -anfang) generiert. Dazu wurden 100 Sätze derart aufgenommen, daß jeweils 10 Repräsentationen der einzelnen Wörter vorliegen, die am Ende jeweils die auftretenden Koartikulationen zum nachfolgenden Wort (10 Alternativen) beinhalten. Bei der Generierung der Testsätze konnte so immer die Repräsentation mit der passenden Verschleifung zum darauffolgenden Wort verwendet werden (siehe Abbildung 2).

Die Sätze wurden jeweils mit einer mittleren Sprechgeschwindigkeit gesprochen, so daß auch stark schwerhörnde Testpersonen und Cochlea Implantat Träger den Test durchführen können.

- **Störgeräusch**

Aus dem oben beschriebenen Sprachmaterial wurde durch zufällige Überlagerung der einzelnen Wörter das Störgeräusch generiert. Dieses Rauschen hat das gleiche Langzeitspektrum wie das Sprachmaterial des Tests, daher ist die verdeckende Wirkung optimal. Dies führt zu einer steilen Diskriminationsfunktion und damit zu einer hohen Meßgenauigkeit.

Tabelle 2: Basisliste des *olsa*

Name	Verb	Zahlwort	Adjektiv	Objekt
Peter	<u>bekommt</u>	drei	große	<u>Blumen.</u>
Kerstin	sieht	<u>neun</u>	kleine	Tassen.
Tanja	kauft	sieben	alte	Autos.
Ulrich	gibt	acht	<u>nasse</u>	Bilder.
Britta	schenkt	<u>vier</u>	schwere	Dosen.
Wolfgang	verleiht	fünf	grüne	<u>Sessel.</u>
Stefan	hat	zwei	teure	Messer.
Thomas	gewann	achtzehn	schöne	Schuhe.
<u>Doris</u>	nahm	zwölf	<u>rote</u>	Steine.
<u>Nina</u>	<u>malt</u>	elf	weiße	Ringe.

Doris || malt ...
 ... || **malt** || neun ...
 ... || **neun** || nasse ...
 ... || **nasse Sessel.**

Abbildung 2: Verdeutlichung der Generierung der Testsätze unter Berücksichtigung der Koartikulationen

Optimierung des *olsa*

Der Oldenburger Satztest wurde dahingehend optimiert, daß die einzelnen Testlisten bezüglich ihrer Verständlichkeit äquivalent sind und eine möglichst steile Diskriminationsfunktion aufweisen.

Eine genaue Beschreibung der Optimierung des Oldenburger Satztest findet sich in Wagener et al. (1999b).

- **Listenspezifische Diskriminationsfunktionen**

Die Abhängigkeit der Sprachverständlichkeit vom dargebotenen Signal-Rausch-Abstand (die Diskriminationsfunktion) kann durch die sogenannte logistische Modellfunktion beschrieben werden:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-4m(x-SVS)}}$$

Dabei bezeichnet *SVS* die Sprachverständlichkeitsschwelle und *m* die Steigung an dieser Stelle (die maximale Steigung der Funktion).

Diese allgemeine Abhängigkeit gilt für die Verständlichkeit eines einzelnen Worts, eines ganzen Satzes oder auch einer gesamten Testliste. Insbesondere für die Steigung der Diskriminationsfunktion einer Liste kann ein Zusammenhang mit der Steigung und den *SVSn* für die in der Liste enthaltenen Wörter angegeben werden: Man kann sich die

listenspezifische Diskriminationsfunktion als Faltung („Verschmierung“) der mittleren wortspezifischen Diskriminationsfunktion mit der Verteilung der SVS_n der einzelnen Wörter vorstellen (siehe Abbildung 3). Somit gibt die Steigung der mittleren wortspezifischen Diskriminationsfunktion die höchstmögliche Steigung an (die nur bei delta-Peak-förmiger SVS-Verteilung der listenspezifischen Steigung entspräche). Je breiter die Verteilung der Sprachverständlichkeitsschwellen der Wörter ist, umso flacher ist die Diskriminationsfunktion (DF) der Testliste.

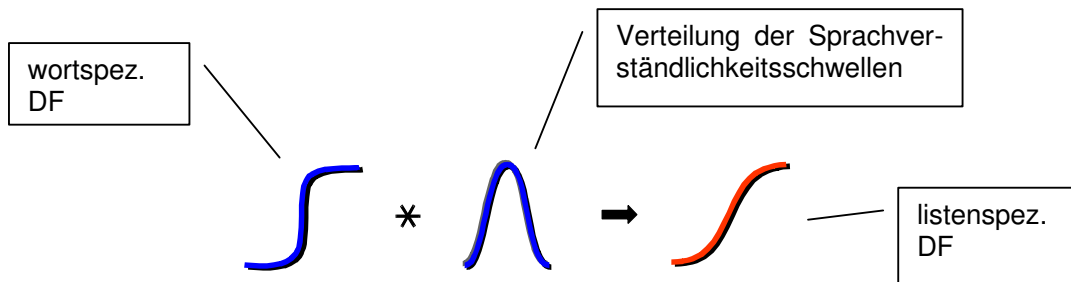


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen listenspezifischer, wortspezifischer Diskriminationsfunktion und Verteilung der Sprachverständlichkeitsschwellen

Um eine möglichst große listenspezifische Steigung zu erhalten, müssen die einzelnen Wörter im Pegel so variiert werden, daß die SVS-Verteilung im Idealfall delta-förmig ist. Dazu wurden die Diskriminationsfunktionen der einzelnen Wörter mit 12 normalhörenden Testpersonen bestimmt. Der darauf folgende Pegelgleich wurde auf maximal 2 dB begrenzt, um unnatürlich große Pegelsprünge innerhalb der einzelnen Sätze zu vermeiden.

Durch diese Art der Optimierung wurde die Äquivalenz der Testlisten bezüglich ihrer Verständlichkeit und eine hohe Steigung der listenspezifischen Diskriminationsfunktion von 17 %/dB erreicht.

Evaluation des olsa

Der Oldenburger Satztest wurde mit 20 normalhörenden Testpersonen evaluiert. Die Testlisten wurden im Hinblick auf die SVS und die Steigung der listenspezifischen Diskriminationsfunktionen, ihre Äquivalenz bezüglich der Verständlichkeit, den Lerneffekt und der Vorhersagbarkeit der einzelnen Sätze untersucht.

Eine genaue Beschreibung der Evaluation des Oldenburger Satztest findet sich in Wagner et al. (1999c).

- **Sprachverständlichkeitsschwellen und Steigung der listenspezifischen Diskriminationsfunktionen**

Die Evaluationsmessungen mit 20 normalhörenden Testpersonen (monaural, Kopfhörer-darbietung) ergaben eine mittlere Sprachverständlichkeitsschwelle (SVS) von -7,1 dB S/N und eine Steigung von 17 %/dB für die Diskriminationsfunktionen der Testlisten (s. Abbildung 4).

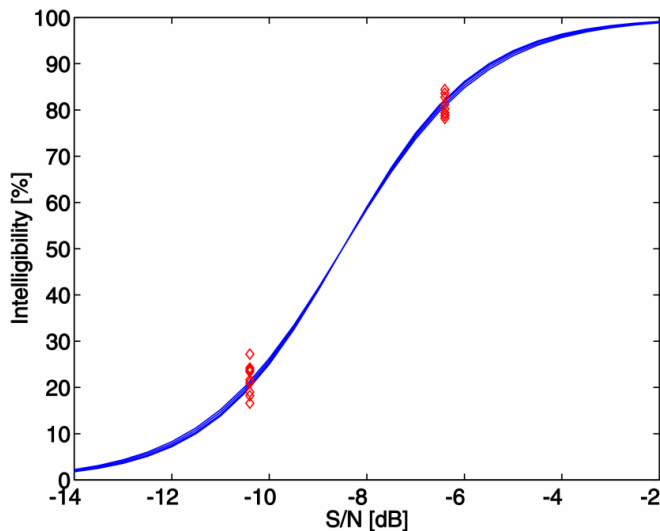


Abbildung 4: Durch die Evaluationsmessungen bestimmte Diskriminationsfunktionen der Testlisten

- **Äquivalenz bezüglich der Verständlichkeit**

Die Standardabweichung der mittleren SVS von $-7,1$ dB S/N beträgt $0,16$ dB S/N, die Standardabweichung der mittleren Steigung von 17 %/dB beträgt $1,65$ %/dB. Die Gleichheit von SVS und Steigung der einzelnen Testlisten wurde durch eine Rangvarianzanalyse nach Friedman überprüft. Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % kann die Nullhypothese, Gleichheit von SVS (bzw. Steigung) der einzelnen Listen, nicht abgelehnt werden.

Daher kann davon ausgegangen werden, daß die Auswahl der Testliste das Ergebnis nicht beeinflußt.

- **Lerneffekt**

Vor den Evaluationsmessungen durchliefen die 20 Testpersonen ein einheitliches Training mit sechs Testlisten von je 20 Sätzen. Diese Trainingslisten wurden bezüglich des Lerneffekts ausgewertet. Es zeigte sich, daß ein maximaler Lerneffekt von 2 dB auftrat, von denen 1 dB allein zwischen erster und zweiter Liste auftrat (siehe Abbildung 5).

Um den Lerneffekt zu verkleinern, muß vor jeder Messreihe eine Trainingsliste möglichst mit 30 Sätzen gemessen werden, da der Lerneffekt in der Größenordnung der nachzuweisenden SVS-Unterschiede liegt.

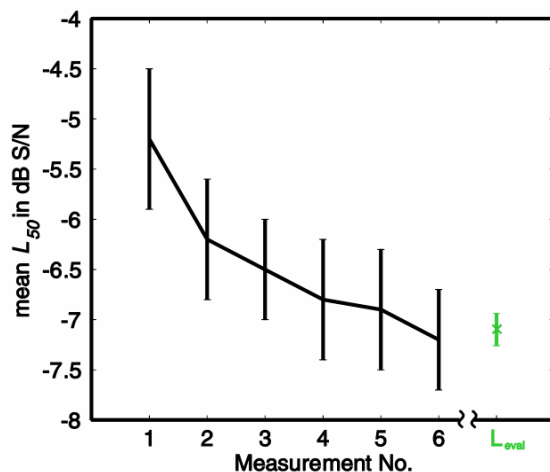


Abbildung 5: Darstellung des Trainingseffekts

- **Vorhersagbarkeit der Sätze**

Die Evaluationsmessungen wurden ebenfalls im Hinblick auf die Vorhersagbarkeit der einzelnen Sätze untersucht. Als Maß dafür, inwieweit von einzelnen Satzteilen auf den gesamten Satz geschlossen werden kann, wurde der j Faktor nach Boothroyd und Nitroer (1988) verwendet. Er ist definiert durch: $j = \frac{\log(p_s)}{\log(p_w)}$, wobei p_s die Wahrscheinlichkeit

bezeichnet, daß ein Satz komplett richtig verstanden wurde und p_w entspricht der Wahrscheinlichkeit, daß ein Wort richtig verstanden wurde. Es ergaben sich bei einem dargebotenen Signal-Rausch-Abstand von -5 dB S/N ein j Faktor von $j = 4,29$ und bei einem Signal-Rausch-Abstand von -9 dB S/N $j = 3,18$.

Das bedeutet, daß pro Satz im Mittel 4 voneinander statistisch unabhängige Wörter getestet werden. Satztests, die sinnbehaftete Sätze als Testsignal verwenden, zeigen deutlich kleinere j Faktoren (z. B. zeigt der Göttinger Satztest ein $j \approx 2,5$).

Sätze mit geringerer Vorhersagbarkeit können nicht so gut im Gedächtnis behalten werden wie stark vorhersagbare Sätze. Daher können die Testlisten des **olsa** auch häufiger mit den Testpersonen gemessen werden, so daß eine große Anzahl an wiederholbaren Testlisten zur Verfügung steht.

Binaurale Messungen

Messungen, bei denen das Sprachsignal und das Störgeräusch aus verschiedenen Richtungen kommen, bilden die alltägliche Situation besser nach als Messungen mit beiden Signalen aus derselben Richtung.

Durch die Bestimmung binauraler Parameter durch diese Art von Messungen kann z.B. der Vorteil einer beidohrigen Hörgeräteversorgung gegenüber einer monauralen Versorgung verdeutlicht werden. Im Folgenden wird die Bestimmung der Parameter „Intelligibility Level Difference“ (**ILD**) und „Binaural Intelligibility Level Difference“ (**BILD**) beschrieben.

Die Bestimmung der binauralen Parametern kann nur in dafür geeigneten Räumen erfolgen. Ein Raum gilt als geeignet, wenn die darin mit Normalhörenden gemessene ILD größer als 6 dB und die BILD größer als 3 dB ist.

- **Intelligibility Level Difference (ILD)**

Die „Intelligibility Level Diffence“ (**ILD**) quantifiziert den Nutzen, den die Testperson aus der räumlichen Auflösung von Sprache und Störgeräusch ziehen kann. Die ILD entspricht der Differenz zwischen der binauralen SVS bei der Darbietung der Sprache von vorne und des Störgeräusch von der Seite und der SVS, wenn Sprache und Störgeräusch von vorne dargeboten werden. Abbildung 6 oben verdeutlicht die Bestimmung der ILD: Als Referenz wird eine Messung der Sprachverständlichkeitsschwelle durchgeführt, wobei die Sprache und das Störgeräusch aus einem Lautsprecher vorne vor der Testperson (0° -Richtung) dargeboten werden (S_0N_0 -Situation). Dann wird die Sprache aus der 0° -Richtung und das Störgeräusch aus einem Lautsprecher rechts neben der Testperson (90° -Richtung) dargeboten und die SVS bestimmt (S_0N_{90} -Situation). Durch die Differenzbildung beider SVS wird die ILD bestimmt.

Durch den Kopfschatteneffekt und durch binaurale Verarbeitung kann die räumliche Trennung von Sprachsignal und Störgeräusch zu einer besseren SVS führen (Verbesserung bei Normalhörenden: ca. 6–12 dB). Dieser Nutzen wird durch die ILD erfaßt.

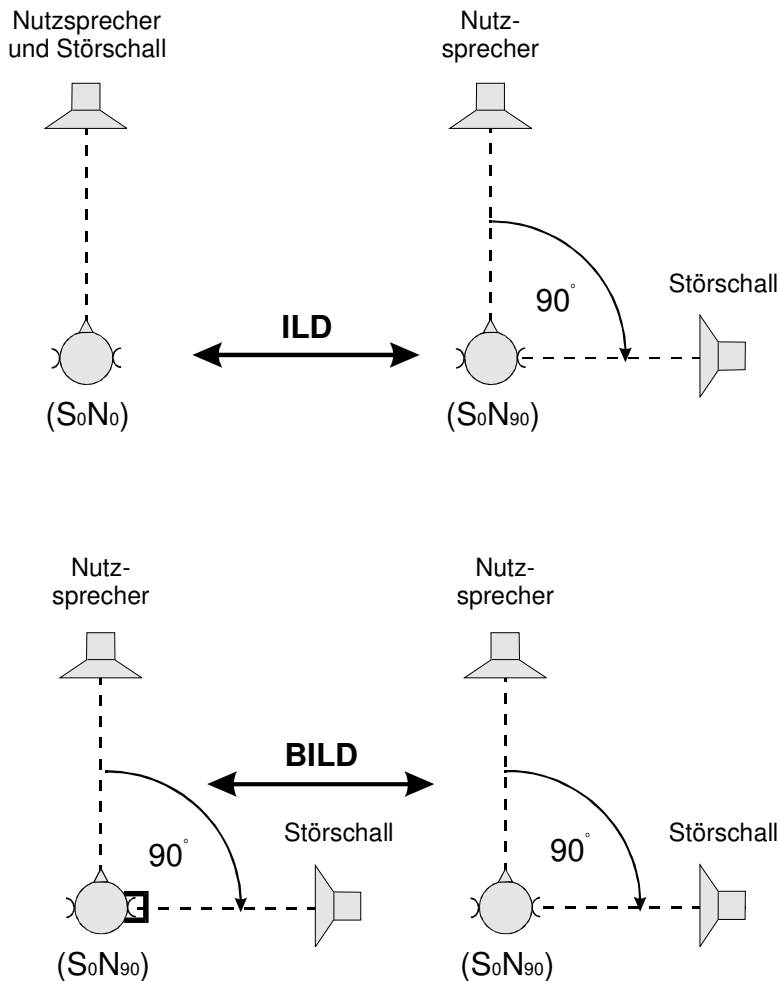


Abbildung 6:
 Darstellung der räumlichen Konfigurationen zur Bestimmung der ILD (oben) und BILD (unten).

- **Binaural Intelligibility Level Difference (BILD)**

Um Kopfabstimmungseffekt und binaurale Verarbeitung zu trennen, wird die „Binaural Intelligibility Level Difference“ (**BILD**) bestimmt (siehe Abbildung 6 unten):

Die Sprachverständlichkeitsschwelle in der binauralen Situation bei der S_0N_{90} -Darbietung wird mit der Schwelle verglichen, die in der monauralen Situation bei der S_0N_{90} -Darbietung mit Verstopfen des dem Störgeräusch zugewandten „schlechteren“ Ohrs erreicht wird.

Durch die binaurale Verarbeitung kann die binaurale Darbietung im Vergleich zur monauralen zu einer besseren SVS führen (Verbesserung bei Normalhörenden ca. 3–6 dB). Dies wird durch die BILD quantifiziert.

Literatur

- Wagener, K., Kühnel, V., Kollmeier, B. (1999a) „Entwicklung und Evaluation eines Satztests in deutscher Sprache I: Design des Oldenburger Satztests“. Z Audiol 38 (1), 4-15
 Wagener, K., Brand, T., Kollmeier, B. (1999b) „Entwicklung und Evaluation eines Satztests in deutscher Sprache II: Optimierung des Oldenburger Satztests“. Z Audiol 38 (2), 44-56
 Wagener, K., Brand, T., Kollmeier, B. (1999c) „Entwicklung und Evaluation eines Satztests in deutscher Sprache III: Evaluation des Oldenburger Satztests“. Z Audiol 38 (3), 86-95

Begriffe

- **Sprachverständlichkeitsschwelle (SVS)**

Die **SprachVerständlichkeitsSchwelle (SVS)** für Messungen im Störgeräusch ist definiert als Signal-Rausch-Abstand, bei dem 50 % der getesteten Wörter verstanden wurden.

- **Signal-Rausch-Abstand**

Der **Signal-Rausch-Abstand** ist definiert als das Verhältnis der Pegel von Sprachsignal und Störgeräusch. Da die Pegel logarithmisch - in dB - angegeben werden, werden bei der Berechnung des Signal-Rausch-Abstands die Pegel voneinander subtrahiert: Beträgt der Pegel des Sprachsignals z. B. 60 dB (SPL) und der des Störgeräuschs z. B. 65 dB (SPL), so beträgt der Signal-Rausch-Abstand (60 dB (SPL) – 65 dB (SPL) =) –5 dB (S/N).

Beim Oldenburger Satztest wird der Signalpegel als digitaler RMS-Wert verstanden. Auf diese Werte sind die Vergleichswerte für Normalhörende bezogen. Die Definition über digitale RMS-Werte unterscheidet sich um ca. 6 dB von derjenigen über mittlere Spitzenpegel.

- **Diskriminationsfunktion**

Trägt man die Verständlichkeit in Prozent über den Signal-Rausch-Abstand der Signale auf, so erhält man die **Diskriminationsfunktion** (siehe Abbildung 7). Die größte Steigung der Diskriminationsfunktion befindet sich an der Sprachverständlichkeitsschwelle. Mißt man die zu bestimmten Sprachverständlichkeiten gehörenden Signal-Rausch-Abstände, so ist die Meßgenauigkeit von der Steigung der Diskriminationsfunktion abhängig.

Um am effizientesten zu messen, wird daher (adaptiv) als Meßergebnis die Sprachverständlichkeitsschwelle bestimmt.

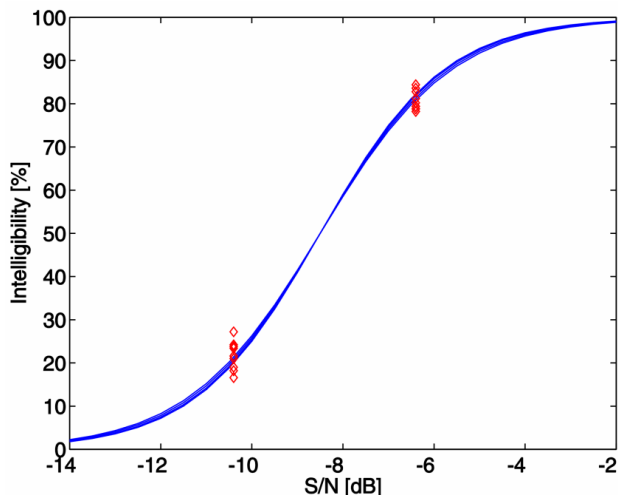


Abbildung 7: Diskriminationsfunktion des olsa für Normalhörende (aus Wagener et al., 1999c)

- **Adaptives Meßverfahren**

Bei einem **adaptiven Meßverfahren** für die Bestimmung der Sprachverständlichkeitsschwelle werden die einzelnen Darbietungspegel der Sätze abhängig von der vorhergehenden Antwort der Testperson ausgewählt: Wiederholt die Testperson z. B. vier Wörter des ersten Satzes richtig, so wird der Darbietungspegel des 2. Satzes um 2 dB verringert (siehe auch **olsa**-Handbuch: Manuelle adaptive Steuerung, Seite 4).

Ein adaptives Meßverfahren erlaubt eine möglichst effiziente Bestimmung der Sprachverständlichkeitsschwelle.