

Einfluß verschiedener Parameter auf die Sprachverständlichkeit im Störgeräusch

Kirsten Wagener, Thomas Brand, Birger Kollmeier
AG Medizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg, D-26111 Oldenburg

Einleitung

Aus der Motivation heraus, die verwendeten audiologischen Verfahren in Europa zu harmonisieren, wurden im EU-Projekt NATASHA (Network And Tools for the Assessment of Speech and Hearing Ability) die Spezifikationen für vergleichbare Sprachtests in den unterschiedlichen Sprachen aufgestellt.

Abgesehen vom unterschiedlichen Sprachmaterial gibt es in den unterschiedlichen Ländern verschiedene Herangehensweisen, die Sprachverständlichkeit von Sätzen in Rauschen zu bestimmen. In diesem Beitrag wird anhand von Messungen mit dem Oldenburger Satztest [5] bei Normalhörenden der Einfluß unterschiedlicher Meßparameter (absoluter Störgeräuschpegel, Art des Störgeräuschs, Art der Darbietung) auf die Sprachverständlichkeit im Störgeräusch untersucht.

Messungen

Mit 10 normalhörenden Probanden (5 Frauen, 5 Männer, mittleres Alter: 28,5 Jahre) wurden in einer schallisolierten Hörkabine monaurale Test-Retest Messungen mit dem Oldenburger Satztest über Kopfhörer (Sennheiser HDA200, freifeldentzerrt) in unterschiedlichen Meßkonfigurationen durchgeführt. Es wurden bei jeder Messung der L_{50} (Signal-Rausch-Verhältnis, bei dem 50% verstanden wurde) und die zugehörige Steigung m unter der Verwendung von 30 Testsätzen pro Messung bestimmt. Die Reihenfolge der gemessenen Konfigurationen wurde verwürfelt. Vor jeder Sitzung wurde eine Übungsliste durchgeführt (vor der ersten Sitzung zwei).

Die Meßkonfigurationen unterschieden sich in folgenden Parametern: **Rauschpegel:** 45, 55, 65, 75 und 80 dB SPL; die Pegel entsprechen ungefähr einem Bereich der empfundenen Lautheiten von leise bis laut.

Rauschart: *olnoise*, *icra1*, *icra5* und *icra7*; *olnoise* ist das aus dem Sprachmaterial des Oldenburger Satztests generierte unmodulierte sprachsimulierende Rauschen; *icra1* das unmodulierte ICRA-Rauschen; *icra5* das wie ein männlicher Sprecher modulierte ICRA-Rauschen; *icra7* das wie 6 SprecherInnen modulierte ICRA-Rauschen.

Darbietungsart: *synch*, *kont*, *inv*; *synch* bezeichnet die zum Sprachmaterial synchrone Störgeräuschdarbietung, das Rauschen setzt 0,5 s vor jedem Satzbeginn ein und endet jeweils 0,5s nach dem Satzende. Im Gegensatz dazu bedeutet *kont* die Verwendung eines kontinuierlichen Störgeräusch. In der Meßkonfiguration *inv* wurde der Sprachpegel konstant gehalten und der Störgeräuschpegel adaptiv verändert. In allen anderen Konfigurationen war es umgekehrt (fester Rauschpegel).

Pro Meßkonfiguration wurde jeweils nur ein Parameter variiert. Die ‚Grundeinstellung‘ war: Rauschpegel 65 dB SPL, Rauschart *olnoise*, Darbietungsart *synch*.

Test-Retest Messungen

Die Test-Retest Messungen wurden im Hinblick auf die mittlere Test-Retest Differenz sowie die inter- und intraindividuellen Standardabweichungen von L_{50} und m ausgewertet. Die intraindividuelle Standardabweichung aus zwei Meßwerten wurde nach [4] berechnet.

Abbildung 1 zeigt exemplarisch für die L_{50} -Werte bei unterschiedlichem Rauschpegel, daß in allen Konfigurationen zum Teil beträchtliche Unterschiede zwischen Test und Retest Messung auftreten. Bei allen Probanden war die Retest Messung besser als die 1. Messung. Aus den in Tabelle 1 aufgeführten mittleren Test-Retest Differenzen kann auf einen mittleren Lerneffekt zwischen Test und Retest Messung von ca. 0,8 dB S/N geschlossen werden.

Dieser ‚globale Lerneffekt‘ wurde im weiteren herausgerechnet, um nur den Einfluß der Meßparameter zu erfassen. Die Darbietungsart *inv* zeigt einen auffällig kleinen Lerneffekt von 0,3 dB S/N. Um den Lerneffekt zu minimieren, sollte daher evtl. in Zukunft bei Messungen mit Normalhörenden immer der Pegel des Störgeräuschs gegenüber dem konstanten Sprachpegel adaptiv verändert werden.

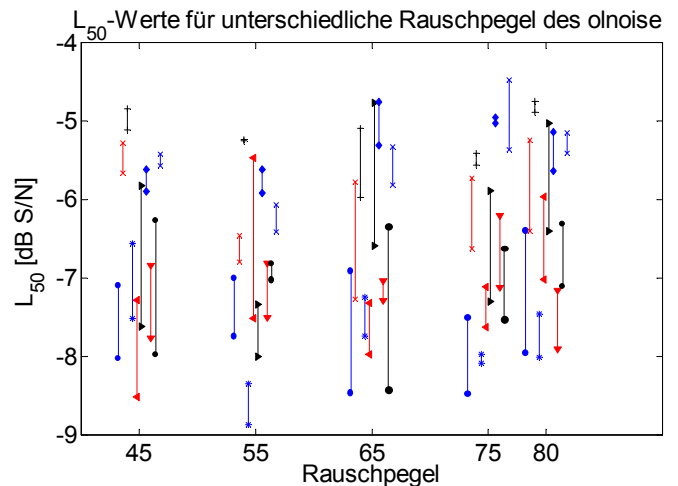


Abbildung 1: L_{50} -Werte Pegel des *olnoise* in Abhängigkeit vom Rauschpegel für 10 Normalhörende. Unterschiedliche Symbole kennzeichnen die verschiedenen Probanden. Die verbundenen Symbole zeigen die Werte von Test und Retest.

Tabelle 1: Mittlere Test-Retest Differenzen in dB S/N für die unterschiedlichen Parameter

45 dB	55 dB	65 dB	75 dB	80 dB	Mittel
0,9	0,6	0,9	0,7	0,5	0,8
icra1	icra5	icra7	kont	inv	
0,7	2,3	0,4	0,4	0,3	

Die mittleren inter- und intraindividuellen für die unterschiedlichen Parametergruppen (siehe Tabelle 2) zeigen ähnliche Werte für die Rauschpegel und die Darbietungsarten. Nach der Korrektur des Lerneffekts sind die Werte vergleichbar mit [1,2] (0,4 dB S/N und 0,5). Die Abweichungen in der Gruppe Rauschart wurden durch das stark modulierte Störgeräusch *icra5* verursacht. Durch die Modulationen kann in den ‚Tälern‘ besser verstanden werden, was zu einem erheblichen Absinken des L_{50} und der Steigung m führt.

Tabelle 2: Inter- und intraindividuelle Standardabweichungen in dB S/N für L_{50} und in %/dB für m für die unterschiedlichen Parametergruppen. $\sigma_{intra\ korreg}$ bezeichnet die intraindividuelle Standardabweichung des L_{50} nach Korrektur um den ‚globalen Lerneffekt‘ von 0,8 dB S/N

	Pegel	Rauschen	Darbietung
$\sigma_{L_{50}\ inter}$	1,0	1,7	0,9
$\sigma_{L_{50}\ intra}$	0,7	1,2	0,7
$\sigma_{intra\ korreg}$	0,4	1,0	0,6
$\sigma_m\ inter$	2,9	2,2	2,8
$\sigma_m\ intra$	4,0	2,6	4,7

Ergebnisse Rauschpegel

Abbildung 2 zeigt die mittleren L_{50} -Werte und Steigungen m mit den zugehörigen inter- und intraindividuellen Standardabweichungen in Abhängigkeit vom Rauschpegel. Die Gleichheit der mittleren L_{50} -Werte kann aufgrund einer Varianzanalyse auf dem 5%-Niveau nicht abgelehnt werden. Die Gleichheit der Steigungen m muß mit der Varianzanalyse abgelehnt werden. Nach einem nachgeschalteten modifizierten LSD-Test nach Hayter entstammen die verschiedenen mittleren Steigungen jedoch auf dem 5%-Niveau einer homogenen Gruppe.

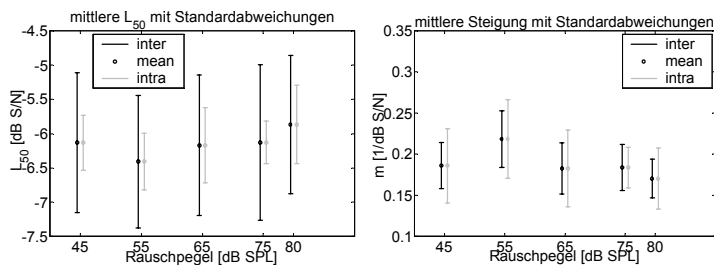


Abbildung 2: Mittelwerte (Kreise) sowie inter- und intraindividuelle (schwarz bzw. grau) Standardabweichungen für L_{50} und Steigung m in Abhängigkeit vom Rauschpegel.

Ergebnisse Rauschart

In Abbildung 3 sind die mittleren L_{50} -Werte und Steigungen m mit den zugehörigen inter- und intraindividuellen Standardabweichungen in Abhängigkeit von der Rauschart dargestellt. Die Gleichheit der mittleren L_{50} -Werte sowie der Steigungen m muß aufgrund einer Varianzanalyse auf dem 5%-Niveau abgelehnt werden. Ein nachgeschalteter LSD-Test zeigt für beide Meßgrößen drei signifikant voneinander unterschiedliche Gruppen: L_{50} und m der homogenen Gruppe *olnoise* und *icra1* sind größer als die Werte des Rauschens *icra7*, diese wiederum größer als diejenigen des Störgeräuschs *icra5*. Die unmodulierten Rauschen *olnoise* und *icra1* zeigen die am besten verdeckende Wirkung. Die Ergebnisse für diese Störgeräusche unterscheiden sich nicht. Die Ergebnisse für das stark modulierte Rauschen *icra5* sind quantitativ vergleichbar mit den Werten, die Hagerman mit seinem dem Oldenburger Satztest sehr ähnlichen Test bei moduliertem Störgeräusch gemessen hat ($L_{50} = -23$ dB S/N, $m = 9\%/dB$) [3].

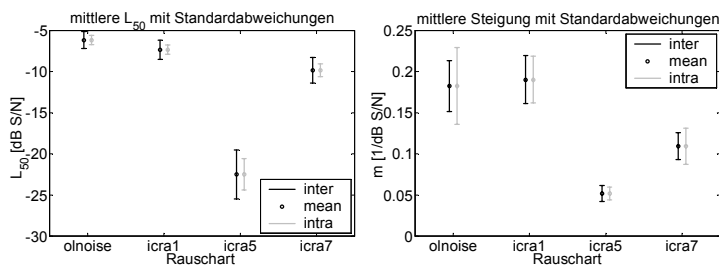


Abbildung 3: Mittelwerte (Kreise) sowie inter- und intraindividuelle (schwarz bzw. grau) Standardabweichungen für L_{50} und Steigung m in Abhängigkeit von der Rauschart

Ergebnisse Darbietungsart

Die mittleren L_{50} -Werte und Steigungen m mit den zugehörigen inter- und intraindividuellen Standardabweichungen in Abhängigkeit von der Darbietungsart sind in Abbildung 4 dargestellt. Aufgrund einer Varianzanalyse kann die Gleichheit der Steigungen m für die unterschiedlichen Darbietungsarten nicht abgelehnt werden (5%-Niveau). Die Gleichheit der L_{50} -Werte muß jedoch abgelehnt werden. Nach dem LSD-Test kann die Homogenität der Ergebnisse für die Darbietungsarten *inv* und *synch* auf dem 5%-Niveau nicht abgelehnt werden. Die Sprachverständlichkeitsschwellen dieser homogene Gruppe sind signifikant größer als diejenige der Darbietungsart *kont*. Die Ergebnisse deuten daraufhin, daß durch das Einsetzen des Rauschens kurz vor dem jeweiligen Testsatz (0,5 s vorher) die Verständlichkeit beeinträchtigt wird. Eventuell kann dies durch eine Art Zeitkonstante der menschlichen Störgeräuschunterdrückung erklärt werden. Analog dazu wird bei Sprachverständlichkeitmessungen im Störgeräusch mit digitalen Hörgeräten, die Algorithmen zur Störgeräuschunterdrückung beinhalten, immer mit kontinuierlichem Rauschen gemessen, da die Algorithmen einen ihren Zeitkonstanten gemäßen Störgeräuschvorlauf brauchen, um richtig arbeiten zu können.

Zusammenfassung und Ausblick

Bei den Test-Retest Messungen mit dem Oldenburger Satztest trat trotz der Durchführung von Trainingslisten für Normalhörende ein ‚globaler Lerneffekt‘ von 0,8 dB S/N auf.

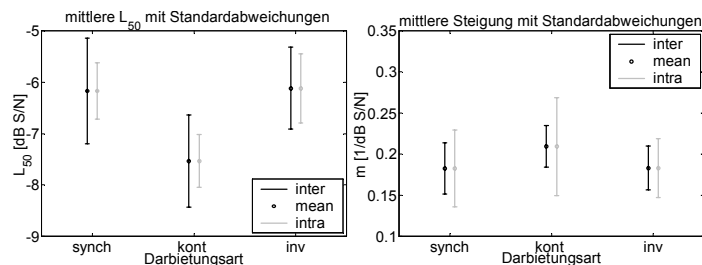


Abbildung 4: Mittelwerte (Kreise) sowie inter- und intraindividuelle (schwarz bzw. grau) Standardabweichungen für L_{50} und Steigung m in Abhängigkeit von der Darbietungsart

Wird der Pegel des Störgeräuschs adaptiv bei einem festen Sprachpegel variiert (Darbietungsart *inv*), so beträgt dieser Lerneffekt nur 0,3 dB S/N. Um zu verifizieren, ob in Zukunft diese Art der Darbietung bei Normalhörenden bevorzugt werden sollte, muß eine zusätzliche Studie durchgeführt werden, in der der Lerneffekt systematisch untersucht wird.

Es konnte keine Abhängigkeit der Sprachverständlichkeitsschwelle und der zugehörigen Steigung vom Absolutpegel des Rauschens gefunden werden.

Die modulierten Störgeräusche *icra5* und *icra7* führen zu signifikant niedrigeren Ergebnissen als die unmodulierten *olnoise* und *icra1*. Die Modulationstaler im stark moduliertem Rauschen *icra5* verbessern die Verständlichkeit einzelner Wörter, dies führt neben einer geringeren Schwelle zu einer flacheren Steigung.

Da kein Unterschied zwischen den unmodulierten Rauscharten *olnoise* und *icra1* nachgewiesen werden kann, ist es kein Problem, in Zukunft das im NATASHA-Projekt vereinbarte einheitliche Störgeräusch *icra1* für Sprachverständlichkeitsmessungen mit dem Oldenburger Satztest zu verwenden.

Die kontinuierliche Rauschdarbietung führt zu einer signifikant kleineren Schwelle als die Darbietungsarten *synch* und *inv*, zwischen denen kein Unterschied festgestellt werden konnte. Die Steigungen der drei verschiedenen Darbietungsarten zeigen ebenfalls keine Unterschiede. Als Erklärungsansatz für die bessere Verständlichkeit bei der Verwendung von kontinuierlichem Störgeräusch könnte eine Zeitkonstante der menschlichen ‚Störgeräuschunterdrückung‘, die größer als 0,5 s ist, gesehen werden.

Die hier für Normalhörende dargestellten Messungen werden zur Zeit für schwerhörende Probanden durchgeführt. Interessante Fragestellungen dabei sind, ob der ‚globale Lerneffekt‘ bei Schwerhörenden auch auftritt und ob der Unterschied zwischen nicht und stark moduliertem Rauschen kleiner ist, wenn Probleme mit der zeitliche Verarbeitung bestehen. Ebenfalls ist zu untersuchen, ob (durch schlechtere ‚Störgeräuschunterdrückung‘) der Unterschied zwischen kontinuierlichem und synchronem Störgeräusch kleiner wird.

Literatur

- [1] Brand, T. (1999): *Analysis and Optimization of Psychophysical Procedures in Audiology*. Dissertation, Universität Oldenburg.
- [2] Hagerman, B., Kinnefors, C. (1995): *Efficient Adaptive Methods for Measuring Speech Reception Threshold in Quiet and in Noise*. Scand Audiol No. 24, p. 71-77.
- [3] Hagerman, B. (1997): *Attempts to Develop an Efficient Speech Test in Fully Modulated Noise*. Scand Audiol No. 26, p. 93-98.
- [4] Plomp, R., Mimpen, A.M.. (1979): *Improving the Reliability of Testing the Speech Reception Threshold for Sentences*. Audiology No. 18, p. 43-52.
- [5] Wagener, K., Kühnel, V., Kollmeier, B. bzw. Wagener, K., Brand, T., Kollmeier, B. (1999): *Entwicklung und Evaluation eines Satztests für die deutsche Sprache I-III*. Zeitschrift für Audiologie No. 1, p. 4-15, No. 2, p. 44-56, No. 3, p. 86-95.