

Zur Verständlichkeit von Einsilbern in unterschiedlichen Störgeräuschen

I. STEPLINGER, H. FASTL, K. SCHORN*, F. BRÜGEL*

Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation, TU München, *Universitäts-HNO-Klinik, LMU München

Einleitung

Selbst bei einer beginnenden Schwerhörigkeit ist die Spracherkennung bei Nebengeräuschen bereits beeinträchtigt. Dies erklärt die Notwendigkeit von Sprachtests mit möglichst realitätsnahen Störgeräuschen. Aber auch eine Hörgeräteanpassung kann nur zum Erfolg führen, wenn sie bei den Situationen erfolgt, die typischerweise als kritisch für die Sprachdiskrimination mit Hörgeräten gelten, nämlich das Vorhandensein von Störgeräuschen. Im Hinblick auf die Optimierung von Meßverfahren zur Erfassung der erwähnten Probleme wurden vergleichende Studien zur Verständlichkeit von Einsilbern nach DIN 45621 (Freiburger Wörtertest) in drei unterschiedlichen Störgeräuschen sowohl mit normalhörenden als auch mit schwerhörigen Probanden durchgeführt. Erste Ergebnisse werden vorgestellt.

Messungen

In der vorliegenden Arbeit wurde das Sprachverständnis bei Verwendung des Freiburger Wörtertests nach DIN 45621 in drei Störgeräuschen bei verschiedenen Sprach-Geräuschabständen untersucht. Als Störgeräusche wurden Rauschen nach CCITT Rec. G. 227 sowie das Wörtergewirr nach Döring [1] und das Störgeräusch nach Fastl [2] verwendet. Figur 1 zeigt die Lautheits-Zeitfunktion der drei Störgeräusche. Das sprachsimulierende Rauschen nach CCITT hat eine konstante Lautheit. Das Wörtergewirr nach Döring besitzt geringe und das Störgeräusch nach Fastl deutliche Lautheitsschwankungen.

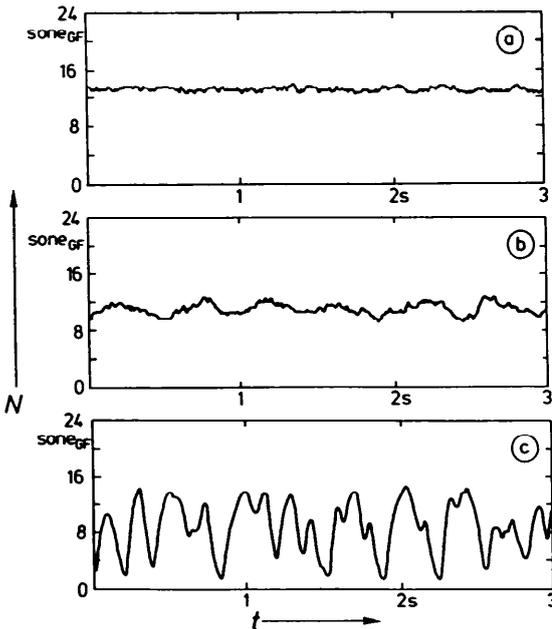


Fig. 1: Lautheits-Zeitfunktionen für

a) Sprachsimulierendes Rauschen nach CCITT Rec. G. 227

b) Wörtergewirr nach Döring

c) Störgeräusch nach Fastl

Neben dem Zeitverhalten spielt auch die Spektralverteilung der Störgeräusche eine wichtige Rolle. Das Störgeräusch nach CCITT bildet insbesondere bei Frequenzen über 800 Hz die Spektralverteilung von Sprache nach, das Wörtergewirr nach Döring ist im Spektrum mit dem zu verstehenden Wörtertest identisch, das Fastl-Rauschen entspricht der Spektralverteilung nach CCITT.

Die Kalibrierung der fluktuierenden Schalle erfolgte über auf den CDs [1], [2] zugeordnete CCITT-Rauschen, für die Kalibrierung des Sprachpegels wurde die CD [2] verwendet. Bei den normalhörenden Personen wurden die drei Störgeräusche jeweils mit einem Schalldruckpegel von 65 dB dargeboten. Die Sprache wurde im Pegel von 50 dB bis 70 dB in 5 dB Schritten variiert.

Bei den schwerhörigen Patienten wurden die Störgeräusche mit einem Schallpegel von 10 dB unter dem für ihre Sprachdiskrimination optimalen Sprachpegel dargeboten, mindestens aber mit 65 dB. Der Pegel für die Sprache wurde so ausgewählt, daß für jedes Störgeräusch die Verständlichkeit einmal über 50% und einmal darunter lag, so daß der interessierende 50% Wert bestimmt werden konnte.

Untersuchungen von normalhörenden Personen wurden sowohl in der Klinik als auch im Labor durchgeführt. Schwerhörige Patienten wurden hinsichtlich ihres Sprachverständnisses im Störgeräusch nur in der Klinik untersucht. Im Labor wurden sowohl Störgeräusch als auch Sprache diotisch über einen freifeldentzerrten elektrodynamischen Kopfhörer (Beyer DT 48) dargeboten [3]. In der Klinik wurde Sprache und Störgeräusch über stark bündelnde Lautsprecher dargeboten, die sich direkt übereinander in einem Meter Abstand frontal vor der Versuchsperson befanden. Mit dieser Anordnung sollten vergleichbare Bedingungen wie im Labor mit Kopfhörer geschaffen werden. Durch die Darbietung im Freifeld kann zudem auch das Sprachverständnis in Störgeräuschen bei Patienten mit Hörgeräten untersucht werden. Bei dem Untersuchungsraum handelt es sich um einen schallisolierten Raum, der mit absorbierenden Akustikplatten ausgekleidet ist und auch für Routineuntersuchungen in der Audiometrie verwendet wird.

Ergebnisse

An 14 normalhörenden Studenten, deren Ruhehörschwelle beider Ohren bei den Frequenzen 125, 250, 500 Hz und 1, 2, 3, 4, 6, 8 kHz um maximal 20 dB von der Norm abwich, wurde im Labor die in Figur 2 dargestellte Einsilberverständlichkeit bei den verschiedenen Störgeräuschen ermittelt.

Die Sprachverständlichkeit für das Fastl-Rauschen steht im Einklang mit der von Hautmann und Fastl ermittelten Referenzkurve [4]. Die Möglichkeit, Wörter in zeitlichen Lücken wahrzunehmen, erhöht die Sprachverständlichkeit im Fastl-Rauschen deutlich gegenüber dem unmodulierten CCITT-Rauschen, so daß bei einem um etwa 6 dB kleineren Sprachpegel bereits genauso viele Wörter verstanden werden. Das Wörtergewirr nach Döring maskiert die Einsilber stärker als das CCITT-Rauschen. Trotz der spektralen Übereinstimmung mit der Sprache beträgt der Unterschied zum CCITT-Rauschen im für gleiche Diskrimination benötigten Sprach-Geräuschabstand nur etwa 1 dB.

81 Patienten mit normalem Ton- und Sprachgehör erzielten im freien Schallfeld in der Klinik bei allen Störgeräuschen 50% Wortverständlichkeit bei einem um etwa 2 dB größeren Sprachpegel. Die Unterschiede zu den geschulten Probanden im Labor sind dabei vor allem in der hinsichtlich Alter, Ausbildung, Konzentration und Vigilanz wesentlich gemischteren Gruppe der Patienten zu sehen. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Störgeräuschen hinsichtlich ihrer maskierenden Wirkung blieben jedoch auch bei dieser Personengruppe unverändert.

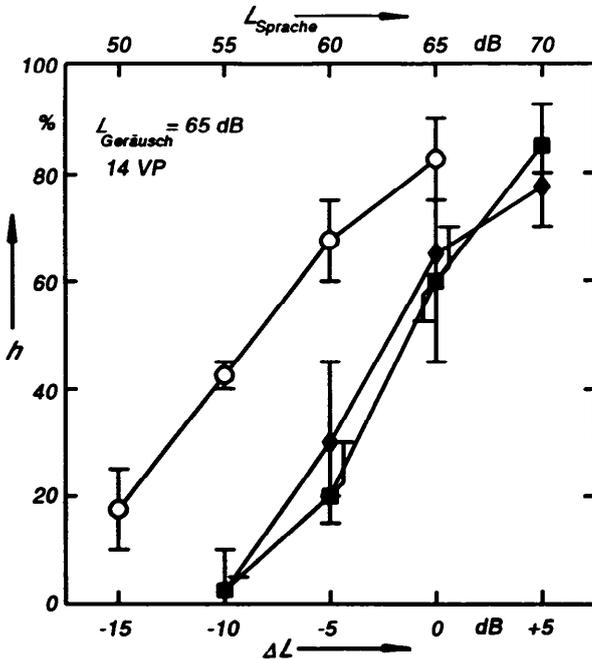


Fig. 2: Häufigkeit h richtig verstandener Einsilber als Funktion des Sprachpegels L_{Sprache} bzw. des Sprach-Geräuschabstands ΔL . Kreise: Störgeräusch nach Fast; Rhomben: Störgeräusch nach CCITT Rec. G. 227; Quadrate: Wörtergewirr nach Döring. Zentralwerte und Wahrscheinliche Schwankungen aus jeweils 14 Daten.

Erste Untersuchungen von 68 Patienten mit einer cochleären Innenohrschwerhörigkeit mit Recruitment haben gezeigt, daß bei allen drei getesteten Störgeräuschen prinzipiell ein größerer Sprach-Geräuschabstand als bei Normalhörenden nötig ist, um eine 50%ige Sprachverständlichkeit zu erzielen.

Für die Auswertung wurden die Patienten mit symmetrischem und asymmetrischem Hörverlust unterschieden und nach ihrem Hörverlust bei den für Sprache wichtigen 4 kHz ihres besseren Ohres klassifiziert. In Figur 3 sind die für 50%-Einsilberverständlichkeit benötigten Sprach-Geräuschabstände als Zentralwerte und Wahrscheinliche Schwankungen der einzelnen Patientengruppen bei den drei Störgeräuschen dargestellt. Neben dem generell schlechteren Wortverständnis dieser Patienten verändern sich aber auch die Relationen zwischen den verschiedenen Störgeräuschen. Die Verständlichkeit im Wörtergewirr nach Döring ist nun im Rahmen der Wahrscheinlichen Schwankungen besser als im Störgeräusch nach CCITT. Der Unterschied im Signal-Rausch-Abstand zwischen dem fluktuierenden Fastl-Rauschen und dem kontinuierlichen CCITT-Rauschen für gleiche Diskriminationsleistung ist bei diesen Patienten mit nur noch 3,5 dB wesentlich geringer und nimmt mit zunehmender Schwerhörigkeit geringfügig ab. Dieser Effekt erklärt sich durch ein gestörtes zeitliches Auflösungsvermögen dieser Patienten, so daß sie nicht mehr in die Lücken des Fastl-Geräusches "hineinhören" können.

Es wird zu überprüfen sein, in wie weit diese Verschlechterung mit einer Verschlechterung des Zeitauflosungsfaktors (temporal resolution factor) einhergeht und welche Diskriminationsleistung ist bei schwerhörigen Personen, insbesondere bei Verwendung von Hörgeräten mit AGC-Regelschaltungen, erzielt werden kann.

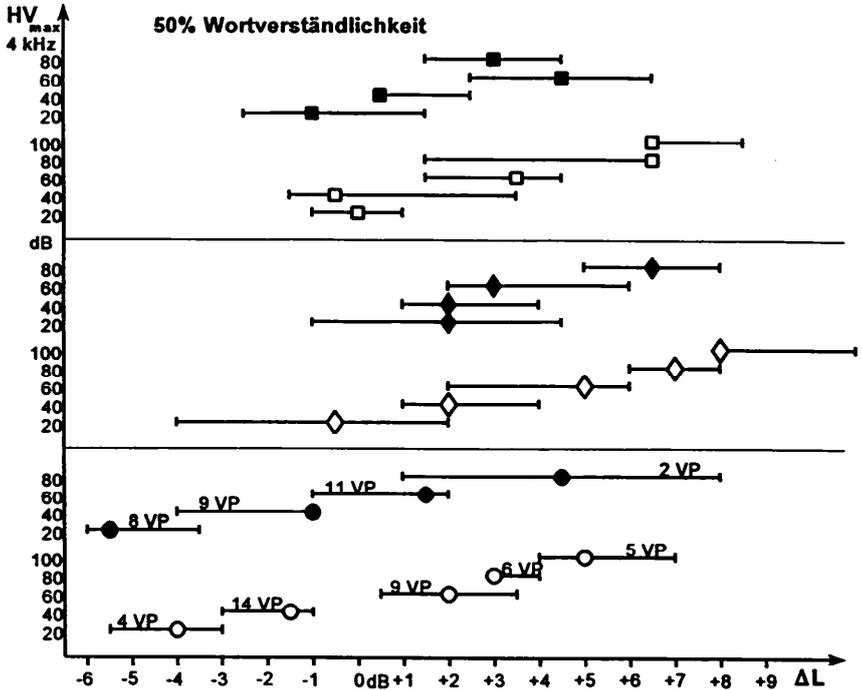


Fig. 3: Für 50% Wortverständlichkeit benötigter Sprach-Geräuschabstand ΔL . Zentralwerte und Wahrscheinliche Schwankungen von 68 schwerhörigen Versuchspersonen (VP) nach ihrem maximalen Hörverlust bei 4 kHz und symmetrischem (unausgefüllte Symbole) und asymmetrischem (ausgefüllte Symbole) Hörverlust klassifiziert. Kreise: Störgeräusch nach Fastl; Rhomben: sprachsimulierendes Rauschen nach CCITT Rec. G. 227; Quadrate: Wörtergewirr nach Döring.

Diese Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des SFB 204 "Gehör" München gefördert.

Literatur

- [1] Westra Audiometrie Disc Nr. 8 (1990): Wörtertest mit Störschall, basierend auf 3-fach wiederholten Testwörtern der DIN 45621.
- [2] Westra Audiometrie Disc Nr. 11 (1992): Zahlen- und Wörtertest nach DIN 45621 mit Störgeräusch nach Prof. Dr.-Ing. H. Fastl.
- [3] Zwicker, E. und Fastl, H. (1990): Psychoacoustics - Facts and Models, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London, Tokyo, Hong Kong, Barcelona 1990.
- [4] Hautmann, I. und Fastl, H. (1993): Zur Verständlichkeit von Einsilbern und Dreisilbern im Störgeräusch. In: Fortschritte der Akustik, DAGA '93, Verl.: DPG-GmbH, Bad Honnef, 784-787.