

Zum Sprachverständnis von Cochlea-Implantat-Patienten bei Störgeräuschen

H. Fastl, H. Oberdanner, W. Schmid, I. Stemplinger, I. Hochmair-Desoyer, E. Hochmair
 Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation, Technische Universität München
 Institut für Angewandte Physik, Universität Innsbruck

Einleitung

Die Versorgung von völlig Gehörlosen mit Cochlea-Implantaten hat in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung zugenommen. Bei den meisten mit einem Cochlea-Implantat versorgten Patienten kann das Sprachverständnis recht weitgehend wieder hergestellt werden. Ähnlich wie bei der Versorgung Schwerhöriger mit konventionellen Hörgeräten treten jedoch auch bei Cochlea-Implantat-Patienten Verständigungsprobleme insbesondere bei Anwesenheit von Störgeräuschen auf. In dieser Arbeit wird das Sprachverständnis von Cochlea-Implantat-Patienten in drei unterschiedlichen Störgeräuschen untersucht und Daten für normalhörende Versuchspersonen gegenübergestellt.

Experimente

Die Untersuchungen wurden mit 12 Cochlea-Implantat-Patienten durchgeführt, die mit einem achtkanaligen System der Firma MED-EL versorgt waren. Das Lebensalter der Patienten, die Dauer ihrer Gehörlosigkeit sowie die Dauer der Versorgung mit einem Cochlea-Implantat sind aus Tabelle I ersichtlich.

Tab. I: Cochlea-Implantat-Patienten.

Patient	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Alter / Jahre	48	65	57	50	45	50	52	59	39	28	38	36
Gehörlos / Jahre	40	15	1	5	24	24	15	17	11	2	7	15
CI seit / Monate	16	9	15	14	16	31	18	18	23	16	26	24

Als Störgeräusche wurden das Störgeräusch für die Audiometrie nach Fastl (Fastl, 1987, Westra, 1992), das Rauschen nach CCITT Rec. G227 sowie ein Stimmengewirr von 14 Sprechern verwendet. Das Wortverständnis wurde mit dem HSM-Satztest ermittelt (Schmidt et al., 1997, Westra, 1996). Die Schalle wurden in einer schallgedämmten Kabine über Lautsprecher dargeboten. Das Hintergrundgeräusch in der Kabine lag unter 25 dB(A), der Abstand zwischen Lautsprecher und Versuchsperson war 1,35 m. Zum Vergleich wurden auch 10 normalhörende Versuchspersonen im Alter von 19 bis 26 Jahren (Median 24 Jahre) getestet.

Figur 1 zeigt die Lautheits-Zeitfunktionen der verwendeten Störgeräusche. Während das Störgeräusch nach Fastl deutliche Lautheitsschwankungen aufweist, zeigen sich für das CCITT-Rauschen nur geringfügige Lautheitsschwankungen. Das Stimmengewirr weist erheblich größere Schwankungen auf als das CCITT-Rauschen, jedoch liegen die Lautheits-Minima höher als beim Fastl-Rauschen.

Ergebnisse

Figur 2 zeigt die Häufigkeit h richtig verstandener Wörter des HSM-Satztests als Funktion des Signal-Rauschabstandes ΔL für die drei untersuchten Störgeräusche. Der Pegel der Sprache wurde bei $L_s = 53,8$ dB(A) festgehalten, der Pegel der Störgeräusche variierte zwischen 42 dB(A) und 54 dB(A). Die individuellen Ergebnisse von Cochlea-Implantat-Patienten sind durch Großbuchstaben angegeben, die eine Zuordnung zu den Patientendaten gemäß Tabelle I ermöglichen. Wegen des notwendigen Zeitaufwands wurde jedes Störgeräusch mit lediglich vier Cochlea-Implantat-Patienten untersucht. Die Mediane aus den jeweils 4 Daten der Cochlea-Implantat-Patienten sind durch Punkte dargestellt und mit durchgezogenen Linien verbunden.

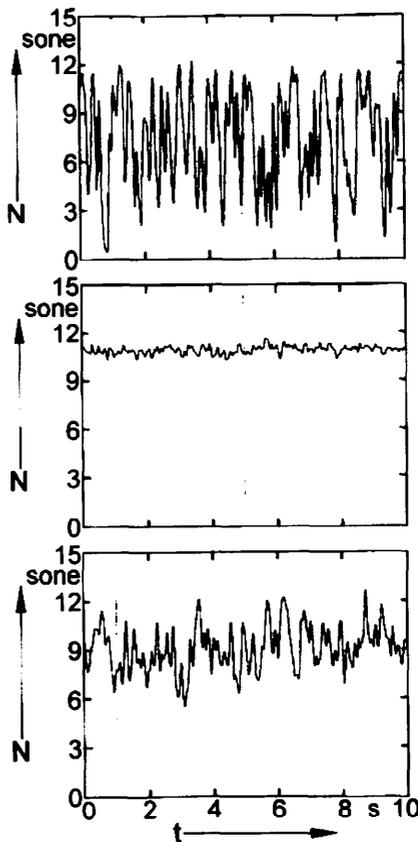


Fig. 1: Lautheits-Zeitfunktionen der verwendeten Störgeräusche. Fastl-Rauschen (oben), CCITT-Rauschen (mitte), Stimmengewirr (unten) bei 60 dB(A) des CCITT-Rauschens und gleicher Perzentillautheit N_7 der beiden anderen Störgeräusche.

Die in Figur 2 dargestellten Daten zeigen, daß durchwegs positive Werte des Signal-Rauschabstandes notwendig sind um bei Cochlea-Implantat-Patienten zu einem Sprachverständnis in Störgeräuschen zu gelangen. Die Ergebnisse für die drei Störgeräusche sind recht ähnlich: Für 50% richtig verstandener Wörter ist beim Fastl-Rauschen ein Signal-Rauschabstand von etwa 2 dB, beim CCITT-Rauschen von etwa 3 dB und beim Stimmengewirr von knapp 4 dB erforderlich. Zwischen den einzelnen Cochlea-Implantat-Patienten ergeben sich zum Teil deutliche Unterschiede. Beim Fastl-Rauschen benötigt Patient A für 50% richtig verstandener Wörter ein ΔL von etwa 6 dB, Patient C jedoch nur $\Delta L = 1$ dB. Während Patient A etwa 40 Jahre gehörlos war, wurde Patient C bereits nach einem Jahr Gehörlosigkeit versorgt. Offensichtlich ist für die Rehabilitation Gehörloser eine möglichst frühzeitige Versorgung mit Cochlea-Implantaten von Vorteil. Andererseits zeigen Daten von Patient F, der 24 Jahre gehörlos war, daß bei längerem

Training (Versorgung seit 31 Monaten) im Stimmengewirr relativ gute Ergebnisse erzielt werden können.

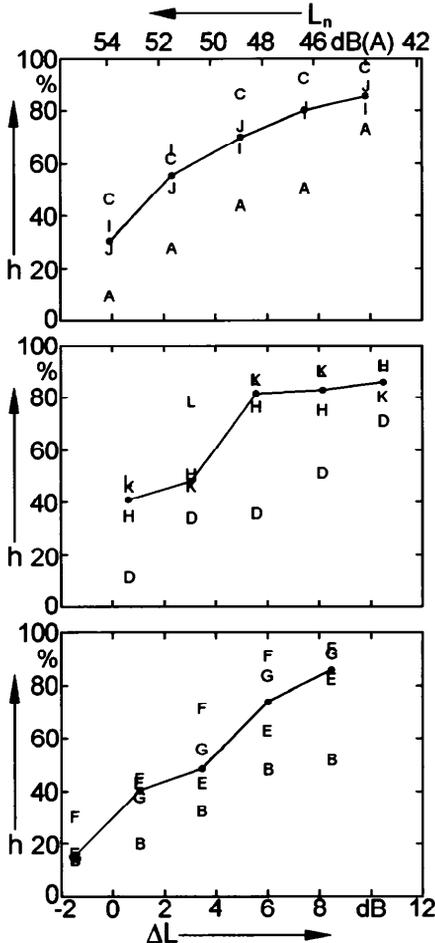


Fig. 2: Sprachverständnis von Cochlea-Implantat-Patienten in Störgeräuschen. Häufigkeit h richtig verstandener Wörter des HSM-Satztests als Funktion des Signal-Rauschabstandes ΔL bzw. des Pegels L_n des Störgeräusches. Sprachpegel $L_s = 53,8$ dB(A). Ergebnisse für Fastl-Rauschen (oben), CCITT-Rauschen (mitte) und Stimmengewirr (unten).

In Figur 3 sind die von den Cochlea-Implantat-Patienten erzielten Ergebnisse den Daten normalhörender Versuchspersonen gegenübergestellt. Während für die Cochlea-Implantat-Patienten die Kurven für die drei verwendeten Störgeräusche dicht beieinander liegen, zeigen sich für die Normalhörenden deutliche Unterschiede. Für einen Sprachpegel von 53,8 dB(A) ergeben sich bei Normalhörenden 50% richtig verstandener Wörter des HSM-Satztests bei immerhin etwa 76 dB(A) des Fastl-Rauschens, 66 dB(A) des CCITT-Rauschens und 63 dB(A) des Stimmengewirrs. Im Gegensatz dazu darf für die Cochlea-Implantat-Patienten der Pegel der Störgeräusche nur um 50 dB(A) liegen, damit beim HSM-Satztest 50% der Wörter richtig verstanden werden.

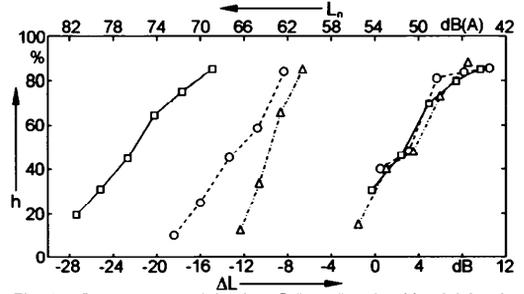


Fig. 3: Sprachverständnis im Störgeräusch. Vergleich der Daten von Normalhörenden und von Cochlea-Implantat-Patienten. Störgeräusch nach Fastl (Quadrate, durchgezogene Linien), CCITT-Rauschen (Kreise, gestrichelte Linien) und Stimmengewirr (Dreiecke, strichpunktierte Linien). Sprachpegel $L_s = 53,8$ dB(A), Störschallpegel L_n und Signal-Rauschabstand ΔL wie angegeben.

Auch im „günstigsten“ Fall betragen die Unterschiede zwischen den Daten der Normalhörenden und jenen der Cochlea-Implantat-Patienten mehr als 10 dB. Die damit manifestierten Probleme des Sprachverstehens im Störgeräusch sind nicht auf Cochlea-Implantat-Träger beschränkt. Auch bei Schwerhörigen, die mit konventionellen Hörgeräten versorgt wurden, ergeben sich häufig Probleme beim Sprachverstehen in lärmgefüllter Umgebung.

Ausblick

Mit Cochlea-Implantaten kann bei vielen Gehörlosen das Sprachverständnis in ruhiger Umgebung weitgehend wieder hergestellt werden. Mit dem Freiburger-Wörtertest (DIN 45 621) erreichten die untersuchten Cochlea-Implantat-Patienten über 50% Wortverständlichkeit. Demnach ist in ruhiger Umgebung ein gutes Satzverständnis zu erwarten. Andererseits ergeben sich bei Cochlea-Implantat-Patienten häufig Probleme beim Sprachverstehen in Störgeräuschen. Insbesondere bei zeitlich stark strukturierten Störgeräuschen zeigen sich in den Daten von Normalhörenden und Cochlea-Implantat-Patienten Unterschiede von über 20 dB. Um hier Verbesserungen zu erreichen, sollte kurzfristig die Wirksamkeit von Signalverarbeitungsmethoden zur Störschallunterdrückung auch bei Cochlea-Implantaten studiert werden. Längerfristig ist eine wirksame Abhilfe dann zu erwarten, wenn die Mechanismen der zeitlichen Verarbeitung von Störgeräuschen bei Cochlea-Implantat-Trägern besser verstanden sind.

Diese Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 204 „Gehör“ gefördert.

Literatur

- Fastl, H., (1987), Ein Störgeräusch für die Sprachaudiometrie. *Audiol. Akustik* 26, 2-13.
 - Schmidt, M., Hochmair-Desoyer, I., Schulz, E., Moser, L., (1997), Der HSM-Satztest. In: *Fortschritte der Akustik DAGA 97*, Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V., Oldenburg, 93-94.
 - Westra, (1992), Zahlen und Wörtertest nach DIN 45 621 mit Störgeräusch nach Prof. Dr.-Ing. H. Fastl. *Audiometrie Disc Nr. 11*, Westra GmbH, Wertingen.
 - Westra, (1996), HSM-Satztest mit Störgeräusch. *Audiometrie Disc Nr. 15*, Westra GmbH, Wertingen.
- Literatur im [www](http://www.mmk.e-technik.tu-muenchen.de/admin/audiol.html):
<http://www.mmk.e-technik.tu-muenchen.de/admin/audiol.html>