

Akustische Lokalisation mit Cochlea Implantat und Richtmikrofon-Hörgerät

Bernhard Seeber, Hugo Fastl und Uwe Baumann+

Lst. f. Mensch-Maschine-Kommunikation, TU München, 80290 München, Email: seeber@ei.tum.de
+ Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke, Klinikum der Universität München

1 Einleitung

Die akustische Lokalisation basiert auf binauralen Mechanismen, deren Funktion durch eine Schädigung der Cochlea eingeschränkt wird. Trägern von Cochlea-Implantaten (CI) stehen nach geglückter Implantation nur stark veränderte Reize auf dem Hörnerv zur Verarbeitung zur Verfügung. Dennoch konnte in dieser Studie nachgewiesen werden, daß cochlea-implantierte Patienten mit Resthörvermögen auf der nicht implantierten Seite, die durch ein Hörgerät versorgt war, die Fähigkeit zur akustischen Lokalisation entwickeln können. Ebenso konnte bei bilateral cochlea-implantierten Patienten eine akustische Lokalisationsfähigkeit gezeigt werden.

2 Methode und Versuche

An den Untersuchungen zur akustischen Lokalisation unter bimodaler Versorgung nahmen 11 CI-Träger teil (Abb. 1). Sie trugen auf der nicht-implantierten Seite ein digital programmierbares Hörgerät mit Richtmikrofontechnik (PZ A4, „Power Zoom“, Phonak, max. Verstärkung 79 dB, max. Ausgangsschalldruckpegel 144 dB/SSPL, DIN IEC 118-0). Ein Programm wurde omnidirektional („omni“) eingestellt, ein weiteres benutzte das Richtmikrofon („zoom“). Nach einer Eingewöhnungsphase von mindestens einer Woche wurde eine Feinanpassung vorgenommen. Im Anschluß daran folgten Untersuchungen zum Sprachverstehen [1] und zur akustischen Lokalisation. Weiterhin wurden zwei bilateral cochlea-implantierte Probanden nach derselben Methode untersucht (Abb. 1).

Die Lokalisationsuntersuchungen wurden mit Hilfe einer Lichtzeigermethode [3] durchgeführt, bei der die Probanden mit einem Trackball einen horizontal beweglichen Lichtpunkt auf die lokalisierte Richtung einstellen. Die Lautsprecher zur Schalldarbietung waren verdeckt horizontal im Radius 1,9 m im Abstand von 10° von 50° links bis 50° rechts voraus auf Höhe des Gehörgangs angeordnet. Jede der 11 Richtungen wurde in zufälliger Folge 10-mal getestet. Als Testschalldienten 5 Pulse aus Gauß'schem weißen Rauschen (Dauer 30 ms, Pausendauer 70 ms, 125 Hz - 20 kHz), deren Pegel im Bereich 64 dB SPL - 76 dB SPL in 3 dB-Schritten zufällig variiert wurde. Der Lichtpunkt setzte nach jeder Schalldarbietung unter 0° voraus ein. Die Probanden saßen in einem abgedunkelten reflexionsarmen Raum auf einem Stuhl mit Kopfstütze. Die bimodal versorgten Patienten führten jeweils einen Versuch nur mit CI, mit

CI und Hörgerät (HG) in der Einstellung „omni“ und mit CI und HG „zoom“ durch. Die bilateral cochlea-implantierten Probanden führten Versuche jeweils mit nur einem CI und beiden CI durch, Proband KH zusätzlich mit beiden CI bei konstantem Pegel 70 dB SPL.

Patient	Alter	Erfahrung	Ätiologie	Implantat	PTA(500,1K,2K)
RM	25,9	2,3	progredient degenerativ	C40+	91
RL	63	1,1	progredient degenerativ	C40+	105
JJ	49,8	1,3	toxisch	C40+	80
HS	28,8	0,8	Trauma	C40+	66
DT	79,4	2	progredient degenerativ	CI24m	73
PG	59,8	1,7	Hörsturz	C40+	78
EK	74,3	1	progredient degenerativ	C40+	91
EM	22,5	2	Cogan Syndrom	C40+	107
BH	34,2	0,5	progredient degenerativ	C40+	79
AB	33	0,5	progredient degenerativ	C40+	99
IS	76,3	0,7	progredient degenerativ	C40+	113
IB	65,1	2,2 + 1	prog. degen. + M. Meniere	C40+ / C40+	-
KH	51,3	6,5 + 0,9	prog. degen. + SHT	C40 / C40+	-

Abb. 1: Probandenübersicht, PTA: Pure tone average bei 500 Hz, 1 kHz und 2 kHz in dB, SHT: Schädel-Hirn-Trauma.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Bimodale Versorgung

Von den Probanden unter bimodaler Versorgung zeigten zwei gutes Richtungshörvermögen (Abb. 2). Sie sind in der Lage, verschiedene Richtungen mit akzeptabler Sicherheit zu unterscheiden. Das zusätzliche Hörgerät ermöglicht in einem Fall ein gutes Richtungshören und verbessert dieses in dem anderen Fall stark. Weitere 5 Probanden können die Seite, aus der der Schall kam, bereits ab lateralen Winkelauslenkungen von 20 – 30° feststellen, wozu sie mit CI ohne HG nicht in der Lage sind. Eine weitergehende Differenzierung der Richtungen scheint dabei im untersuchten Winkelbereich nicht möglich. 4 Probanden zeigten keine Fähigkeit der Seitenunterscheidung im untersuchten Winkelbereich. Bei Proband HS konnte die mittlere Abweichung von der Vorgaberichtung durch das zusätzliche Hörgerät auf 9° reduziert werden, während die Streuung im Mittel nur 5° betrug. Normalhörende weichen vom Vorgabewinkel etwa 1° bei einer Streuung von ca. 2° ab. Patienten, die bereits nur mit CI oder HG Seiten unterscheiden können, scheinen besonders vom bimodalen Fall zu profitieren (z.B. Patient HS). Das Richtmikrofon-Programm wirkt sich nur geringfügig und nicht konsistent auf die Lokalisationsergebnisse aus. Lateral eintreffende Schalle scheinen bei Verwendung des Richtmikrofons jedoch schwerer differenzierbar zu sein. Die Probanden HS, DT und PG mit bester, zweitbesten und drittbesten Lokalisationsleistung weisen auch in dieser Reihenfolge die günstigsten PTA-Werte auf (Abb. 1).

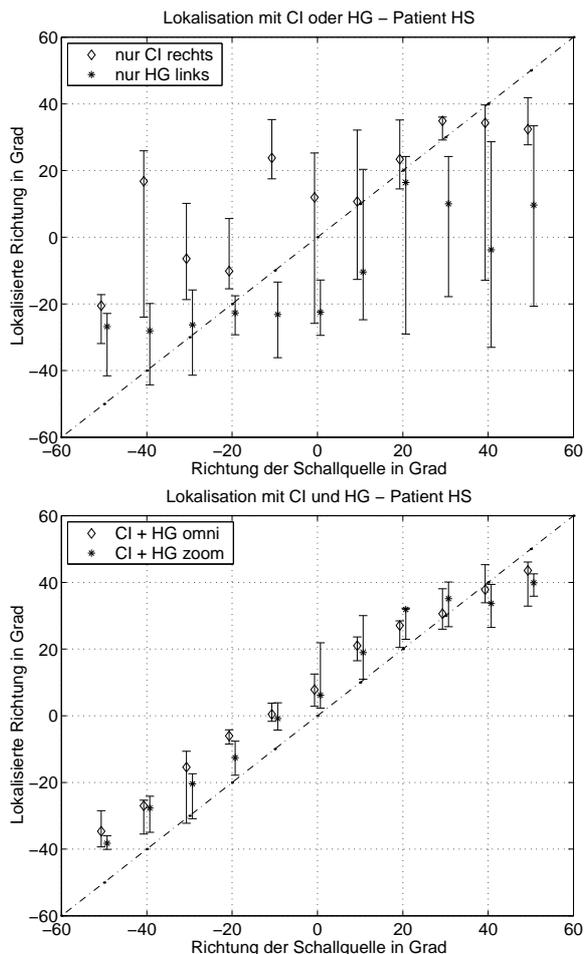


Abb. 2: Lokalisationsergebnisse Proband HS: oben: einseitige Versorgung CI oder Hörgerät (HG), unten: bimodale Versorgung und Einfluß des Richtmikrofons im HG.

Gutes Resthörvermögen scheint die Lokalisation zu unterstützen, jedoch können die Probanden IS, EM und RL, welche die schlechtesten PTA-Werte zeigen, Seiten unterscheiden. Es ist anzunehmen, daß sehr geringes Resthörvermögen für die Seitenunterscheidung ausreicht, eine Lokalisation aber erst mit deutlich höherem Resthörvermögen möglich ist. Eine Erklärung der guten Hörleistung bei 2 Probanden ist schwierig, da der verschiedene Signalpfad und die unterschiedliche Signalverarbeitung wahrscheinlich zu einer Verzerrung der interauralen Laufzeiten führen und die Verwendung von verschiedenen Kompressionsmechanismen in beiden Geräten die interaurale Pegelabbildung verändert. Offensichtlich existieren weitergehende Adaptionsstrategien der neuronalen Verarbeitung, die diese veränderte Richtungsabbildung lernen. Hofmann et. al. [2] haben gezeigt, daß ein derartiges Lernen nach Modifikationen an der Pinna möglich ist. Diejenigen Patienten, die in den Sprachverständlichkeitsuntersuchungen [1] große Verbesserungen bei bimodaler Versorgung erzielten, wiesen auch in der hier vorgestellten Studie gute Lokalisationsergebnisse auf. Mit Ausnahme eines Patienten war eine Seitenunterscheidung für alle Patienten möglich, die in den Sprachverständlichkeitstests vom HG profitierten. Ein Patient konnte Seiten unterscheiden, aber keine

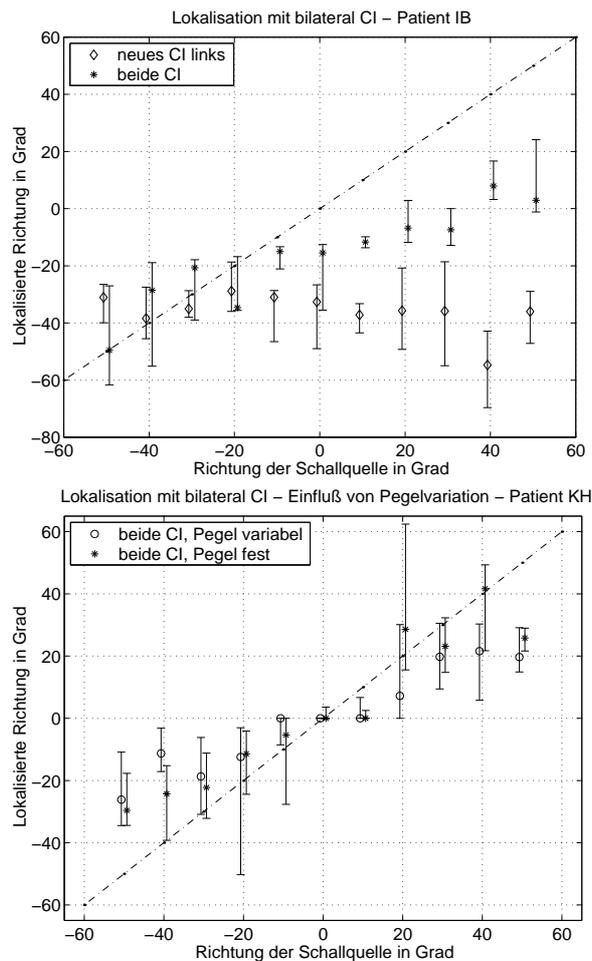


Abb. 3: Lokalisationsergebnisse nach bilateraler Cochlea-Implantation: oben: Proband IB, nur CI und beide CI, unten: Proband KH, beide CI, Abhängigkeit von Pegelvariation.

Sprachverständlichkeitsverbesserung erzielen.

3.2 Bilaterale CI-Versorgung

Die bilaterale Versorgung mit CI ermöglicht in einem Fall Richtungshören (Abb. 3), im anderen verbessert es dieses stark. Die mittlere Streuung der Richtungsanzeige betrug 9° , die Abweichung von der Vorgaberichtung 15° (KH) und 20° (IB). Bei Verwendung eines Testschalles mit festem Pegel (Proband KH) reduzierte sich die Abweichung auf 10° bei gleichbleibender Streuung.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, daß durch bilaterale Versorgung mit einem zusätzlichen CI oder HG Richtungshören möglich werden kann und eine Seitenunterscheidung wahrscheinlich wird.

Diese Arbeit wurde von der FDHA und der DFG im Rahmen des GRK 267 gefördert.

Literatur

- [1] BAUMANN, U.: In: *Fortschritte der Akustik – DAGA 2001*, DEGA, Oldenburg, 2001.
- [2] HOFMAN, P., J. VAN-RISWICK und A. VAN OPSTAL: *Nature Neuroscience*, 1:417–421, 1998.
- [3] SEEBER, B.: In: *Fortschritte der Akustik – DAGA 2001*, DEGA, Oldenburg, 2001.