

## Dichotische Stimulation durch Cochlea Implantat und Hörgerät: Wer profitiert?

Uwe Baumann, Ingeborg Stemplinger, Diana Kaschura, Gerd Rasp

Klinik und Poliklinik für HNO-Heilkunde, LMU-München, Klinikum Großhadern, 81377 München, Deutschland,  
Email: Uwe.Baumann@med.uni-muenchen.de

### Einleitung

Nach der erfolgreichen Implantation eines Cochlea Implantats (CI) in ein Ohr tragen einige Patienten das Hörgerät am anderem Ohr weiter - die so genannte *bimodale Versorgung*. Diese Patientengruppe schildert eine Verbesserung des Sprachverstehens - besonders im Störgeräusch - sowie eine bessere Übertragung von Musik, wenn das Hörgerät (HG) zusätzlich zum CI getragen wird [1]. Einige Patienten aus dieser Gruppe geben weiterhin eine Verbesserung des Richtungshörens an [2].

Es wurden 14 bimodal versorgte Patienten hinsichtlich des Einsilbersprachverstehens, des Sprachverstehens im Störgeräusch, der Lautheitsskalierung, der Lokalisationsleistung und des Einflusses eines Richtmikrofons am Hörgerät untersucht.

### Material und Methoden

Tabelle 1 listet die demografischen Daten der Studienteilnehmer auf. Es wurden CI-Träger mit zwei unterschiedlichen Implantatsystemen in die Studie eingeschlossen. Fast alle Versuchsteilnehmer hatten vor der CI Versorgung ein Hörgerät getragen, zum Zeitpunkt der Studie hatten 4 CI-Träger ihr Hörgerät bereits abgelegt. Die Studienteilnehmer erhielten alle ein Hörgerät des Typs *Triano SP* (Siemens, 81 dB peak gain, IEC 118-7, zuschaltbares adaptives Richtmikrofon) auf der nicht implantierten Seite und konnten sich nach Erst- und Feinanpassung mindestens 4 Wochen an das Gerät gewöhnen. Im Anschluss an diese Akklimatisierungsphase wurden verteilt an mehreren Terminen die audiologischen Tests durchgeführt. Es wurden Aufblähkurven mit CI/HG gemessen sowie eine Lautheitsskalierung (Methode Würzburger Hörfeld) durchgeführt. Der Freiburger Sprachtest wurde in den Situationen *nur HG* (mit/ohne Richtmik.), *nur CI*, *CI + HG* (mit/ohne Richtmik.) eingesetzt.

Zur Bestimmung des Sprachverstehens im Störgeräusch wurde der Oldenburger Satztest eingesetzt. Um Abschattungs- und binaurale Effekte zu untersuchen wurde das Sprachsignal immer von vorn (0°) und das Störgeräusch von der Seite zugespielt (90°, 270°). Die Lautsprecher (Tannoy System 800) befanden sich in 1,20 m Abstand. Es wurde die 50% Sprachverstehensschwelle (Speech Reception Threshold, SRT) durch Variation des Störgeräuschpegels in den Situationen *nur HG*, *nur CI*, *CI + HG* (mit/ohne Richtmik.) bestimmt; der Sprachpegel betrug 65 dB SPL. Da einige Probanden nur geringe Hörleistungen mit HG zeigten, konnte in diesen Fällen die 50% Schwelle nicht bestimmt werden.

Die Untersuchung der akustischen Lokalisationsleistung wurde im reflexionsarmen Raum der TU München unter Verwendung einer Lichtzeiger-Methode nach Seeber [3] in den Situationen *nur CI*, *nur HG*, *CI + HG* (mit/ohne Richtmik.) vorgenommen. Die beiden blinden Versuchsteilneh-

mer (HR, RK) gaben die Richtungsschätzung durch Handzeigen an.

VP	CI Seite	CI TYP	CI und HG?	HG vor CI	HG abgelegt	PTA
WE59	links	C40+	nein	nein	ja	70,0
RK73	links	C40+	ja	ja	nein	78,3
ED64	rechts	CI24RCA	ja	ja	nein	78,3
JJ50	links	C40+	nein	ja	ja	81,7
LN61	links	CI24RCA	ja	ja	nein	83,3
GP40	links	C40+	nein	ja	ja	85,0
KC65	rechts	CI24RCA	ja	ja	nein	91,7
SF73	rechts	CI24RCA	ja	ja	nein	98,3
BA67	links	C40+	ja	ja	nein	101,7
JT73	rechts	CI24RCA	ja	ja	nein	102,5
HA57	links	CI24RCA	ja	ja	nein	103,3
PB61	links	C40+	ja	ja	ja	110,0
MR74	links	C40+	ja	ja	nein	111,7
HR39	rechts	CI24RCA	ja	ja	nein	113,3

Tabelle 1: Demografische Daten der Versuchspersonen aufgelistet nach durchschnittlichen Hörverlust in dB HL (PTA).

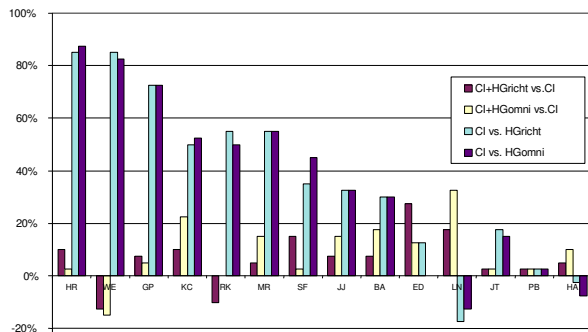
### Ergebnisse

**Aufblähkurven:** Die mit CI ermittelte durchschnittliche Hörschwelle verläuft zwischen 250 Hz und 4 kHz zwischen 35 dB HL und 40 dB HL, während die Freifeld Hörschwelle mit HG ab 250 Hz mit 45 dB HL bereits deutlich erhöht ist, ab 1 kHz noch weiter abfällt und bei 4 kHz 70 dB HL erreicht.

**Lautheitsskalierung:** Es zeigt sich bei 500 Hz und 1 kHz Mittenfrequenz der Testsignals mit HG eine mittlere Lautheitsfunktion, die bei hohen Reizpegeln zum Teil über der CI Lautheitsfunktion verläuft. Ein Lautheitseinbruch zeigt sich ab 2 kHz; die Lautheitsfunktion verläuft bei niedrigen Reizpegeln zu flach und die mittlere Lautheitsbewertung mit HG liegt auch bei höheren Reizpegeln unterhalb derjenigen mit CI. Bei 4 kHz Mittenfrequenz zeigt die mittlere Lautheitsfunktion kein Anwachsen mehr; auch bei hohen Reizpegeln entsteht nur eine schwache Lautstärkeempfindung.

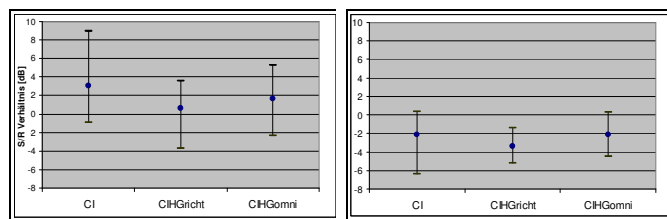
**Freiburger Einsilbertest:** Die Probanden zeigen ein individuell stark unterschiedliches Sprachverstehen für Einsilber, welches in der Situation *nur CI* zwischen 0% und 88% liegt und sich durch das zusätzliche Tragen des Hörgerätes auf den Bereich 5% bis 98% steigert. Der Vergleich der Situation *nur CI* und *nur HG* zeigt für 12 Probanden sehr deutliche Unterschiede zugunsten der *nur CI* Situation. Im Mittel werden im Vergleich zur Situation *nur HG* mit *nur CI* 36% mehr Einsilber verstanden. Vergleicht man die Ergebnisse in der Situation *CI+HG* mit der Situation *nur CI* so ist eine mittlere Verbesserung von 8% durch das zusätzliche Tragen

des Hörgerätes zu beobachten. 12 CI-Träger zeigen ein verbessertes Verstehen, einzelne Patienten profitieren hierbei zum Teil durch eine Steigerung des Einsilberverständnis von bis zu 20%.



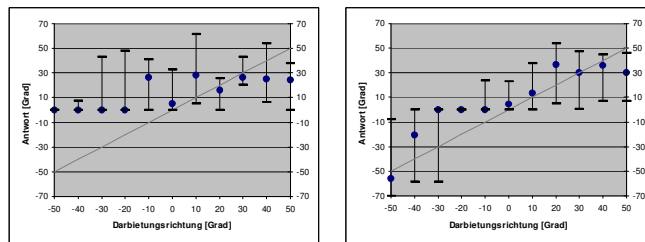
**Abbildung 1:** Effekts des CIs im Vergleich zum Hörgerät (hellblau Richtmik., lila omnidir.) und Effekt des zusätzlich zum CI getragenen Hörgerätes (rot Richtmik., gelb omnidir.) in Prozent Verbesserung (Freiburger Einsilber).

**Oldenburger Satztest im Störgeräusch:** Wie bereits im Freiburger Einsilbertest zeigen sich starke individuelle Unterschiede. Es zeigt sich ein deutlicher Einfluss der Einfallsrichtung des Störgeräusches. Liegt diese ipsilateral zum HG, so verbessert sich der SRT Wert bedingt durch den Kopfabstimmungseffekt deutlich, da das „bessere“, CI-versorgte Ohr ein günstigeres Signal/Rauschverhältnis erhält. Der Vergleich der Situationen *nur CI* mit *CI + HG* ergibt einen Trend zur Verbesserung der SRT Schwelle in der bimodalen Situation; auch die Verwendung des Richtmikrofons verbessert die SRT Schwelle im Vergleich zur omnidirektionalen Einstellung (Abb. 2). Die beobachteten Verbesserungen sind aufgrund der großen Streuung der Ergebnisse jedoch nicht statistisch signifikant ( $p > 0,05$ ). Insgesamt konnte bei 11 Probanden eine Verbesserung des SRT Wertes durch den Einsatz des Hörgerätes beobachtet werden (unabhängig von der Richtung des Störgeräuschs).



**Abbildung 2:** Mittleres Sprachverstehen im Oldenburger Satztest. Links: Störgeräusch auf der CI Seite (Mediane und Interquartile). Rechts: Störgeräusch auf der HG Seite. Vergleich der Situation *nur CI* SRT mit *CI + HG* (Richtmik/Omnidir.).

**Akustische Lokalisation:** Kein einziger Proband erreichte eine gute Lokalisationsleistung in der bimodalen Situation. In vielen Fällen war aufgrund der unzureichenden Lautheit auf der Hörgeräteseite trotz einer Erhöhung des Reizpegels die CI versorgte Seite für die Richtungswahrnehmung dominant. In der Situation *nur HG* oder *nur CI* war bei vielen Versuchspersonen kein Richtungshören zu beobachten. Bei 3 Versuchspersonen (ED, siehe Abb. 3, KC, LN) wurde durch das zusätzlich zum CI benutzte HG die Lokalisationsleistung insofern verbessert, als dass eine Lateralisation der Schalleinfallrichtung ermöglicht wird.



**Abbildung 3:** Versuchsperson ED, Einschätzung der Schalleinfallrichtung, Situation *nur CI* (links) und *CI + HG* (rechts). Deutliche Verbesserung der Lokalisationsleistung durch bimodale Versorgung.

## Diskussion

Es ist davon auszugehen, dass sowohl mit dem Hörgerät als auch mit dem Cochlea Implantat System eine deutlich verzerrte Informationsübertragung erfolgt. Besonders Patienten mit ausgeprägtem Hörverlust bewerten den Klang des Hörgerätes im Vergleich zum CI als dumpf und verzerrt. Weiterhin erschwert die völlig unterschiedliche Funktionsweise – auf der einen Seite Reizung des Hörnervens durch Depolarisation der verbliebenen funktionsfähigen inneren Haarzellen, auf der anderen Seite direkte Reizung des Hörnervens durch ein elektrisches Feld – die perzeptuelle Fusion der sehr unterschiedlichen Höreindrücke. Weder der Umfang des Restgehörs noch andere Faktoren wie Ursache oder Dauer der Ertaubung korrelieren mit dem Gewinn aus der bimodalen Versorgung. Somit liegt die Schlussfolgerung nahe, dass sich die großen individuellen Unterschiede bei der Nutzung eines zusätzlich zum CI getragenen Hörgerätes durch die Fähigkeit zur perzeptuellen Fusion ergeben. Besonders die Verbesserung des Richtungshörens könnte von der individuellen Fusionsleistung betroffen sein und eine erheblich längere Gewöhnungszeit als in der hier vorgestellten Studie erfordern.

## Fazit

Bei CI-Trägern mit ausreichenden Restgehör auf dem nicht-operierten Ohr ist eine optimierte Hörgeräte-Proberversorgung empfehlenswert. Es sollte dabei eine ausreichende Probezeit zur Erzielung der perzeptuellen Fusion gewährt werden.

## Danksagung

Die Arbeit wurde durch MED-EL Deutschland gefördert.

## Literatur

- [1] Baumann, U. (2001) Sprachverständnis mit Cochlea Implantat und Richtmikrofon-Hörgerät. DAGA 2001
- [2] Seeber, B., Baumann, U., Fastl, H. (2004) Localization ability with bimodal hearing aids and bilateral cochlear implants. JASA (116), 1698-1709
- [3] Seeber, B. (2002) A new method for localization studies. Acta Acustica United with Acustica (88), 446-450