

**Zeitschrift:** Sonos / Schweizerischer Verband für Gehörlosen- und Hörgeschädigten-Organisationen

**Herausgeber:** Sonos Schweizerischer Verband für Gehörlosen- und Hörgeschädigten-Organisationen

**Band:** 99 (2005)

**Heft:** 11

**Rubrik:** Aktuelle Aspekte der ein- und zweiseitigen CI-Versorgung

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 30.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Aktuelle Aspekte der ein- und zweiseitigen CI-Versorgung



Bruno Schlegel, Direktor der Sprachheilschule St. Gallen und Matthias Hey, Referent

CI Hey/ HNO, AMEOS Klinikum  
St. Salvator GmbH, Halberstadt

**Die beidseitige Cochlea Implantat (CI) Versorgung ist ein aktuelles und kontrovers diskutiertes Thema. Die Erfahrungen der letzten Jahre haben viele positive Aspekte herausgearbeitet, es stehen aber auch noch diverse kritische Punkte im Mittelpunkt der Diskussion zum Für und Wider der bilateralen CI Versorgung.**

Im vorliegenden Beitrag sollen einige ausgewählte Punkte der Thematik bilaterale CI Versorgung genauer beleuchtet werden:

- Physiologische Grundlagen des beidohrigen Hörens
- Richtungshören
- Sprachverständnis
- Bilaterale Anpassung

Bei weiterführendem Interesse an anderen Aspekten dieser Thematik sei hier auf das Paper "Aspekte der ein- und zweiseitigen CI-Versorgung - ein aktueller Überblick für CI-Träger, Eltern, Ärzte, Audiologen, Therapeuten und Interessierte. H. Hessel & M. Hey" verwiesen.

### Physiologische Grundlagen des beidohrigen Hörens

Es ist ein allgemeines Prinzip, dass das Vorhandensein von zwei räumlich getrennten Sensoren eine Orientierung im Raum ermöglicht. Wir haben z.B. zwei Augen, die uns ein stereoskopisches, d.h. räumliches Sehen ermöglichen. Halten Sie sich mal ein Auge zu und versuchen Sie eine Stecknadel zu greifen. Normalhörende haben auch zwei Ohren, um einen akustischen Raumeindruck zu erhalten. Mit unseren beiden Ohren und der hoch komplexen Verarbeitung der eingehenden Signale in unserem Gehirn können wir eine Schallquelle orten (z.B. einen Sprecher, der sich bewegt, ein an uns vorbei fahrendes Auto, akustisches Raumgefühl).

In der einfachsten Form ist das Richtungshören eine LATERALISATION, d.h. eine ein-

fache Seitenzuordnung der Schalleinfallrichtung rechts oder links. In der Regel sind wir aber darüber hinaus in der Lage, eine Schallquelle bis auf wenige Grad genau in dem uns umgebenden Raum zu lokalisieren. Diese Leistung des Hörsystems bezeichnet man als RICHTUNGSHÖREN. Die Grundlage dieser Hörleistung liegt in der Auswertung physikalischer Unterschiede der Schallsignale, die auf beiden Ohren ankommen und sich aufgrund des Ohrenabstandes unterscheiden. Die Abbildung 1 zeigt die wesentlichen physikalischen Reizeigenschaften für das räumliche Hören, die von der Hörbahn im Zentralnervensystem ausgewertet werden: Laufzeitunterschiede, Intensitätsunterschiede und Klangunterschiede.

Beim beidohrigen Hören verbessert sich auch das "Sprachverständnis im Störlärm". Dieses bessere Sprachverständnis im Störlärm zeigt sich mehr unbewusst in der Tatsache, dass das beidohrige Hören sehr viel weniger Konzentration und sehr viel weniger Aufmerksamkeit erfordert. Dies gilt in besonderem Maße für die beidseitige Hörgeräte- oder CI-Versorgung. Eine verringerte Höranstrengung bedeutet, dass sich der Hörende weniger auf das Hören selbst als viel mehr auf das Gesagte und seine Bedeutung konzentrieren kann. Dieser Vorteil ist gerade bei schulpflichtigen Kindern von herausragender Bedeutung.

Ein weiterer Vorteil des binauralen Hörens ist die Verdoppelung der Sensorenanzahl. In einem hörgesunden Ohr befinden sich ca. 12.500 äußere und 3.500 innere Haarsinneszellen, in zwei Ohren also 25.000 äußere Haarsinneszellen für die cochleäre Vorverstärkung und ca. 7.000 innere Haarsinneszellen, die die eingehende Schallinformation als bioelektrische Erregung in die Hörbahn einspeisen. Diese Redundanz erlaubt in der zentralnervösen Verarbeitung eine Verbesserung des Nutzsignal zu Störsignalabstandes (SNR). Dies bedeutet, dass z.B. Sprache im störenden Hintergrundgeräusch besser als Nutzsignal erkannt werden kann. Verglichen zu diesen physiologischen Dimensionen, haben wir

bei einem CI nur sehr wenige technische Kanäle (Elektroden). Die Zahl der wirklich unabhängigen physiologisch nutzbaren Kanäle ist dagegen nochmals geringer und beträgt individuell verschieden zwischen fünf und zehn Kanälen.

Wie es das Gehirn schafft, aus diesen – im Vergleich zur normalen Physiologie – sehr wenigen Informationskanälen Sprache zu verstehen, Sprecher zu unterscheiden, zu telefonieren u.v.a.m., haben wir noch lange nicht verstanden. Es ist sicherlich nur mit der enormen Leistungsfähigkeit und Flexibilität des menschlichen Gehirns zu erklären. Die Unterschiede zwischen dem normalen akustischen Stimulationsmuster und dem artifiziellen elektrischen Stimulationsmuster des Hörnerven sind enorm.

## Richtungshören

Das Richtungshören scheint ein wesentlicher Vorteil zu sein, der sich aus der bilateralen CI-Versorgung ergibt. Die Raumwahrnehmung beruht im wesentlichen auf der Analyse von Zeit- und Intensitätsunterschieden an beiden Ohren in Abhängigkeit von der Richtung des Schalleinfalls.

Im Rahmen der bilateralen CI-Studie der Firma Cochlear bei postlingual ertaubten Erwachsenen wurden Untersuchungen zum Richtungshören durchgeführt. Zur Bestimmung der Lokalisationsleistungen wurden in einem reflexionsarmen Raum zwölf Lautsprecher in gleichen Abständen auf einem horizontalen Kreis installiert. In randomisierter Folge wurden über jeden Lautsprecher fünfmal Sprachstimuli präsentiert. Der Patient musste nun sagen, aus welcher Richtung das Signal kommt. Dabei wurden die Tests zuerst mit einem CI und danach mit beiden CI durchgeführt.

Mit nur einem CI ist die gesamte akustische Lokalisationsfähigkeit in Richtung der CI-Seite ausgerichtet und die Trefferquote der richtigen Entscheidungen ist minimal. Werden dagegen zwei CI genutzt, so zeigt sich eine deutliche Verbesserung der Raumorientierung und es kommt zu einer Gleichbewertung beider Seiten. Schwierigkeiten

machen dagegen die Unterscheidungen von vorne und hinten.

Unter den derzeitigen Bedingungen ist aber kein dem Normalhörenden vergleichbares Richtungshören beim Einsatz zweier Sprachprozessoren möglich. Von der Frequenz des Stimulus abhängig werden bei höheren Tönen in erster Linie die Laufzeitunterschiede zwischen beiden Ohren zur Richtungsanalyse herangezogen. CI-Patienten sind in der Lage, eine Zeitdifferenz von ca. 100-300µs zu erkennen. Das entspricht einer räumlichen Ortsauflösung von ca. 15°, wohingegen Normalhörende eine Ortsauflösung von 2-3° erzielen können. Wir sprechen aus diesem Grunde bei CI-Trägern nicht vom genauen Richtungshören, sondern eher von symmetrischer Lateralisierung. Im täglichen Leben bedeutet dies zumindest, dass man weiß, aus welcher Richtung man angesprochen wird: also ganz grob, ob von rechts, links, vorne oder hinten. Ebenso ist eine Groblokalisierung von Schallsignalen (ankommendes Auto, usw) möglich. In Situationen mit mehreren Sprechern ist man so eher in der Lage, einem Gespräch zu folgen, da man sich dem Sprechenden eher zuwenden kann und nicht suchen muß, wer da gerade spricht.

## Sprachverständnis

Die bilaterale Versorgung mit Cochlear Implantaten hat aus Sicht der Patienten sicher eine signifikante Verbesserung des Sprachverständnisses als wesentliches Ziel. "Mit dem zweiten sieht man besser" - so wird es uns in der Werbung offeriert. Dieser Sachverhalt ist für alle offensichtlich und unbestritten. Bei der bilateralen Hörgeräteversorgung ist es mittlerweile auch anerkannte Lehrmeinung, dass man mit zwei Ohren besser als mit nur einem hört. Schließlich bekommt man ja auch nicht eine Brille für nur ein Auge, um das räumliche Sehen zu erhalten.

Es konnte nachgewiesen werden, dass es bei der Nutzung von zwei CI zu einer Ver-

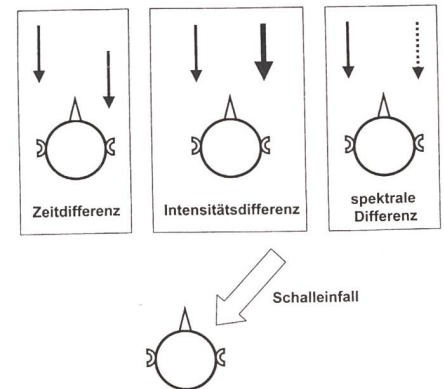


Abbildung 1: Physikalische Unterschiede des Schallsignals beim beidohrigen Hören: (links) Zeitdifferenz (mitte) Intensitätsdifferenz (rechts) Spektral-(Klang-)differenz. Ein von vorn rechts einfallendes Schallsignal erreicht das rechte Ohr früher und ist geringfügig intensiver. Außerdem unterscheidet sich die spektrale Zusammensetzung im Vergleich zu anderen Schalleinfallrichtungen durch den Kopfschatten, die Schulter u.a.

Vollständige Postanschrift:

Dr. Matthias Hey,  
HNO-Klinik, AMEOS Klinikum  
St.Salvator, Gleimstr. 5  
D-38820 Halberstadt  
Telefon ++49 3941 642501  
Fax ++49 3941 642500  
E-mail hey@hno.salvator-kh.de



besserung des Sprachverständnisses kommt. Dies wirkt sich in Ruhe nur gering aus, sehr viel stärker jedoch beim Hören im Störlärm oder mit Nebengeräuschen. Gerade das Vorhandensein von Nebengeräuschen ist jedoch die normale akustische Situation des täglichen Lebens - sei es im Kindergarten, in der Schule, in der Stadt, auf der Party oder in einer Gaststätte. Entscheidend für den Vorteil der bilateralen CI-Versorgung ist die zentral nervöse Verarbeitung der redundanten, jedoch geringfügig seitenunterschiedlichen akustischen Information, die an beiden Ohren ankommt. Der CI-Träger ist Hörsituationen des täglichen Lebens besser gewachsen, z.B. Richtung, aus der sich ein Auto nähert. Bei einseitigem Hören muß sich der CI-Träger einem seitlich sitzenden Sprecher entsprechend der Richtcharakteristik des Mikrofons zuwenden, bei bilateraler Versorgung, mit zwei CI wendet man einem seitlich sitzenden Sprecher immer ein hörendes Ohr zu. Neben den oben aufgeführten audiologisch meßbaren Kriterien für den Erfolg einer bilateralen CI-Versorgung existieren noch einige positive Effekte, die nur schwer erfassbar und quantifizierbar sind. Meist erschließen sie sich erst im Gespräch mit den Patienten. So berichten die meisten Patienten, dass die Höranstrengung abnimmt, d.h. dass sie sich nicht mehr so stark auf das Hören konzentrieren müssen und damit auch längere Zeit konzentriert zuhören können. Dieser Hörvorteil ist nicht so wichtig im "Gespräch unter vier Augen", kann aber ein entscheidender Vorteil z.B. in typischen Lehrsituationen wie in der Schule, beim Studium oder beim Besuch von Weiterbildungsveranstaltungen sein. Dies liegt an dem verbesserten Sprachverständnis im Störlärm, was zu einer verringerten Höranstrengung führt. Beidseitig versorgte CI-Patienten berichten, dass ihr akustisch wahrgenommener räumlicher Bereich wesentlich größer wird, d.h. sie verstehen auch einen Sprecher, der weiter entfernt ist, als dies bei einseitiger Versorgung vorher möglich war. Ursache hierfür ist sicher die Redundanz der Infor-

mation, aus dem das Gehirn ein besseres Signal-Rausch-Verhältnis gewinnt, so dass der Sprecher bilateral wesentlich weiter entfernt stehen kann, um gerade noch verstanden zu werden, wie dies bei einseitiger Versorgung der Fall war.

## Anpassung

Die bisher vorliegenden Erfahrungen zeigen, dass die Anpassung eines bilateral versorgten CI-Patienten wesentlich schwieriger und arbeitsintensiver ist als die Anpassung von zwei einseitig versorgten CI-Patienten. Neben der Einstellung der beiden Systeme muss z.B. das Zusammenspiel beider Hörseiteneindrücke ausbalanciert werden. Dies setzt Erfahrung des Audiologen sowie eine hohe Kooperationsbereitschaft des CI-Patienten voraus. Wenn mehr Patienten bilateral versorgt sind, werden sicher auch die Anpassstrategien optimiert.

Die CI-Patienten sind zum jetzigen Zeitpunkt mit zwei separaten Sprachprozessoren ausgerüstet, die sich in ihrer Funktion nicht von denen unilateral versorgter CI-Patienten unterscheiden. Beide Prozessoren arbeiten allerdings unabhängig von einander. Die elektrische Stimulation des Hörnerven bei CI-Patienten erfolgt nach anderen physiologischen Grundsätzen als beim Normalhörenden, dies gilt auch oder besonders für das bilaterale elektrische Hören. Es ist also keine 1:1-Übertragung der weitreichenden Kenntnisse über das normale Hören auf CI-Patienten möglich. Bei der Sprachprozessoranpassung der zweiten Seite wird zunächst wie bei einer einseitigen Anpassung vorgegangen. Sind die CI-Träger schon längere Zeit einseitig versorgt, kennen sie diesen Vorgang sehr gut. Die Sprachprozessoranpassung ist zwar primär eine Anpassung der Technik an die physiologischen und individuellen Anforderungen des CI-Patienten, aber im Laufe der Zeit verändern sich auch die technischen Anforderungen durch die Lernprozesse im Zentralnervensystem (neuronal

Teile des vorliegenden Manuskripts wurden aus dem Paper «Aspekte der ein- und zweiseitigen CI-Versorgung - ein aktueller Überblick für CI-Träger, Eltern, Ärzte, Audiologen, Therapeuten und Interessierte» H. Hessel & M. Hey" entnommen.

Plastizität). Auf der erstversorgten Seite ist schon ein längerfristiger Lautstärkeaufbau erfolgt und die Patienten akzeptieren nicht nur leise, sondern auch mittellaute und laute Töne und Geräusche. Dieser Vorgang muss nun auch auf der zweiten Seite nachgeholt werden. Erfahrungsgemäß erfolgt die Umstellung jedoch schneller, da zum einen schon eine Vorerfahrung mit der ersten Seite existiert und das zuerst implantierte Ohr oftmals eine Führungsfunktion übernimmt.

Ein Ziel der Anpassung besteht darin, dass auf beiden Seiten die gleichen Lautstärken angeboten und akzeptiert werden. Ohne diese Voraussetzung ist kein suffizientes Richtungshören möglich. Die theoretische Erwartung, dass der beidseitige Gewinn maximal ist, wenn beide Seiten einzeln optimal eingestellt sind, hat sich nicht bewahrheitet. Beide Seiten müssen miteinander harmonisieren. Ist diese Harmonisierung nicht optimal, kann sich das Hören sogar verschlechtern. Dies kann so weit

führen, dass mit zwei CI weniger gehört wird als mit jeder einzelnen Seite allein. Diese Schwierigkeit ergibt sich bei Kindern ebenso wie bei Erwachsenen. Nach unserer Erfahrung kann das Problem jedoch stets durch Veränderungen an der Anpassung behoben werden - wobei das "wie" dabei jedoch nach wie vor nur unzureichend kausal geklärt ist. Die Kombination der Anpassung mit audiometrischen Kontrollmethoden scheint hier ein Weg zu sein, der eine hohe Erfolgsquote verspricht.

Der Arbeits- und Zeitaufwand einer bilateralen Anpassung beträgt mehr als das Doppelte einer einseitigen Anpassung. Man benötigt unserer Einschätzung nach bis zum dreifachen Aufwand. Zum einen muss die Anpassung auf jeder Seite vorgenommen werden, zum anderen gilt es aber auch, die beiden Seiten aufeinander abzustimmen, damit eine optimale zentralnervöse Verarbeitung der separaten Information beider CI im Gehirn erfolgen kann.

---

## 8. Cochlea-Implantat-Forum St. Gallen

# "Unsere Tochter hat ein zweites CI"

Yvonne und Thomas Bodenmann

**... Ja tatsächlich; unsere Tochter hat 2 Ohren. 2 kleine, nein, große Wunderwerke der Technik. Dank dieser High-tech Geräte ist es Bemarda nun möglich, an der Welt der Klänge, der Geräusche und der gesprochenen Worte und Sprache teilhaben zu können. Dafür sind wir als Eltern unendlich dankbar.**

Der Weg bis zum jetzigen Punkt war teilweise mühsam und von vielen Zweifeln und Ängsten geplagt. Unsere Tochter ist heute

jedoch an einem Punkt angelangt, den wir uns zu Beginn niemals erträumt hätten. Und wie weit ihre Sprachentwicklung gehen wird, kann uns niemand sagen. Wir hoffen, dass wir als Eltern den richtigen Weg eingeschlagen haben und dass Bernarda erst am Anfang eines ganz langen Weges ist.

Bemarda wurde am 18. November 1999 als Jüngstes von 4 Kindern geboren. Ihre größere Schwester Antonia ist 4 1/4 Jahre älter, die beiden Zwillinge Niggi und Philipp sind 1 1/4 Jahre älter. Bei dieser Familienkonstellation können sie sich sehr wohl