

Der Weg zum neuen Hören: Aspekte der Beratung und Therapie von erwachsenen Cochlea-Implantat-Trägern

Steffi Heinemann

Sächsisches Cochlear Implant Centrum (SCIC) Dresden
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus an der TU Dresden

1 Einleitung

Einer aktuellen epidemiologischen Studie der WHO zufolge sind ca. 5 % der Weltbevölkerung von einer die Lebensqualität beeinträchtigenden Hörminderung betroffen. 91 % davon sind Erwachsene. Damit zählt die Hörschädigung zu den häufigsten Erkrankungen im Erwachsenenalter. In der Altersgruppe ab 60 Jahren betrifft sie bereits jeden Dritten (WHO, 2012). Der sensorineurale Hörverlust bzw. die Schallempfindungs- oder Innenohrschwerhörigkeit ist für 90 % der Hörprobleme von Erwachsenen verantwortlich. Ein sensorineuraler Hörverlust tritt ein, wenn die Haarzellen in der Cochlea beschädigt sind und die Weiterleitung der Informationen an den Hörnerven unterbrochen ist. Ist die Innenohrschwerhörigkeit so stark ausgeprägt, dass der Patient keinen ausreichenden Zugewinn für sein Hören und Sprachverstehen mit einem Hörgerät erreicht, ist die operative Versorgung mit einem Cochlea-Implantat (CI) möglich. Seit mehr als drei Jahrzehnten ermöglicht diese technologische Errungenschaft, das Hörvermögen, Sprachverstehen und die Lebensqualität von Betroffenen signifikant zu verbessern. Weltweit sind derzeit mehr als 320.000 Menschen mit einem oder zwei Cochlea-Implantaten versorgt (Goldstein, 2013).

Das Cochlea-Implantat (Abb. 1) ist eine elektronische Prothese, die in der Lage ist, die Funktion des Innenohres zu übernehmen. Das Hören mit dem Cochlea-Implantat ist dennoch kein normales Hören. Unter Umgehung der Funktionen des Außen- und Mittelohres werden die akustischen Signale der Umwelt über Mikrofone durch einen hinter dem Ohr getragenen Prozessor (1) aufgenommen, digitalisiert

und mittels Magnetspule (2) an das Implantat unter der Haut (3) übertragen. Das Implantat wandelt die Signale in elektrische Impulse um und leitet diese an einen in der Cochlea platzierten Elektroden-träger (4) weiter. Die einzelnen Elektroden stimulieren dann die Fasern des Hörnervs (5) (Abb. 1). Auf diese Weise erzeugte Stromimpulse werden wie bei Normalhörenden an die kortikalen Hörregionen weitergeleitet und vom Gehirn als Klang oder Sprache interpretiert.

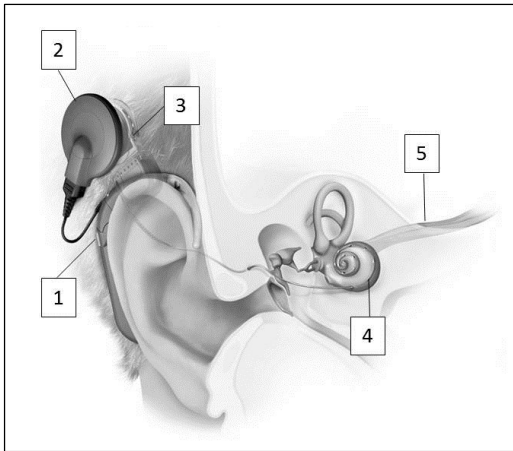


Abbildung 1. Darstellung der Bestandteile eines Cochlea-Implantats
(Grafik: MEDL-EL)

Dieser Weg unterscheidet sich grundsätzlich vom natürlichen Hörvorgang. Es ist daher nicht verwunderlich, dass der Klang für den CI-Träger anfangs fremd und ungewohnt ist. Das Gehörte kann zunächst nicht oder nur schwer erkannt und zugeordnet werden. Hören und Verstehen mit dem Cochlea-Implantat müssen in einem individuellen Lernprozess neu erarbeitet werden. Dieser Prozess erfordert, dass der CI-Träger von einem erfahrenen und interdisziplinären Team begleitet und unterstützt wird, um den bestmöglichen Hörerfolg mit dem CI sicherzustellen.

2 Indikation und Patientengruppen

Die Kriterien für eine CI-Indikation bei Erwachsenen haben sich in den letzten zehn Jahren kontinuierlich verändert und erweitert. Kamen in den Anfangsjahren ausschließlich Patienten mit einer beidseits postlingual erworbenen, nahezu vollständigen Taubheit für ein CI in Frage, so werden heute verschiedenste Patientengruppen erfolgreich implantiert. Es wird unterschieden zwischen Patienten, die vor Abschluss des Spracherwerbs bereits hochgradig schwerhörig oder gehörlos waren (prälingual erworbene Schwerhörigkeit), und denen, die nach dem Spracherwerb im Jugend- bzw. Erwachsenenalter ertaubt sind (postlingual erworbene Schwerhörigkeit).

Jeder CI-Kandidat durchläuft eine intensive und komplexe Diagnostik- und Vorbereitungsphase. Neben ausführlichen medizinischen und audiometrischen Untersuchungen nehmen Beratungs- und Informationsgespräche einen wichtigen Teil bei der Entscheidungsfindung ein. Der Patient sollte sich mit den Möglichkeiten, aber auch den Grenzen einer CI-Versorgung auseinandersetzen, seine Motivation und die Teilnahmefähigkeit an anschließenden Rehabilitationsmaßnahmen prüfen und die Folgen der Implantation, z. B. einen möglichen weiteren Verlust des Restgehörs infolge des chirurgischen Eingriffs, sorgfältig bedenken.

Die Indikationsstellung erfolgt in einem multidisziplinären Expertenteam und berücksichtigt neben dem Hörstatus weitere medizinische, pädagogische und psychologische Befunde. Für eine CI-Versorgung kommen Patienten mit einer hochgradigen Innenohrschwerhörigkeit (Tab. 1) in Frage, bei denen mit Cochlea-Implantaten ein besseres Hören und Sprachverstehen als mit Hörgeräten absehbar zu erreichen sein wird. In vielen Fällen wird vor der Operation überprüft, ob eine optimierte Hörgeräteanpassung bzw. eine Neuversorgung zu einem zufriedenstellenden Sprachverstehen führt. Die Mehrzahl der CI-Kandidaten ist heutzutage bei der Indikationsstellung resthörig. Es hat sich gezeigt, dass die CI-Versorgung der Hörgeräteversorgung bei diesen Patienten deutlich überlegen und durch die

geringere Dauer der Hördeprivation besonders erfolgreich ist. Eine Indikation für ein CI kann auch bei Patienten mit erhaltenem Tief-tonrestgehör und hochgradiger Hochtonschwerhörigkeit gegeben sein. Für diese Patientengruppe wurde die „elektroakustische Stimulation“ (EAS) entwickelt, eine Kombination aus Hörgerät und CI mit verkürzter Elektrode.

Tabelle 1

Einteilung der Schwerhörigkeit nach Schweregrad lt. WHO (Zahnert, 2011)

Grad der Schwerhörigkeit	Mittlerer Hörverlust in dB	Klinischer Befund
0 normalhörig	bis 25	Keine oder nur leichte Probleme bei der Kommunikation, Patient kann Flüstersprache hören
1 geringgradige Schwerhörigkeit	26-40	Umgangssprache wird 1m vor dem Ohr verstanden
2 mittelgradige Schwerhörigkeit	41-60	Lautes Sprechen wird 1m vor dem Ohr verstanden
3 hochgradige Schwerhörigkeit	61-80	Einige Wörter werden bei sehr lautem Sprechen auf dem besseren Ohr verstanden
4 Hörreste oder Taubheit	ab 81	Keinerlei Sprachverständnis bei maximaler Lautstärke

Einige Patienten profitieren nicht oder nur in sehr eingeschränktem Maße von einem Cochlea-Implantat. Dazu gehören Patienten

- mit anatomischen Veränderungen der Hörschnecke, die ein Einbringen der Elektrode verhindern (z. B. bei Missbildungen, Verknöcherungen nach Infektion oder Trauma),
- mit einem nicht funktionsfähigen Hörnerven,
- mit einer zentral bedingten Hörstörung,
- deren fehlende Bereitschaft, Lebensumstände oder anderweitige Erkrankungen eine anschließende Rehabilitation und Nachsorge ausschließen,

- deren zu implantierendes Ohr angeboren oder vor Abschluss des Lautspracherwerbs ertaubt ist (prälingual erworbene Taubheit) und bislang nicht mit einem Hörsystem versorgt wurde.

Bei diesen Patienten ist eine CI-Versorgung sorgsam abzuwägen und ggf. davon abzuraten.

3 Die Rehabilitationsphase

Im Anschluss an die Diagnostik- und Operationsphase beginnt die Hörrehabilitation (vgl. Abb. 2). Nach der Operation, die mit einem stationären Aufenthalt von durchschnittlich fünf Tagen verbunden ist und einer vierwöchigen Einheilungsphase des Implantats bekommt der Patient den externen Sprachprozessor angepasst. Das Implantat wird erstmalig aktiviert. Ein CI-Ingenieur stellt nach den individuellen Angaben des Patienten die Reizintensität ein, mit der jede einzelne Elektrode stimuliert werden muss, um einen hörbaren bis noch angenehmen Lautheitseindruck zu erzielen. Die Erstanpassung des CI führt in den allermeisten Fällen zu einem ersten Höreindruck. Der Patient weiß in der Regel jedoch nicht, was er hört. Alles klingt fremd und anders als gewohnt. Die Klangqualität wird häufig als „blechern“, „weit weg“ oder „Computerstimme“ beschrieben. Patienten, deren implantiertes Ohr seit frühester Kindheit bzw. über einen sehr langen Zeitraum (über 30 Jahre) ertaubt war, können zunächst auch nur Fühleindrücke empfinden. Vor jedem CI-Patienten liegt nun ein individuell langer und schwieriger Weg, auf dem das Hören und Verstehen mit dem neuen Klangeindruck wieder erlernt werden muss. Dieser Lernprozess benötigt

- Zeit, Gewöhnung und Trageakzeptanz,
- eine fortlaufende Optimierung der Einstellung des Sprachprozessors entsprechend der Hörentwicklung,
- bewusstes Lernen durch Übung und hohe Eigenmotivation
- kognitive Kombinations- und Lernstrategien,

- eine realistische Erwartungshaltung und Zielsetzung unter Berücksichtigung der eigenen Hörbiografie.

Auf die Operation und die Erstanpassung ist eine komplexe Hörrehabilitation indiziert. Diese wird deutschlandweit als ambulantes, teilstationäres oder stationäres Rehabilitationskonzept in spezialisierten CI-Zentren angeboten. Qualität und Erfolg der CI-Versorgung werden wesentlich von der postoperativen Rehabilitation bestimmt. Ein ganzheitlicher, interdisziplinärer Ansatz ermöglicht eine umfassende Betreuung des Patienten und einen intensiven Austausch zwischen den verschiedenen Berufsgruppen. Dazu zählen neben Ingenieuren und Ärzten, Sprach-, Ergo- und Musiktherapeuten sowie Psychologen, Hörgeschädigtenpädagogen und Akustiker. Nur so ist zu gewährleisten, dass der Patient aus seiner Hörprothese den größtmöglichen Nutzen und Hörerfolg erzielt. Eine den Rehabilitationsprozess begleitende logopädische Therapie stellt eine sinnvolle Ergänzung dar, kann jedoch nicht die notwendige fachübergreifende CI-Rehabilitation ersetzen.

In den ersten beiden Jahren nach der Implantation kommt der CI-Träger in mehrwöchigen Abständen für mehrere Tage in ein CI-Zentrum, in dem ihm ein vielfältiges Rehabilitationsangebot zur Verfügung steht. Neben der Überprüfung und Feineinstellung des Sprachprozessors beinhalten diese Tage eine intensive Hör- und Kommunikationstherapie, technische Beratung zum CI und unterstützenden Hilfsmitteln, Hilfestellungen bei der Alltagsbewältigung oder sozialrechtlichen Fragen, Angehörigenberatung, regelmäßige audiometrische Kontrolltestungen und Termine bei Fachärzten für HNO sowie Phoniatrie und Pädaudiologie. Darüber hinaus bestehen vielfältige Möglichkeiten zum Austausch mit Gleichbetroffenen. Nach der zweijährigen Rehabilitationszeit für Erwachsene schließt sich eine lebenslange Betreuung an, in der die Patienten ein- bis zweimal jährlich zur Kontrolle ihres CI-Systems und ihres Hörvermögens in das CI-Zentrum kommen.

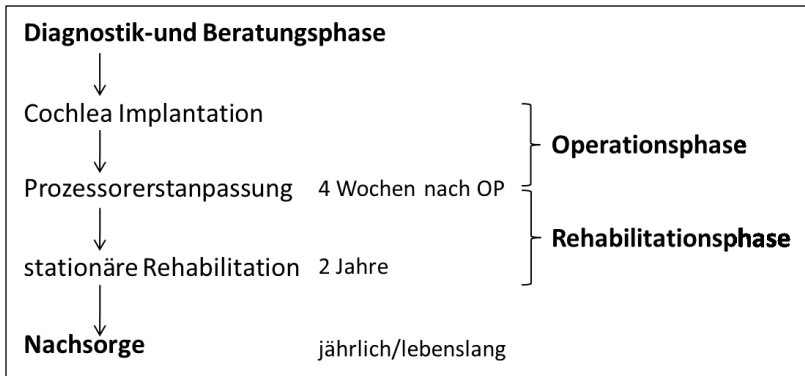


Abbildung 2. Ablauf der CI-Versorgung am SCIC Dresden

4 „Hören lernen“ mit dem Cochlea-Implantat

Ziel der CI-Versorgung ist eine zufriedenstellende Verbesserung der persönlichen Hör- und Kommunikationssituation in Alltag, Familie und Beruf. Durch ein entspannteres, leichteres Hören soll die aktive Teilhabe des Hörgeschädigten am gesellschaftlichen Leben wieder bzw. weiterhin ermöglicht werden. Diller (2009, S. 649) definiert Rehabilitation als „Wiederherstellung einer Fähigkeit, die bereits vorhanden war und aus den unterschiedlichsten Gründen eingeschränkt ist oder verloren wurde“. Für das Rehabilitationsziel bei erwachsenen Hörgeschädigten heißt dies, dass durch eine CI-Versorgung jene Hör- und Sprachverstehensfähigkeiten wiedererlangt werden können, welche im Laufe des Lebens einmal vorhanden waren. Ein Patient, der seit seiner Kindheit auf das Lippenlesen angewiesen war, wird auch mit einem CI höchstwahrscheinlich kein freies Sprachverstehen erreichen. Die Ziele und die Ergebnisse der Rehabilitation sind individuell sehr verschieden und nicht genau vorhersagbar. Möglichkeiten und Grenzen einer CI-Versorgung hängen von einer Vielzahl unterschiedlicher Voraussetzungen ab. Die Anamnese und die Hörbiografie des CI-Trägers spielen eine zentrale Rolle (vgl. Abb. 3).

Mit einem Cochlea-Implantat kann das physiologische Hörvermögen nicht wiederhergestellt werden. Auch modernste Hightechsysteme können das normale Ohr nicht vollständig ersetzen. Im Unterschied zu 20.000 cochleären Haarzellen ist mit 12 bis 22 Elektroden die zeitliche und spektrale Auflösung des Schallsignals reduziert. Dieser Informationsverlust führt zu Einschränkungen beim Verstehen in geräuschvoller Umgebung, in Gruppen, auf Entfernung, in halligen Räumen und besonders beim Musikempfinden. CI-Träger haben immer wieder akustisch schwierige Bedingungen zu bewältigen und zu kompensieren.

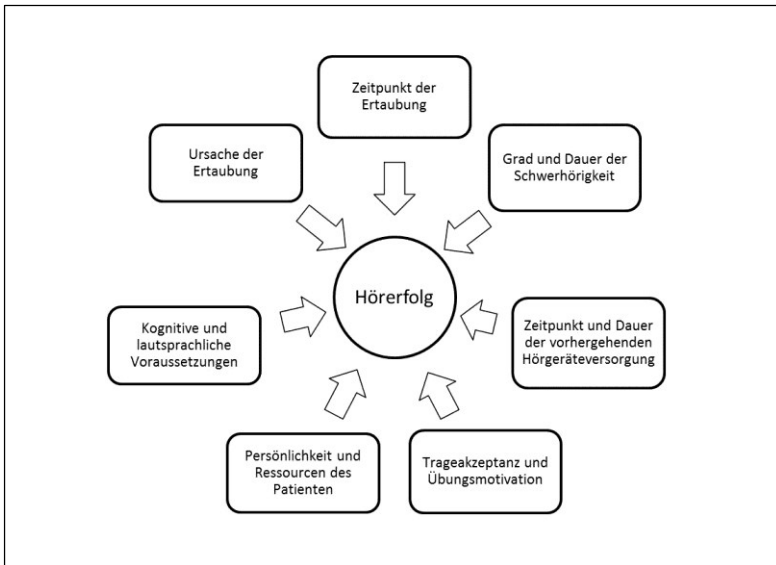


Abbildung 3. Einflussfaktoren auf den Hörerfolg mit CI

4.1 Mit welchem Hörerfolg kann der CI-Träger rechnen?

In Abhängigkeit von den individuellen Voraussetzungen, die jeder CI-Träger mitbringt, können während der Rehabilitation folgende Ziele erreicht werden.

Sprachverstehen

- verbesserte Stimm-und Sprechkontrolle
- Unterstützung des Sprachverstehens beim Lippenlesen
- Sprachverstehen im Einzelgespräch in ruhiger Umgebung
- Sprachverstehen in Radio und Fernsehen, Telefonieren
- freies Sprachverstehen unter akustisch schwierigen Bedingungen (Umgebungsgeräusche, ungünstige Raumakustik, auf Entfernung, in der Gruppe)

Wahrnehmungs- und Orientierungsfähigkeiten

- Ansprechbarkeit
- Wahrnehmen und Erkennen von Geräuschen in der Umgebung (Warnung vor Gefahren, Orientierung in der Dunkelheit)
- Richtungshören (vorrangig bei bilateraler Versorgung und einseitiger Normalhörigkeit)

Lebensqualität

- verminderte Höranstrengung/Hörstress
- abnehmende Intensität von Ohrgeräuschen (Tinnitus)
- verbesserte Höraufmerksamkeit/Konzentrationsvermögen
- stärkere Belastbarkeit, weniger Stresserleben
- Zunahme des Aktivitätsverhaltens (Theaterbesuche, anregende Gespräche etc.)

Die Therapieziele orientieren sich neben der Hörbiografie des Patienten auch an seinen persönlichen Ressourcen wie der Eigenmotivation, häuslichen Übungsmöglichkeiten, der psychischen und gesundheitlichen Verfassung sowie kognitiven Fähigkeiten. Die Hörtherapie basiert auf einem hierarchisch aufgebauten, für jeden Patienten individuell geplanten Ansatz. Fortschritte in der Hörentwicklung (vgl. Abb. 4) werden kontinuierlich evaluiert und die Übungen dementsprechend ausgewählt und angepasst.

4.2 Hörtherapie mit Erwachsenen

Ziel einer strukturierten Hörtherapie ist die Reaktivierung der neuronalen Areale, die für die Hörverarbeitung und das Sprachverstehen zuständig sind. Maßgeblich beschleunigt wird dieser Prozess durch die bewusste Auseinandersetzung mit den neuen Höreindrücken und durch Üben, Üben, Üben. Der Hörtherapeut

1. leitet den CI-Träger beim bewussten Erleben der neuen Hörerfahrungen an und führt eine kleinschrittige, individuell geplante Hör- und Kommunikationstherapie durch,
2. vermittelt dem CI-Träger Übungsinhalte und -methoden, die er in häuslicher Umgebung und im Alltag weiterführen kann,
3. setzt gemeinsam mit dem CI-Träger Ziele und reflektiert aktuelle Veränderungsmöglichkeiten und auch Grenzen,
4. unterstützt den CI-Träger im Umgang mit der CI-Technik (Programmwechsel, Lautstärkeeinstellung, Funktionskontrollen etc.),
5. informiert und berät den Patienten zur Nutzung von technischem Zubehör (z. B. FM- und Induktionsanlagen, Telefon, Audiokabel),
6. thematisiert Schwierigkeiten im Kommunikationsverhalten des Hörgeschädigten und arbeitet an Kommunikationsstrategien für den Alltag und/oder in spezifischen Situationen,
7. leitet den CI-Träger zur Selbsthilfe an, berät bzgl. zusätzlicher Unterstützung bei der Krankheitsbewältigung (z. B. Tinnitus-Retraining, Entspannungsverfahren, Physio-, Ergotherapie, Selbsthilfegruppen).

4.2.1 Aufbau der Hörtherapie

Nach langen Jahren einer progredient zunehmenden Schwerhörigkeit sind viele Patienten „hörentwöhnt“, d. h. sie haben bestimmte Frequenzen nicht mehr, reduziert oder stark verändert wahrgenommen. Viele Hörgeschädigte haben sich aus der akustischen Umwelt zurückgezogen, meiden soziale Ereignisse und gewöhnen sich an eine unnatürliche Stille. Die auditive Verarbeitung von Hör- und Sprachreizen wurde nicht mehr angeregt und entsprechende Verarbeitungsfähigkeiten sind depriviert. Dies hat auch zur Folge, dass Höraufmerksamkeit und auditives Gedächtnis vermindert sein können. Außerdem zeigen viele Patienten zu Beginn der CI-Versorgung eine Hyperakusis. Sie reagieren empfindlich auf bestimmte Hörreize und müssen sich schrittweise an die „neuen“ Geräusche und ungewohnte Sprachanteile, z. B. Zischlaute, gewöhnen. Jedes Hörtraining ist immer auch ein Aufmerksamkeits- und Konzentrationstraining. Infolge der langjährigen Taubheit tritt unter Umständen eine rasche Hörermüdung ein. Es ist daher wichtig, dem CI-Träger ausreichend Pausen während der Therapie einzuräumen.

Meist haben sich langjährig Hörgeschädigte zur Kompensation ihrer Hörverschlechterung das Lippenlesen mehr oder weniger bewusst angeeignet. Um das Hören und Verstehen mit dem CI zu trainieren und auditive Areale zu reaktivieren, ist es notwendig, während der Übung das Mundbild wegzulassen. Dies geschieht, indem man den Patienten bittet, den Therapeuten nicht anzuschauen oder einen mit Lautsprecherstoff bespannten Rahmen benutzt, um das Mundbild zu verdecken. Bimodal versorgte CI-Patienten, die auf der anderen Seite ein Hörgerät tragen, sollten dieses ausschalten. Je nach Resthörvermögen kann auch der Einsatz eines Audiokabels oder einer induktiven Höranlage notwendig sein, um ein effektives Hörtraining der CI-Seite durchzuführen.

Zu Beginn der Rehabilitation wird überwiegend mit dem CI allein trainiert. Später und bei guten Fortschritten der Hör- und Verste-

hensleistungen kann es wichtig sein, den Klangeindruck des Hörgerätes zu integrieren. Ein beidseitiges Hören ist Voraussetzung für die räumliche Ortung und ein ausreichendes Verstehen trotz Störgeräuschen. Auch auf den Musikgenuss nimmt das Hörgerät in vielen Fällen einen positiven Einfluss. Beide Hörsysteme sollten möglichst die gleiche Lautstärke haben. Die meisten Patienten können diese selbst regulieren. Manchmal ist eine Neueinstellung durch den Hörakustiker sinnvoll, damit das Hörgerät nicht dominiert und der Höreindruck mit dem CI deutlich wahrnehmbar ist. Wichtig für das Therapiesetting sind eine ruhige Umgebung und eine angenehme Raumakustik.

4.2.2 Inhalte der Hörtherapie

Nach der Erstanpassung des CI-Systems gilt es zunächst herauszufinden, was und wie der Patient verschiedene Höreindrücke wahrnimmt. Hört er über den gesamten Frequenzbereich? Wie laut empfindet er bestimmte Geräusche und Sprache? Kann er bereits erste Strukturmerkmale unterscheiden und Lautheit, Rhythmus oder Tonhöhe differenzieren, vielleicht sogar schon erste Wörter zuordnen oder die Silbigkeit bestimmen? Das Entdecken des neuen Klangbildes steht im Vordergrund. Dabei merken die meisten Patienten, dass „Hören“ nicht mit „Verstehen“ gleichzusetzen ist. Erste Erfolge erleben die meisten Patienten beim Zahlenverstehen oder Wiedererkennen von Wörtern nach Bildvorlage. Oft ist das wahrgenommene Wort lückenhaft und undeutlich. „Tomate“ klingt zum Beispiel wie „Rukate“. Die Sprechgeschwindigkeit und Pausen nehmen großen Einfluss auf die Verarbeitung des Gehörten. Eine Überartikulation unterstützt das Verstehen hingegen nicht, da hierbei natürliche prosodische Informationen verloren gehen. Wichtig ist auch, in normaler Sprechlautstärke zu sprechen. Mit Übung und zunehmender Tragezeit wird die Worterkennung genauer und effizienter bis im Idealfall ein offenes Sprachverstehen erreicht ist.

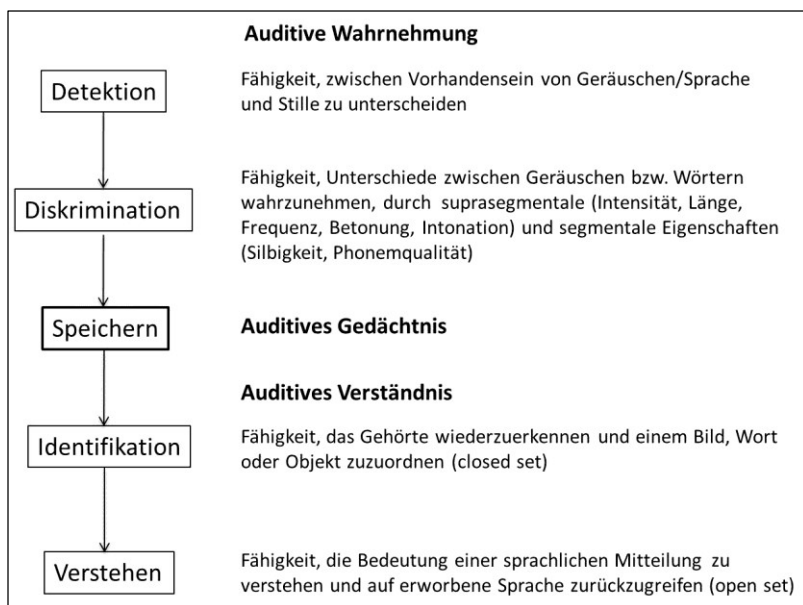


Abbildung 4. Hierarchie der Hörentwicklung (adaptiert aus Erber, 1982)

Bei der Auswahl des Übungsmaterials sind linguistische Parameter zu beachten, die es dem Patienten erleichtern zu verstehen und den Schwierigkeitsgrad einer Übung variieren. Dazu gehören Wortfrequenz (hochfrequent > niedrigfrequent), Typikalität der semantischen Kategorie (typisch > untypisch), Wortlänge (prosodische Merkmale, Mehrsilber > Einsilber), Wortklasse (Inhaltswörter > Funktionswörter), phonologische Ähnlichkeit und die Assoziationsstärke eines Wortes zu dem gewählten Kontext. CI-Träger kombinieren ständig und entwickeln ein Erwartungsverhalten gegenüber dem Gesagten. Durch diese zentrale Ergänzungsleistung versuchen sie das entstehende Informationsdefizit auszugleichen (Top-Down-Einflüsse). Je mehr Kontext eine Äußerung enthält, desto besser kann der Hörgeschädigte das Fehlende ergänzen. So werden Sätze teilweise besser verstanden als Einzelwörter. Bekanntes Material unterstützt zu Beginn das Wiedererkennen. Bei unbekanntem, abstraktem Übungsinhalten mit Neologismen, Nonsenssilben und -sätzen,

Fremdwörtern oder Eigennamen muss sich der CI-Träger hingegen ganz auf sein Hören verlassen. Genauso verhält es sich bei Unterscheidungen auf der Lautebene. Diese haben einen höheren Schwierigkeitsgrad als Übungen zum Wortverstehen.

Auf der Geräuschebene nehmen besonders die Komplexität und die akustische Ähnlichkeit Einfluss auf die Hörleistung. Einfach strukturierte, rhythmische Geräusche mit Pausen werden deutlich besser wahrgenommen und differenziert als komplexe, andauernde Geräusche.

Das Übungsniveau und der Schwierigkeitsgrad sollten so gewählt werden, dass der CI-Träger während der Übung 60 % der Aufgabe bewältigen kann, um die Motivation hoch und die Frustration gering zu halten.

Grundvoraussetzung für den Hörerfolg mit dem CI ist die Bereitschaft „hinzuhören“. Manchmal muss diese Fähigkeit erst wieder entwickelt werden. Ohne auditive Aufmerksamkeit und aktives Zuhören, auch im Alltag, wird sich eine Verbesserung der Hör- und Verstehensleistungen nur langsam vollziehen. Entscheidend ist ebenso, wieviel Kommunikations- und Höranregungen der CI-Träger tagtäglich in seinem Umfeld erfährt.

Bei den Übungsmethoden und dem Übungsmaterial ist Kreativität gefragt. Am leichtesten fällt es CI-Trägern, eine „live“-Stimme zu verstehen. Aber auch das Hören von CD, dem Computer oder MP3-Player ermöglicht ein effektives Hörtraining, welches zudem zu Hause allein durchgeführt werden kann. Für die Therapie in Alltagssituationen kann man das Therapiezimmer verlassen, ein Café besuchen, einen Geräuschespaziergang oder einen Stadtrundgang mit Höraufgaben machen. Der CI-Träger sollte dazu angehalten werden, seine verschiedenen Programmvarianten im Alltag zu testen und stundenweise auf das Hörgerät zu verzichten, um die Hörentwicklung mit dem CI voranzubringen.

Tabelle 2a

Inhalte der Hörtherapie (siehe Hierarchie Abb. 4, S. 25)

Übungsebene	Übungsbereiche	Übungsinhalte
Geräuschebene	Geräusche/Klänge wahrnehmen	<ul style="list-style-type: none"> • Unterscheidung Stille-Geräusch
	Geräusche differenzieren	<ul style="list-style-type: none"> • Alltagsgeräusche entdecken/Spaziergang im Freien • Klangqualitäten unterscheiden (anhand Rhythmus, Dauer, Lautheit, Tonhöhe etc.)
	Geräusche zuordnen (closed set)	<ul style="list-style-type: none"> • Gleich-Ungleich-Entscheiden
	Geräusche erkennen (open set)	<ul style="list-style-type: none"> • Übungen mit Instrumenten, Audiolog 4, Hörmemory, CDs, Geräuschdatenbanken im Internet
	Geräuschlokalisierung	<ul style="list-style-type: none"> • räumliche Wahrnehmung von Geräuschen
Wortebene	Wörter differenzieren	<ul style="list-style-type: none"> • Gleich-Ungleich-Entscheiden (suprasegmentale Merkmale) • Silbigkeit bestimmen
	Wörter nach Vorlage erkennen	<ul style="list-style-type: none"> • Zahlen, hochfrequente Inhaltswörter • mit Bild-, Schriftauswahl
	Wörter mit Thema verstehen	<ul style="list-style-type: none"> • thematische Wortlisten, typische > untypische Vertreter • Lückensätze ergänzen
	freie Wortlisten (open set)	<ul style="list-style-type: none"> • Minimalpaare • Eigennamen, Fremdwörter, Neologismen • Mehrsilber > Einsilber • Inhaltswörter > Funktionswörter
	Sätze nach Vorlage zuordnen	<ul style="list-style-type: none"> • Sprichwörter, Redensarten, Floskeln • Situationsbilder, Lückensätze, Beschreibungen
Satzebene	Sätze zu einem Thema verstehen	<ul style="list-style-type: none"> • Alltagsthemen • „Quatschsätze“ • hoch assoziativ > wenig assoziativ

Tabelle 2b

Inhalte der Hörtherapie (siehe Hierarchie Abb. 4, S. 25)

Übungsebene	Übungsbereiche	Übungsinhalte
Satzebene	Sätze frei verstehen	<ul style="list-style-type: none"> wenig > mehr Funktionswörter im Satz/Text kurze Sätze > komplexe, längere Sätze
Lautebene (schwieriger als Wortebene)	Vokalunterscheidung _____ Sätze nach Vorlage zuordnen	<ul style="list-style-type: none"> minimale Kontraste in Wörtern/Silben/Lauten wahrnehmen Minimalpaare nach Vorlage zuordnen Nonsenswörter, -silben zuordnen/verstehen
Textebene	Textverstehen mit Thema _____ freies Textverstehen	<ul style="list-style-type: none"> Alltagsthemen, z. B. Wetterbericht, Nachrichten vertraute Inhalte, z. B. Märchen und Gedichte Textvorlage zum Mitlesen, Lückentexte Hörbücher, Dialoge Sprache „live“ vs. von Tonträgern (CD, MP3-Player) langsameres > normales Sprechtempo
Verstehen im Störgeräusch	Wörter und Sätze _____ Texte und Dialoge _____ Gespräch	<ul style="list-style-type: none"> mit Hintergrundgeräusch, z. B. mit Radio im Freien mit Umgebungsgeräuschen, z. B. an der Straße Alltagssituationen, z. B. Besuch im Café, Museum verschiedene Sprecher in der Gruppe
Telefonieren	Verstehen von Wörtern mit Vorlage _____ Verstehen von Sätzen mit Thema _____ freies Verstehen	<ul style="list-style-type: none"> Hörerpositionierung üben Wortlisten, Bildauswahl, Thema/Kontext vorgeben geschlossene Fragen > offene Fragen bekannte > fremde Stimmen Induktion und Freisprechanlage testen Repairstrategien üben (z. B. Verstehen absichern, Wiederholen, Umformulieren, Buchstabieralphabet)

Neben dem Training der Hörwahrnehmung und des Sprachverstehens gewinnt für viele Patienten die Musiktherapie an Bedeutung. Einerseits führt das strukturierte Training den CI-Träger langsam an die neue Musikwahrnehmung heran und verfolgt das Ziel, Musik wieder verstehen und genießen zu können. Andererseits gibt es erste Untersuchungen, die darauf hinweisen, dass sich bei Hörgeschädigten nach einem Musiktraining Transfereffekte auf das Sprachverstehen zeigen (Shahin, 2011).

Viele CI-Träger profitieren von einem Kommunikationstraining, das einzeln und in der Gruppe stattfindet. Die Gruppensituation bildet nicht nur einen Rahmen zum Austausch mit ähnlich Betroffenen, sondern ermöglicht auch das Ausprobieren erlernter Hör- und Kommunikationsstrategien sowie das Üben mit verschiedenen Stimmen und schnellen Sprecherwechseln.

4.2.3 Grenzen der CI-Versorgung

Das regelmäßige Üben und bewusste Lernen ist ein wichtiger Bestandteil der CI-Rehabilitation. Nicht alles, was der Patient vor seiner CI-Versorgung erhofft, ist jedoch erreichbar. Um Frustration zu vermeiden, ist es wichtig, das Mögliche motiviert zu erarbeiten und die Grenzen als Teil der eigenen Hörschädigung anzunehmen. Einiges, was Normalhörende für selbstverständlich halten, bleibt für den CI-Träger schwierig oder sogar unmöglich. Dazu gehört zum Beispiel die Fähigkeit, die Quelle eines Geräusches oder den Sprecher in einer Gruppe zu orten. Voraussetzung dafür ist eine gleich gute Hörfähigkeit auf beiden Ohren, insbesondere bezogen auf die Lautstärke und das Frequenzspektrum. Das Gleiche gilt für das Hören und Verstehen bei Umgebungsgeräuschen. Nur mit beidohrig gleich gutem Hörvermögen kann der Störschall effektiv vom Nutzschall getrennt und Sprache herausgefiltert werden. Patienten, die auf der einen Seite ein CI tragen und auf der anderen Seite ertaubt oder mit einem starken Hörgerät versorgt sind, haben in der Regel deutliche Schwierigkeiten beim Richtungshören und in der Störgeräuschsituation.

Hahne, Wolf, Müller, Mürbe und Friederici (2012) zeigen in ihrer EEG-Studie, dass die Sprachverarbeitung bei CI-Trägern auch bei sehr guten Sprachverstehensleistungen deutlich von normalhörenden Kontrollprobanden abweicht. CI-Träger beurteilten syntaktische Verletzungen in grammatischen und ungrammatischen Sätzen ebenso zuverlässig wie Normalhörende, zeigten jedoch keine P600 und einen verzögerten N400-Effekt. Hahne et al. schlussfolgern, dass die Sprachverstehensprozesse bei CI-Trägern verlangsamt sind und die syntaktische Analyse zugunsten der semantischen Interpretation eines Satzes aufgegeben wird („Schlüsselwortstrategie“). Trotz eines guten Sprachverstehens haben CI-Träger demzufolge mit der verminderten Inputqualität des CIs erschwerte Verarbeitungsbedingungen, die kompensiert werden müssen.

5 Besondere Patientengruppen

5.1 Der bilateral versorgte Patient

Für beidseits ertaubte Erwachsene galt bis vor wenigen Jahren die unilaterale Implantation vor allem wegen der entstehenden Mehrkosten als ausreichend. Unzählige Klageverfahren einzelner CI-Träger wurden in den Jahren 2005 bis 2010 zugunsten der Hörgeschädigten entschieden, denen ein Anspruch auf „Behinderungsausgleich im Sinne des Gleichziehens mit einem normalen Menschen“ zugesprochen wurde. Das beidohrige Hören ist inzwischen als Grundbedürfnis definiert und Teil der Regelversorgung, wenn der Patient dies wünscht.

Beidseitiges Hören gewährleistet nicht nur einen Summationseffekt in Bezug auf die Lautheit, sondern ermöglicht auch das Nutzen des „Kopfschatteneffektes“ sowie der binauralen Filterfunktion für eine bessere Sprachverständlichkeit im Störlärm. Gleichzeitig entstehen eine akustische Raumempfindung und eine verbesserte Schalllokalisation (Laszig et al. 2004). Als weiteres Argument ziehen Hessel, Ziese, Wesarg und von Specht (2001) die funktionelle Lateralisierung des Gehirns heran. Durch die bilaterale CI-Versorgung

werden beide Hemisphären entsprechend ihrer Dominanz aktiviert. Dadurch würde die Sprachverarbeitung erleichtert, die Hörqualität verbessert und folglich die Höranstrengung reduziert. Nicht zuletzt besteht der Vorteil einer beidseitigen Versorgung darin, dass dem Patienten im Falle eines technischen Ausfalls ein „Reserve-Ohr“ zur Verfügung steht.

Die Hörbiografie beider Ohren weicht oft deutlich voneinander ab. Viele Patienten haben ein besseres und ein schlechteres Ohr. In welcher Reihenfolge die Implantation erfolgt, entscheiden Patient und Arzt gemeinsam. Bei vergleichbar schlechter Hörleistung wird heute dazu geraten, das Ohr mit der längeren und qualitativ besseren Hörerfahrung zuerst zu implantieren. Die klinische Erfahrung zeigt, dass damit schnellere und bessere Hörerfolge erzielt werden. Profitiert der Patient noch von einem Hörgerät, erfolgt die Implantation oftmals auf dem schlechteren Ohr.

Die sequenzielle bilaterale Implantation wird bei Erwachsenen in der Regel in einem größeren zeitlichen Abstand durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt ist das erste CI schon länger trainiert. Das hat zur Folge, dass die neuen Höreindrücke mit der zweiten Seite anfangs als störend oder sogar beeinträchtigend erlebt werden. Der Klang ist „ungleich“ und akustische Signale werden als zeitversetzt wahrgenommen. Das erste CI war oft nach kurzer Zeit das bessere Ohr. Das zweite CI hat es meist schwerer, denn durch die Dominanz des „Alten“ wird die Hörentwicklung des „Neuen“ erschwert und verlangsamt. Das Hören und Verstehen mit dem zweiten CI muss nun einzeln und möglichst ebenso intensiv trainiert werden. Dazu muss das gute Ohr zeitweise abgeschaltet werden. Der CI-Träger muss sich bewusst auf ein schlechteres Hören einlassen können. Es ist nur allzu verständlich, dass viele Patienten diese Hörsituation möglichst meiden und die Motivation für ein Einzeltraining geringer ist als bei der ersten Seite. Für die Hörentwicklung, im Besonderen für das binaurale Zusammenspiel und die Klangfusion sind Gewöhnung und das Tragen beider Cochlea-Implantate im Alltag entscheidend. Viele CI-Träger berichten bereits wenige Wochen nach der Erstanpassung des

zweiten CI von angenehmerer Klangfülle und natürlicherer Sprachwahrnehmung. Das Wiedererlangen des Richtungshörens benötigt hingegen einige Zeit und Übung, ebenso wie das Verstehen bei Umgebungsgeräuschen. Ein Gleichklang beider CIs ist in den meisten Fällen nicht zu erreichen, sodass der CI-Träger bei bewusster Konzentration auf eine Seite oder beim Üben mit einem CI eine Differenz in der Hörqualität bemerken wird. Lautstärkeunterschiede sollten jedoch bei der technischen Einstellung ausgeglichen werden.

Ziel der Rehabilitation bei bilateraler sequenzieller Versorgung ist 1) durch Einzeltraining eine bestmögliche Hörkompetenz des zweiten CI zu erreichen und 2) durch beidohriges Training und Hören im Alltag binaurale Fähigkeiten zu reaktivieren und einen einheitlich wahrgenommenen Klangeindruck zu erzielen.

5.2 Der einseitig normalhörende Patient

Das Cochlea-Implantat hat sich in den vergangenen Jahren auch als Therapieoption bei einseitig postlingual ertaubten Patienten mit Normalhörigkeit auf dem anderen Ohr herausgestellt. Die sogenannte „Single Side Deafness“ (SSD) tritt meist nach einem akuten Hörsturz, Trauma oder einer Infektion (z. B. Meningitis, Labyrinthitis) ein. Im Erwachsenenalter hat die plötzliche „Einohrigkeit“ gravierende Einschränkungen zur Folge, die im Gegensatz zur prälingual erworbenen oder angeborenen einseitigen Taubheit nicht kompensiert werden können. Die Patienten erfahren deshalb einen hohen Leidensdruck und Verlust an Lebensqualität.

Das monaurale Hören führt zu

- deutlich eingeschränktem Sprachverständnis in geräuschvoller Umgebung,
- Einschränkung bis Unfähigkeit der räumlichen akustischen Orientierung (Richtungshören),
- hoher Belastung bei assoziiertem chronischen Tinnitus,

- fehlender Ansprechbarkeit und Wahrnehmung akustischer Warnsignale von der ertaubten Seite,
- erhöhter Stressbelastung in Gruppensituationen, Beruf und familiären Beziehungen,
- schnellerem Ermüden, sozialem Rückzug und Depression,
- dem Empfinden, „halbiert“ zu sein.

Lange Zeit war die Zurückhaltung groß, diese Patientengruppe zu implantieren. Zum einen, weil die Kommunikation durch die Normalhörigkeit als nicht ausreichend eingeschränkt galt („Luxus“), zum anderen aufgrund der Annahme, dass das Gehirn, die extrem verschiedenen Klangeindrücke nicht integrieren könne und die Akzeptanz des „elektronischen Ohres“ daher gering sei. Inzwischen zeigen unzählige Studien, dass die CI-Versorgung eine erfolgreiche Therapieoption bei einseitiger Ertaubung sein kann. Im Vergleich zur CROS¹-Hörgeräteversorgung führt diese sowohl zu einer besseren Hörqualität als auch einer signifikant höheren subjektiven Zufriedenheit. Bei einer kurzen, wenige Jahre bis Monate umfassenden Ertaubungszeit ergeben sich bei dieser Patientengruppe meist sehr gute Hör- und Sprachverstehensleistungen innerhalb der ersten 12 Monate nach der CI-Versorgung (Arndt et al., 2011).

Als Ergebnis der CI-Versorgung zeigen sich signifikante und umfassende Verbesserungen (Pok & Böheim, 2010):

- Alle Patienten verwenden ihr CI den ganzen Tag.
- Während der Tragezeit wird ein evtl. vorhandener Tinnitus erfolgreich supprimiert.
- Das Sprachverstehen im Störschall und in Gruppengesprächen wird signifikant verbessert.
- Das Richtungshören wird wiedererlangt.
- Die psychosoziale und emotionale Belastung nach der Rehabilitation ist der allgemeinen Bevölkerung angeglichen.

¹ engl. Contralateral Routing of Signals: die Schallsignale werden von der tauben auf die hörende Seite übergeleitet

Darüber hinaus hat das „Stereo-Hören“ großen Einfluss auf den Musikgenuss. Erstaunlicherweise zeigt sich, dass über den Verlauf der Rehabilitation eine umfängliche sensorische Integration der elektrischen Stimulation in das normale Klangbild erfolgt und sich elektrisches und akustisches Hören nicht gegenseitig negativ beeinflussen.

In der Hörtherapie stellt der einseitig ertaubte Patient eine Herausforderung dar, weil das normalhörende Ohr nicht „ausgeschaltet“ werden kann. Das Lernen mit dem CI ist dadurch erschwert. Aus klinischer Erfahrung wissen wir, dass sich der bestmögliche Hörerfolg über einen kurzen Zeitraum einstellt, wenn von Beginn an Hören und Verstehen mit dem CI gezielt einzeln trainiert werden. Dazu können Therapeut und Patient technisches Zubehör nutzen, z. B. eine Induktionsschlinge, das Audiokabel (aus dem CI-Zubehör) oder eine FM-Anlage. Das Richtungshören und das Verstehen im Störgeräusch werden beidhorig geübt.

5.3 Der prälingual ertaubte Patient

Von einer prälingualen Ertaubung oder Schwerhörigkeit spricht man, wenn die einseitige oder beidseitige Hörschädigung angeboren oder bereits vor Abschluss des Lautspracherwerbs eingetreten ist. Die beidseitige hochgradige Hörbehinderung in der Kindheit hat in der Regel eine audiogen bedingte Sprachentwicklungsstörung zur Folge. Bei beidseits prälingual Schwerhörigen („Gehörlose“) sind Sprachverständnis, Wortschatz, Grammatik und Aussprache stark eingeschränkt. Die Stimme klingt häufig gepresst, die Sprechmelodie ist verändert und die Sprechlautstärke erhöht. Der Lautspracherwerb wurde meist durch eine Hörfrühförderung und auf der Schwerhörigenschule gefördert. Dort wurde eventuell auch Gebärdensprachkompetenz erworben.

Die frühkindliche Hörschädigung von Patienten, bei denen ausschließlich ein Ohr betroffen ist, während das andere Ohr normalhörend oder geringgradig eingeschränkt ist, bleibt oftmals unerkannt und wird erst im Schul- oder jungen Erwachsenenalter festgestellt.

Beide Gruppen unterscheiden sich durch ihre Lautsprachkompetenz, deren Entwicklung bei der einseitigen Normalhörigkeit in den meisten Fällen uneingeschränkt möglich ist.

Seit 2009 besteht in Deutschland ein gesetzlicher Anspruch auf die Durchführung eines Neugeborenen-Hörscreenings. Ziel ist es, Kinder mit einer beidseitigen Hörstörung ab 35 dB frühzeitig zu erkennen und mit Hörsystemen zu versorgen. In Zukunft wird es möglich sein, den Beginn der Hörschädigung im Kindesalter anamnestisch verlässlicher zu erfassen. In den meisten Fällen fehlt uns dieses Wissen heute. Die Lautsprachkompetenz der gehörlosen Erwachsenen dient deshalb als Indikator für den Schweregrad und den Zeitpunkt einer Ertaubung im Kindesalter. Entscheidend für den Erfolg bei dieser Patientengruppe ist u. a., ob und seit wann Hörgeräte getragen wurden und wie intensiv die Lautsprachentwicklung gefördert wurde.

Reduzierter Hörinput führt zu signifikanten Veränderungen der Hörbahnen und des zentralen Kortex. Studien zeigen, dass eine sensible Phase für die Reorganisation auditorisch kortikaler Strukturen existiert und die synaptische Plastizität bzw. Umorganisation im Erwachsenenalter eingeschränkt bleibt (Kral & Sharma, 2012; Petersen, Gjedde, Wallentin & Vuust, 2013). Diese sensible Phase korreliert mit der synaptischen Entwicklung des auditorischen Kortex während der ersten vier Lebensjahre. Darüber hinaus gibt es Evidenz, dass bei ausbleibendem auditiven Input eine cross-modale Rekrutierung auditorisch kortikaler Areale durch visuelle Reize erfolgt (Kral, 2009). Die fehlende oder stark veränderte Entwicklung der neuronalen Vernetzung stellt eine Erklärung für die schlechten Erfolge bezogen auf das Sprachverstehen mit dem im Erwachsenenalter versorgten CI-Ohr dar. Die Langzeitergebnisse beim Sprachverstehen und bei sprachlichen Diskriminationsaufgaben sind bei prälingual ertaubten Erwachsenen erheblich schlechter als bei postlingual ertaubten Erwachsenen (Santarelli, De Filippi, Genovese & Arslan, 2008). Dabei scheint es unerheblich, ob das andere Ohr normal gehört hat. Auch bei einer prälingual einseitigen Ertaubung kommt es zu Umstrukturi-

rierungen der primären und sekundären auditorischen Areale zugunsten des hörenden Ohres (Kral, Hubka, Heid & Tillein, 2013). Diese Erkenntnisse decken sich mit klinischen Erfahrungen. Obwohl das eine Ohr normal gehört hat, wird mit dem im frühesten Kindheit ertaubten Ohr nach der CI-Versorgung kein freies Sprachverstehen erzielt.

Vor Abschluss des Lautspracherwerbs ertaubte Erwachsene („Gehörlose“) können von einem CI profitieren, wenn sie bereits Nutzen aus Hörgeräten ziehen konnten, diese die Lautsprachentwicklung unterstützt haben und die Patienten hörgerichtet und lautsprachlich orientiert sind. Für eine zufriedenstellende Entwicklung der Hörkompetenzen sind eine realistische Erwartungshaltung und Zielsetzung genauso wichtig wie eine hohe Lernmotivation und Trageakzeptanz des CI. Eine entscheidende Verbesserung wird vor allem für die Hörqualität erzielt. Das CI vermittelt mehr und klarere Höreindrücke, ermöglicht die Wahrnehmung von Stimmen, Warnsignalen, Umgebungsgereuschen, Musik und erleichtert das Ablesen vom Mund. Ein 34-jähriger CI-Träger formuliert treffend:

„Für mich ist das CI ein hervorragendes Hörgerät, das mir in begrenztem Umfang über einen breiten Frequenzbereich wiedererkennbare akustische Signale liefert. Es hilft mir, Sprache besser wahrzunehmen.“

Ein offenes Sprachverstehen scheint im Erwachsenenalter bei einer prälingual erworbenen Ertaubung nicht mehr erreichbar zu sein. Für eine gelingende Kommunikation bleibt das Lippenlesen notwendig. Eine CI-Versorgung bei dieser Patientengruppe kann sich dennoch positiv auf die Lebensqualität auswirken. Die subjektiv empfundene Verbesserung der Lebensqualität ist dabei unabhängig von der Verbesserung der Sprachverstehensleistungen (Straatman, Huinck, Langereis, Snik & Mulder, 2013).

6 Zusammenfassung

Die Schwerhörigkeit zählt zu den häufigsten Erkrankungen im Erwachsenenalter und hat für den Betroffenen schwerwiegende Einschränkungen seiner persönlichen Entfaltungs- und Wirkungsmöglichkeiten zur Folge. Nicht hören und verstehen zu können, bedeutet aus einer Vielzahl von kommunikativen Aktivitäten ausgeschlossen zu sein und den Kontakt zur akustischen Außenwelt zu verlieren. Die Cochlea-Implantation ermöglicht heute, das Hörvermögen und die Lebensqualität hochgradig schwerhöriger oder ertaubter Patienten deutlich zu verbessern.

Der Weg von der Indikationsstellung zur CI-Operation ist gekennzeichnet durch eine sorgfältige und umfassende Diagnostik, informative und vorbereitende Gespräche und letztlich die Abwägung, inwieweit die eigenen Erwartungen an die CI-Versorgung realistisch eingeschätzt werden und der einzelne Patient mit seinen individuellen Voraussetzungen von einem CI profitieren kann. Nach dem operativen Eingriff ist dieser Weg noch lange nicht abgeschlossen. Eine komplexe, interdisziplinäre und ganzheitliche Hörrehabilitation ist notwendig, um den anschließenden Hörlernprozess mit der elektronischen Prothese optimal zu unterstützen.

In diesem Überblicksartikel wurden Inhalte eines multimodalen, individuell geplanten Rehabilitationskonzeptes dargestellt und auf Besonderheiten von einzelnen Patientengruppen eingegangen.

Einen bedeutenden Anteil nimmt die Hörtherapie ein, in dem der Patient lernt, die Höreindrücke des CI mit der früher gesammelten Hörerfahrung abzugleichen und sein Hör- und Sprachverstehen gezielt zu trainieren. Die Ziele der Hörrehabilitation von prälingual schwerhörigen oder ertaubten Patienten, die diese Hörerfahrungen bislang nicht oder nur in geringerer Qualität machen konnten, unterscheiden sich von der Gruppe spätertaubter Erwachsener.

Wie bei allen Lernprozessen bedarf es auch in der Hörrehabilitation individueller Zielsetzungen, Therapieinhalte und Zeitabschnitte. Da jeder CI-Träger seine eigene Hörbiografie und unterschiedliche

Voraussetzungen mitbringt, begegnen ihm auf seinem Weg zum neuen Hören ganz persönliche Grenzen und Hörerfolge.

7 Literatur

- Arndt, S., Laszig, R., Aschendorff, A., Beck, R., Schild, C., Hassepaß, F., ..., Wesarg, T. (2011). Einseitige Taubheit und Cochlea-implantatversorgung: audiologische Diagnostik und Ergebnisse. *HNO*, *59*(5), 437–46.
- Diller, G. (2009). (Re)habilitation nach Versorgung mit einem Kochleaimplantat. *HNO*, *57*, 649–656.
- Erber, N. (1982). *Auditory Training*. Washington, D.C.: Alexander Graham Bell Association.
- Goldstein, J. L. (2013). Juxtapositions in Trafalgar Square: Tip-offs to creativity in art and science. *Nature Medicine*, *19*(10), 3–7.
- Hahne, A., Wolf, A., Müller, J., Mürbe, D. & Friederici, A. D. (2012). Sentence comprehension in proficient adult cochlear implant users: On the vulnerability of syntax. *Language and Cognitive Processes*, *27*(7/8), 1192–1204.
- Hessel, H., Ziese, M., Wesarg, T. & von Specht, H. (2001). Überlegungen zur bilateralen CI-Versorgung. *HNO*, *11*, 883–887.
- Kral, A. (2009). Frühe Hörerfahrung und sensible Entwicklungsphasen. *HNO*, *57*, 9–16.
- Kral, A. & Sharma, A. (2012). Developmental neuroplasticity after cochlear implantation. *Trends in Neuroscience*, *35*(2), 111–122.
- Kral, A., Hubka, P., Heid, S. & Tillein, J. (2013). Single-sided deafness leads to unilateral aural preference within an early sensitive period. *Brain*, *136*(1), 180–193.
- Laszig, R., Aschendorff, A., Stecker, M., Müller-Deile, J., Maune, S., Dillier, N., ..., Doering, W. (2004). Benefits of Bilateral Electrical

- Stimulation with the Nucleus Cochlear Implant in Adults: 6-Months Postoperative Results. *Otology & Neurotology*, *25*, 958–968.
- Petersen, B., Gjedde, A., Wallentin, M. & Vuust, P. (2013). Cortical Plasticity after Cochlear Implantation. *Neural Plasticity*, 1–11.
- Pok, S. & Böheim, K. (2010). *Cochlea Implantation bei einseitiger Taubheit: Verbesserung des Sprachverstehens und Tinnitusunterdrückung*. 54. Österreichischer HNO-Kongress, Salzburg, 15.-18.9.2010.
- Santarelli, R., De Filippi, R., Genovese, E. & Arslan, E. (2008). Cochlear Implantation Outcome in Prelingually Deafened Young Adults. *Audiology & Neurotology*, *13*, 257–265.
- Shahin, A. J. (2011). Neurophysiological influence of musical training on speech perception. *Frontiers in Psychology*, *2*, 1–10.
- Straatman, L. V., Huinck, W. J., Langereis M. C., Snik, A. F. M. & Mulder, J. (2014). Cochlear implantation in late implanted prelingually deafened adults: Changes in quality of life. *Otology & Neurology*, *35*, 253–259.
- WHO (2012). *Global Estimates on Prevalence of Hearing Loss. Mortality and Burden of Diseases and Prevention of Blindness and Deafness*.
- Zahnert, T. (2011). Differenzialdiagnose der Schwerhörigkeit. *Deutsches Ärzteblatt International*, *108* (25), 433–444.

Kontakt

Steffi Heinemann

Steffi.Heinemann@uniklinikum-dresden.de