

Unabhängige Vereinszeitung der
Österreichischen Schwerhörigen Selbsthilfe

EINKLANG

MAGAZIN ZUM THEMA HÖREN UND KOMMUNIKATION

AUSGABE 2012



Ohren als Gesundheits-
zentrum *Östliches Heilwissen
und Hildegard-Medizin* Seite 26

Er tötet mit Lärm
Der Pistolenkrebs
Seite 15



Musik mit dem Cochlea Implantat
Wie hört sich das an? ab Seite 33

FACHBEITRAG

CI und Musik

Musik und Sprache verfügen zwar über Gemeinsamkeiten, doch die trennenden Aspekte überwiegen, wenn es um die Wahrnehmung von Musik mithilfe von Hörsystemen geht. Womit haben wir es zu tun, wenn wir von Musik sprechen? Was macht das CI mit einem eintreffenden Klang und wie verarbeitet der Mensch Musik? Diesen Fragen soll im Folgenden nachgegangen werden. ▶ [DR. ULRIKE STELZHAMMER-REICHHARDT](#)

Musik - was ist das?

Setzt man die Saite einer Gitarre in Bewegung, so wird die umgebende Luft ebenfalls in Bewegung versetzt. Ähnlich einem Stein, der ins Wasser geworfen dieses in Wellenbewegungen versetzt, ordnen sich auch die Luftteilchen in Wellen, die sich über den Raum hinweg fortsetzen. Die Wellen erreichen unser Ohr, bis schließlich die Informationen der Wellen in unserem Gehirn ankommen und verarbeitet werden. Regelmäßige, wellenförmige Luftbewegungen nehmen wir als Töne oder Klänge, unregelmäßige Luftbewegungen als Geräusch wahr. Der Klang einer Gitarrensaite besteht in Wirklichkeit aus einem Zusammenspiel mehrerer Töne bzw. unterschiedlich langen Wellen, den Frequenzen. Nämlich aus dem Ton der Grundfrequenz und einer Reihe von ganzzahligen Vielfachen dieser Grundfrequenz, den so genannten Obertönen. Daraus entsteht zum einen die Tonhöhe. Weil aber dieselbe Tonhöhe auf einem Klavier anders klingt als auf einer Gitarre, müssen wir auch noch die Klangfarbe berücksichtigen. Diese wird zusätzlich bestimmt von der spezifischen Zeit, die ein Instrument für das Ein- und Ausschwingen braucht. So ein zusammengesetzter Ton mit seiner Klangfarbe ist aber nur ein Parameter von Musik.

Eine Reihe von Tönen ergibt eine Melodie - ein weiterer wichtiger Parameter. Um eine

Reihe von Tönen überhaupt als Melodie wahrnehmen zu können, braucht es unser Arbeitsgedächtnis. Unser Gehirn behält einen gehörten Ton eine Weile in diesem Arbeitsspeicher und setzt den nächsten Ton in Beziehung zu diesem. So können wir zum Beispiel erkennen, ob eine Melodie aufwärts oder abwärts verläuft. Eine Reihe von immer gleich langen Tönen würde uns rasch langweilen. Musik entsteht auch durch die unterschiedliche Klangdauer der einzelnen Töne. Diese zeitliche Struktur von Musik ist der Rhythmus. Manchmal erkennen wir ein Musikstück sogar, wenn jemand nur den Rhythmus des Stückes mit den Fingern auf einen Tisch klopft. Aber Musik kann noch mehr: Wenn verschiedene Töne in einem Musikstück gleichzeitig erklingen, so sprechen wir von Harmonik oder von der harmonischen Struktur in der Musik. Damit wird die Beziehung dieser Töne untereinander und zueinander beschrieben. Im Erkennen dieser harmonischen Zusammenhänge sind wir sehr stark kulturell geprägt und es besteht ein enger Zusammenhang mit unserer Hörerfahrung. Schlussendlich bestimmt auch die Dynamik und Agogik ein Musikstück. Innerhalb eines Stückes wechseln sich laute Passagen

mit leisen Passagen ab, schnelle mit langsamen. Einmal wird die Melodie mit hüpfenden Tönen gespielt, an einer anderen Stelle fließen die Töne ineinander. Der Dirigent gibt den Musikern vor, wie ein Stück zu spielen ist. An seinen Bewegungen lassen sich die dynamischen und agogischen Strukturen eines Stückes gut mitverfolgen. Je nachdem, ob wir nun eine Oper von Mozart, ein afrikanisches Trommelstück, ein venezianisches Gondellied oder Hip-Hop-Musik hören, treten eine oder zwei musikalische Strukturen in den Vordergrund, während die anderen Strukturen in den Hintergrund treten. Eine Arie aus der Zauberflöte ist getragen von Melodie und Harmonik - weniger vom Rhythmus. Bei einem afrikanischen Trommelstück tritt der Rhythmus in den Vordergrund - die melodische Struktur tritt in den Hintergrund, auch die dynamischen Veränderungen im Laufe des Stückes sind gering. So ergeben sich wie bei einem Baukastensystem unzählige Möglichkeiten. Je nachdem wie die verschiedenen Strukturen angeordnet sind und in Beziehung stehen, erklingt Musik in verschiedenen Stilrichtungen. Über die Zeit hinweg entstanden verschiedene Musikstile, ebenso wie es große regionale Unterschiede gibt. „Die“ Musik gibt es also nicht.

Regelmäßige, wellenförmige Luftbewegungen nehmen wir als Töne oder Klänge, unregelmäßige Luftbewegungen als Geräusch wahr.

Fortsetzung nächste Seite >>

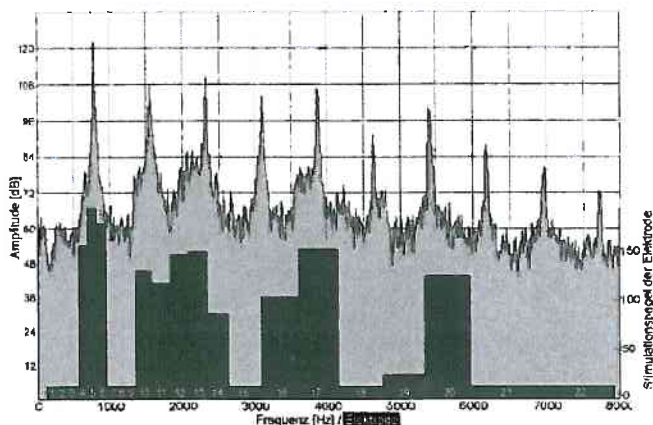
>> Fortsetzung von Seite 33

CI und Musik

Was macht nun ein Cochlea-Implantat mit all diesen Strukturen von Musik - wie werden sie vom Sprachprozessor verarbeitet?

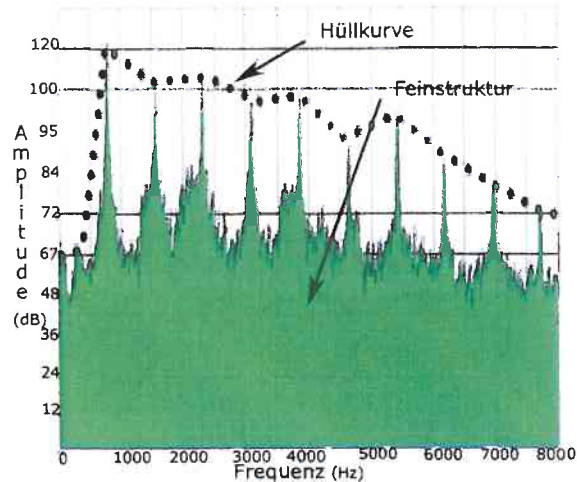
Der Sprachprozessor verarbeitet drei musikalische Parameter, die mit *Lautheit*, *Timbre* und *Pitch* bezeichnet werden. Lautheit meint hier nicht nur mit welcher Intensität ein Ton übertragen wird, also ob er laut oder leise ist, sondern auch ob er da ist oder nicht. Daraus ergibt sich der rhythmische bzw. zeitliche Parameter von Musik. Timbre meint die Klangfarbe und Pitch die Tonhöhe. Für beide ist, wie bereits beschrieben, das Zusammenspiel von spezifischen Frequenzmustern im zeitlichen Verlauf maßgeblich. Das Frequenzmuster wird von den jeweils aktiven Elektroden des CI gebildet, also an welcher Stelle der Hörschnecke welche Elektrode zu welcher Zeit einen Reiz abgibt. Der zeitliche Verlauf wird auch von der Impulsrate der Elektrode bestimmt.

Wie bei Büchler dargestellt, stoßen wir genau hier an die Grenzen des Cochlea-Implantates. Je nach Fabrikat stimulieren zwischen 16 und 21 Elektroden den Hörnerv im Frequenzbereich zwischen 200 und 8 000 Hz. Verglichen mit dem natürlichen Hören, das sich in einem Frequenzbereich von 20 bis 20 000 Hz bewegt und bei dem etwa 30 000 Haarsinneszellen für die Reizweiterleitung zur Verfügung stehen, also reichlich eingeschränkte Möglichkeiten.



Frequenzspektrum (Quelle: Büchler et al. 2005) und stimulierte Elektroden (eines Nucleus CI24 Implants) für den Ton „g“ einer Blockflöte. Im Spektrum (grau) sind in regelmässigen Abständen deutliche Spitzen vorhanden, die den Grundton und die harmonischen Obertöne repräsentieren. Die Elektroden (schwarz) stimulieren zwar bei der Grundfrequenz (784 Hz) und ungefähr im Bereich der ersten vier Obertöne. Durch die beschränkte Anzahl der Elektroden ist jedoch die Frequenzauflösung stark verringert und reicht nicht, um die harmonische Struktur des Tons zu erhalten, was Auswirkungen auf die wahrgenommene Tonhöhe und Klangfarbe hat.

Die nächste Grafik zeigt zwei wesentliche Komponenten der akustischen Signalverarbeitung - die Hüllkurve und die Feinstruktur. Für die Sprachverarbeitung ist im Wesentlichen die Übertragung der Hüllkurve (auch Einhüllende oder „Envelope“) des Frequenzspektrums notwendig. Die Hüllkurve ist eine gedachte Linie, welche die Amplitudenspitzen eines akustischen Signals nachzeichnet. Das gelingt mithilfe der zur Verfügung stehenden Sprachstrategien (= die Programmierung des Sprachprozessors) im Großen und Ganzen bereits gut. Wie aber oben dargestellt, ist in



Hüllkurve und Feinstruktur eines akustischen Signals (vgl. Büchler et al. 2005)

der Musik das Zusammenspiel von Frequenzen im zeitlichen Verlauf ein wesentlicher Bestandteil, also die zeitliche Feinstruktur („Temporal Fine Structure“) des Frequenzspektrums eines Klanges (vgl. Zachary et al. 2002). Diese Feinstruktur kann vom Cochlea-Implantat noch nicht vollständig abgebildet werden.

Für die dynamische Struktur von Musik gelten ähnliche technische Einschränkungen wie es auch beim Hörgerät der Fall ist. Der Dynamikbereich muss für Sprache optimiert sein, d. h. im Bereich um die 40 dB liegen. Leise Pegel werden lauter gemacht, laute Pegel werden leiser angeboten. Die Pegelunterschiede bei Musik sind viel größer als im Sprachbereich. Sehr leise Musik ist leiser als Flüstern, sehr laute Musik kann schon einmal an die Schmerzgrenze des normalen Gehörs gehen. Auch innerhalb eines Orchesters gibt es Passagen, in denen eine Instrumentengruppe leiser spielt als die andere. Die technische Komprimierung, die eine Hörhilfe vornimmt, kann bei großen bzw. komplexen Pegelunterschieden einen „Klangbrei“ verursachen - alle Töne klingen in etwa gleich laut.

Auch Musik, die sehr stark von der harmonischen Struktur getragen ist, kann einen „Klangbrei“ verursachen. Viele Elektroden senden gleichzeitig ihre Impulse - eine Differenzierung ist nur mehr eingeschränkt möglich.

Die aktuelle Generation von Implantaten - CI-Systeme mit virtuellen Stimulationsorten verspricht eine Verbesserung dieser Problematik. Virtuelle Stimulationsorte entstehen, wenn die elektronischen Impulse zweier benachbarter Elektroden durch eine spezielle Computertechnik so aufeinander abgestimmt werden können, dass nicht nur die direkt unter der jeweiligen Elektrode liegenden Nervenzellen, sondern auch die zwischen den Elektroden liegenden Nervenzellen stimuliert werden können. Es entstehen zusätzlich zu den durch die Elektrodenanzahl festgelegten Stimulationsorten weitere, nämlich bis zu 120 Stimulationsorte. Diese Technik bildet die oben genannte Feinstruktur eines akustischen Signals viel genauer ab als bisher. Der akustische Eindruck erreicht eine höhere Natürlichkeit im Klang als dies bisher möglich war. Hier scheint die Entwicklung des Cochlea-Implantates einen entscheidenden Schritt in Richtung Verbesserung der Musikwahrnehmung voran gekommen zu sein.

Musik und Wahrnehmung

Wie wir Musik mithilfe unseres Gehörs oder einer technischen Hörhilfe verarbeiten ist nur ein Aspekt. Der zweite wichtige Aspekt ist, was das Gehirn mit dem Höreindruck macht. Unser Gehirn ist extrem flexibel und fortwährend damit beschäftigt, alle Sinneseindrücke, die ständig eintreffen, miteinander in Beziehung zu setzen und in einen Zusammenhang zu bringen. Je öfter ein ähnlicher Sinneseindruck eintrifft, umso stärker werden die Verbindungen zwischen den assoziierenden Bereichen. Ein Kind muss unzählige Male unterschiedliche Hunde bellen hören bis es das Geräusch dem Begriff Hund zuordnen kann. Es braucht dazu die Unterstützung seiner nächsten Bezugspersonen. So wie ein Computer zuerst einmal programmiert werden muss, so ist auch das Gehör nur die „Hardware“. Die Hörerfahrung und Verarbeitung im Gehirn wäre dann die Programmierung der „Software“, nämlich des Hörens und Verstehens.

Musik, CI und Pädagogik

Ob ein CI-Träger nun schon von Geburt an ertaubt war oder erst zu einem späteren Lebenszeitpunkt ertaubt ist, ist also von wesentlicher Bedeutung in Bezug auf seinen Zugang zu Musik. Ein späterraubter CI-Träger muss sich zuerst von seinen Hörerinnerungen innerlich verabschieden und lösen können. Erst dann kann es gelingen, ein neues Hörgedächtnis aufzubauen. Am besten gelingt dieser Schritt mit „neuer“ Musik, also mit Musikstücken, die dem CI-Träger nicht bekannt waren. Auch ist es hilfreich, auf die Eigenheiten der Verarbeitungsstrategien von Sprachprozessoren „Rücksicht“ zu nehmen und Musik auszuwählen, bei der die Stärken der Verarbeitungsstrategien zum Tragen kommen. In der Praxis würde das bedeuten, zuerst einmal mit Musik, die von nur einem Melodieinstrument gespielt wird, zu beginnen. Langsamere Stücke ist zu Beginn ebenso der Vorzug zu geben. Nicht minder wichtig ist die stete Wiederholung, also ein Musikstück über einen bestimmten Zeitraum hinweg immer wieder anzuhören. Erst durch die Wiederholung können sich neue Verknüpfungen und Assoziationen aufbauen und festigen. Aktives Zuhören ist sehr anstrengend - daher zu Beginn nicht länger als 30 Minuten am Tag Musik hören, danach eine Hörpause einlegen.

Musik durchläuft im Verarbeitungsprozess immer auch eine emotionale Analyse. Musik überträgt Emotionen. Sich der Musik über diesen Ansatzpunkt zu nähern, ist besonders für erwachsene CI-Träger ein wichtiger Schritt. Nicht eine analytische Herangehensweise - welches Instrument kann ich erkennen? - sondern einen emotionalen Zugang zur Musik zu finden, ist eine große Herausforderung. Eine Herangehensweise kann das Hören von Filmmusik sein. Welche inneren Bilder löst die Musik aus?

Wie weit CI-Träger in die Welt der Musik vordringen können und wollen ist individuell sehr verschieden und hängt von den unterschiedlichen, oben beschriebenen Faktoren ab. Dass es möglich ist und die Mühe sich lohnt, zeigen die vielen Beispiele an aktiv musizierenden CI-Trägern.

ÜBER DIE AUTORIN:

Dr. Ulrike Stelzhammer-Reichardt

ist Musik- und Bewegungspädagogin und arbeitet seit 1992 mit hörbeeinträchtigten Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen. Seit 2007 arbeitet sie verstärkt in interdisziplinären Projekten. Publikation (zusammen mit Shirley Salmon) 2008: „Schläft ein Lied in allen Dingen“ - Musikwahrnehmung und Spiellied bei Gehörlosigkeit und Schwerhörigkeit.



INFO

Sie tragen ein Hörgerät oder ein Cochleaimplantat? Sie möchten gerne Ihr Hörsystem besser nutzen?

AUF WIEDERHÖREN ist ein Kursprogramm das Ihnen ein Hörtraining der besonderen Art anbietet.

Dabei werden Sie in einer kleinen Gruppe an das bewusste Hören von Musik mit Ihrem Hörsystem herangeführt

Inhalte des Trainings:

- Vermittlung von Wissen über die Musikwahrnehmung
- Sensibilisierung für das Hören von musikalisch-sprachlichen Parametern wie Klangfarbe, Tonhöhen, Rhythmus und Akzente
- Strukturiertes und langsam aufbauendes Hören von komplexen Musikstücken durch ein computergestütztes Hörtrainingsprogramm und Hörübungen mit einfachen Instrumenten
- gemeinsame Vorbereitung und Besuch eines Konzertes

Informationen zum Kursort sowie Beginnzeiten und Kosten entnehmen Sie bitte der untenstehenden Homepage oder schreiben Sie Ihre Anfrage an aufwiederhoeren@stelzhammer.eu oder senden Sie eine SMS an +43 (0)664 51 40 270.



www.stelzhammer.eu

Die Firma Stelzhammer&Partner beschäftigt sich sowohl mit der interdisziplinären Musikpädagogik wie auch mit der Unternehmensberatung.