

Hörgeräte – Orientierung auf der Cocktailparty

Digitale Systeme simulieren immer mehr Fertigkeiten der akustischen Wahrnehmung.

Von Guido Reetz

Hören, das bedeutet Schallwellen in elektrische Signale umwandeln und diese auswerten. Dazu werden im menschlichen Hörapparat die Luftbewegungen über Trommelfell und Gehörknöchelchen auf die Basilarmembran des Innenohrs übertragen. Deren Vibrationen bewegen die Haare der inneren Haarzellen. Diese wiederum erzeugen Ionenströme und setzen Botenstoffe für die Weiterleitung durch den Hörnerv frei. Wird das komplexe System durch Krankheiten oder Alterungsprozesse stark gestört, sind die Folgen für den Betroffenen schwer wiegend, denn ein Großteil der menschlichen Kommunikation erfolgt durch Sprache.

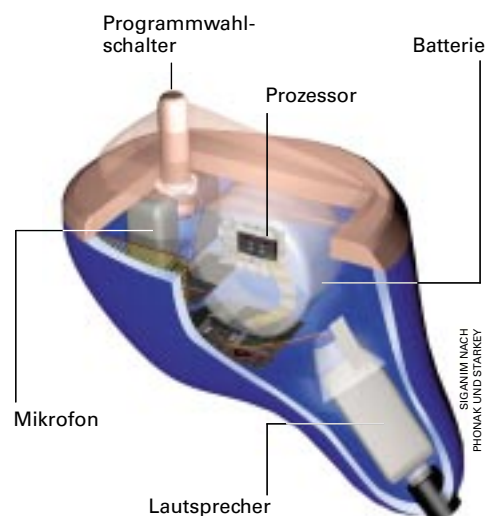
Je nach Ursache der Behinderung erleichtern Hörgeräte das Los der Erkrankten. Analoge Geräte trennen das über ein Mikrofon aufgenommene akustische Signal meist nur in tiefe, mittlere und hohe Frequenzen und verstärken jeden dieser drei Kanäle für sich. Digitale Systeme – seit 1996 auf dem Markt – unterscheiden bis zu 22 Frequenzbänder, die sie separat analysieren und in der Lautstärke differenziert anheben. Zudem versuchen die Entwickler, die technischen Möglichkeiten auszuschöpfen, um ein »komfortables« Hören zu ermöglichen. So empfinden Schwerhörige laute Geräusche oft als besonders unangenehm, vermutlich infolge defekter äußerer Haarzellen. Normalerweise erweitern diese Strukturen den Dynamikbereich des Gehörs, indem sie starke Schwingungen der Basilarmembran dämpfen und schwache verstärken. Getrennt für jedes Frequenzband hebt eine individuell einstellbare Automatik deshalb leise Signale deutlich an und verstärkt laute nur wenig.

Hintergrundgeräusche sind ein weiteres Problem, da sie das Sprachsignal überlagern. Hörgeräte filtern deshalb im ersten Schritt Frequenzen unterhalb von 100 bis 200 Hertz (Hz) heraus, wie sie zum Beispiel Motoren erzeugen. Digitale Systeme suchen zudem in den verschiedenen Frequenzkanälen nach Sprachsignalen, beispielsweise anhand statistischer Eigenschaften, um dann Störungen durch Filter zu unterdrücken.

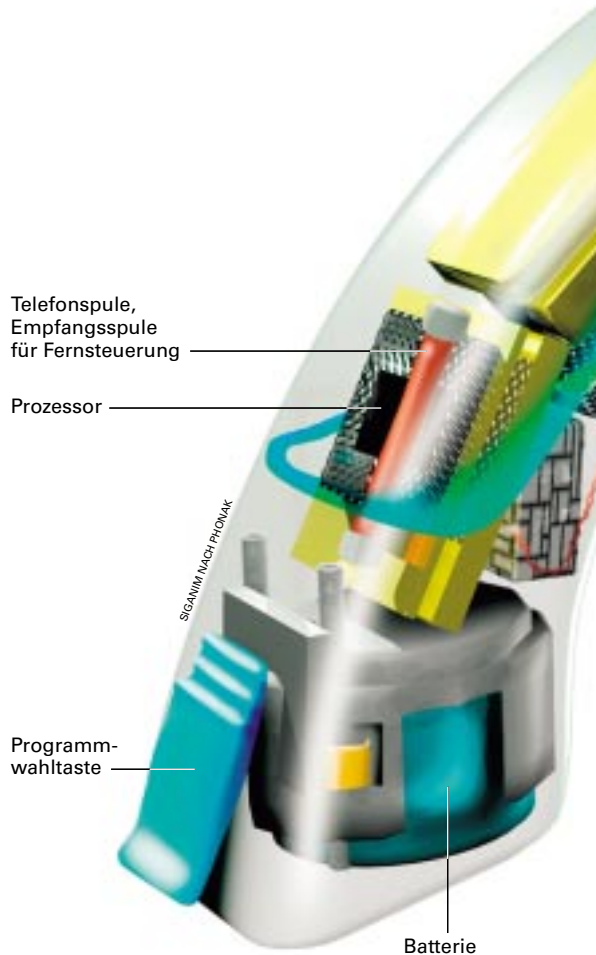
Selbst der Cocktailparty-Effekt lässt sich heute mit Hörgeräten erreichen. Der normal Hörende verfügt über ein Arsenal physiologischer Funktionen, um selbst bei hohem Geräuschpegel zu verstehen, was sein Gegenüber ihm erzählt. Kommt das Signal beispielsweise von links, die Störung aber von rechts, verarbeitet das Gehirn bevorzugt die Informationen des linken Ohrs (Kopfschatten-Effekt). Aber auch bei nur leichten Richtungs-differenzen vermag das gesunde Gehör Signal und Rauschen gut zu differenzieren. Dies zu imitieren setzt eine Richtcharakteristik des Mikrofons voraus: Seine Empfindlichkeit ist nach vorn maximal, zur Seite aber gering (so genannte Nierencharakteristik).

Digitale Hörgeräte arbeiten mit zwei bis drei Mikrofonen, die miteinander gekoppelt werden. Entdecken die Signalprozessoren kein Sprachsignal, empfängt das System aus allen Richtungen gleichermaßen. Ansonsten steuern sie die Mikrofone so, dass eine Richtcharakteristik entsteht und das Minimum der Empfindlichkeit zur Störquelle weist. Sogar eine sich bewegende Lärmquelle wie ein Auto lässt sich damit abdämpfen, ohne dass der Schwerhörige diesen Vorgang bemerkt. Leider stoßen die heutigen Spracherkennungsverfahren noch an Grenzen, sobald mehr als eine Person redet. ◀

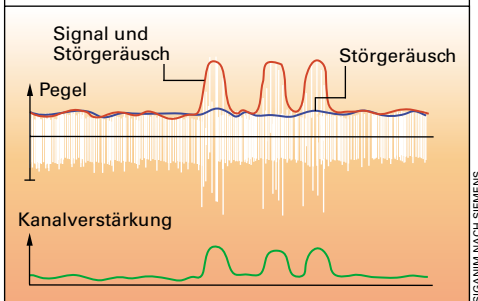
Guido Reetz arbeitet bei MED-EL in Innsbruck, einem Hersteller von Cochlea-Implantaten.



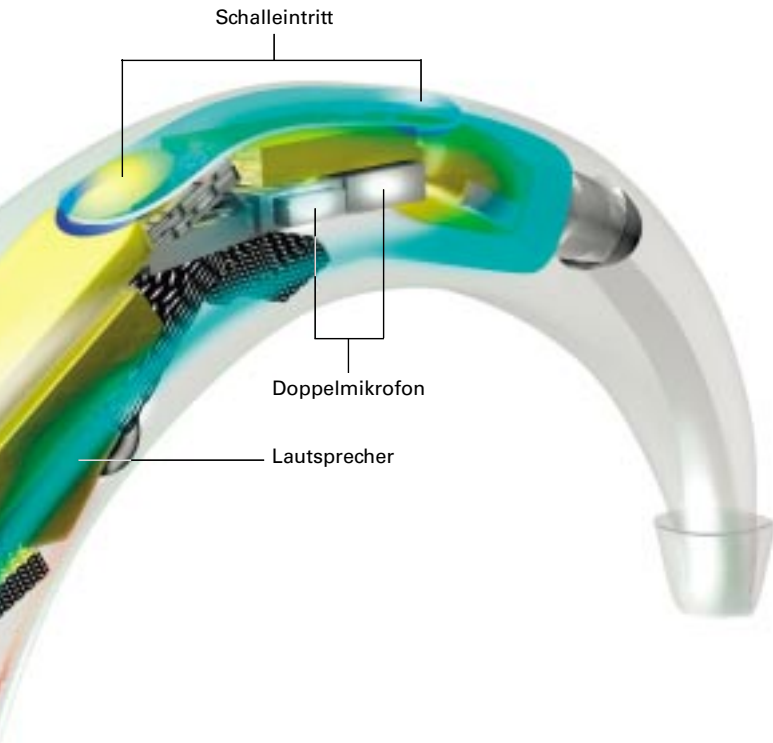
▲ Kleine Geräte im Gehörgang nutzen dessen Richtwirkung. Sie verstärken Schall um bis zu 40 Dezibel (dB).



Trennung von Signal und Störgeräusch

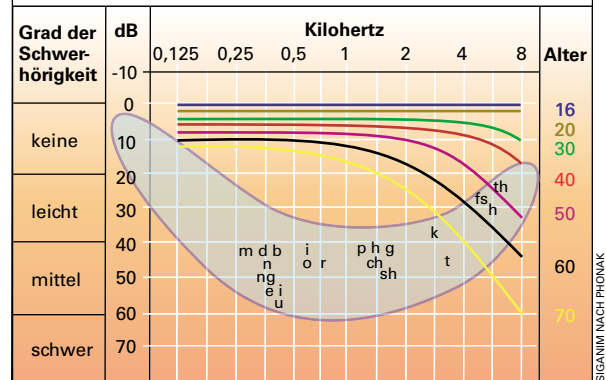


Digitale Hörgeräte analysieren den eintreffenden Schall in mehreren Frequenzkanälen, um Sprache und Störgeräusche zu unterscheiden und dann gegebenenfalls das Sprachsignal gezielt zu verstärken.



Hinter dem Ohr getragene Hörgeräte können Schall um bis zu 80 dB verstärken. Sie eignen sich deshalb auch für hochgradig Schwerhörige. Denn diese Systeme bieten Platz für große Batterien, eine Telefonspule zum Empfang elektromagnetischer Wellen eines Telefonhörers oder einer Fernbedienung für die Einstellung. Zwei Mikrofone unterstützen das Richtungshören.

Hörverlust in Zahlen



Hörverlust wird anhand des Schalldrucks gemessen, ab dem eine Wahrnehmung erfolgt (in Relation zum Hörvermögen eines jungen gesunden Menschen). Eine Verschlechterung um 20 dB bedeutet jeweils einen um den Faktor zehn höheren erforderlichen Schalldruck. Der dunkle Bereich umfasst Frequenz und Schalldruckpegel einer ruhigen Stimme, die Position von Vokalen und Konsonanten entspricht mittleren Werten.

WUSSTEN SIE SCHON?

► Schwerhörigkeit ist **nicht nur ein Altersleiden**. Laut offiziellen Studien leiden in Deutschland etwa 2,5 Prozent der 20-Jährigen an Hörschäden – mit steigender Tendenz; bei den 50-Jährigen sind es fast 10, bei den 75-Jährigen über 30 Prozent.

► **Rückkopplungen** sind die Folge, wenn vom Lautsprecher erzeugter Schall wieder aufgenommen und erneut verstärkt wird. Digitale Prozessoren identifizieren die Störung und ihre Mittenfrequenz, sehr schmalbandige Filter eliminieren das unangenehme Pfeifen.

► **Wind an den Mikrofonöffnungen** erzeugt ein tieffrequentes, fluktuierendes Rauschen. Die zugehörigen Spektren sind weitgehend unkorreliert – das ist der Hinweis für die Steuerung des Hörgeräts, zum Beispiel niedrige Frequenzen weniger zu verstärken.

► **Das bis ins späte 19. Jahrhundert verwendete Hörrohr** verstärkte den Schall zwar um 10 bis 30 Dezibel, doch zwischen etwa 500 und 2000 Hertz. Gerade die für das Sprachverständnis wichtigen höheren Frequenzen gehen bei Schwerhörigkeit oft als Erste verloren.