

Mit ZoomControl “um die Ecke” hören

Traditionelle Richtmikrofonsysteme basieren auf der Annahme, dass der Höreräteträger seinem Gesprächspartner frontal gegenüber sitzt und diesen anschaut. Dies liegt daran, weil man mit der heutigen Zwei-Mikrofon-Technologie nur eine begrenzte Anzahl von Richtmikrofoncharakteristiken ausbilden kann. Phonak präsentiert jetzt mit ZoomControl eine ganz neuartige Lösung für dieses Problem. Mittels einer Fernbedienung und miteinander kommunizierenden Hörgeräten gelingt es, Richtcharakteristiken zu erzeugen, die vorher nicht möglich waren. Auf diese Weise können auch

Nutzsignale, die nicht von vorne kommen, verstärkt werden. Phonak darf sich mit Recht als Erfinder der Mehrfachmikrofon-Technologie bei Hörgeräten bezeichnen. Bereits Anfang der Neunziger Jahre sorgte AudioZoom mit seinem revolutionären Konzept, zwei Mikrofone statt nur eines zu benutzen, weltweit für Aufsehen. Diese Technologie hat sich wegen ihrer unbestrittenen Vorteile in den letzten Jahren so stark weiterentwickelt und durchgesetzt, dass heute selbst Hörgeräte in den unteren Preisklassen fast durchgängig mit zwei Mikrofonen ausgestattet sind.

Wieso müssen es zwei Mikrofone sein?

Neben den früher üblichen Einmikrofon-Systemen mit kugelförmiger Empfindlichkeitscharakteristik gab es in Hörgeräten schon lange Zeit auch sogenannte Richtmikrofone. Diese nehmen Schall gezielt aus einer bestimmten Richtung auf und unterscheiden sich von den erstgenannten Mikrofonen dadurch, dass sie zwei Aufnahmeöffnungen für den Schall haben. Außerdem funktionieren sie nach einem anderen Prinzip. Während die sogenannten Kugelmikrofone reine Druckempfänger sind und auf Druckschwankungen reagieren, sind Richtmikrofone Druckgradienten-Empfänger, das heißt, sie reagieren auf die Änderungsgeschwindigkeit des Drucks, mathematisch gesehen auf die erste Ableitung der Druckänderung nach der Zeit ($dp(t)/dt$). Das hat gewisse Konsequenzen. Dazu gehört unter anderem, dass Richtmikrofone tiefe Frequenzen schlechter übertragen als

hohe. Man hat diesen Effekt früher bewusst mit einbezogen, da auch er zur Sprachverbesserung diente. Trotzdem klangen Geräte mit Richtmikrofon aus diesem Grund unnatürlicher als solche mit Kugelmikrofon. Wieso verwendet man dann heutzutage zwei Mikrofone und nicht nur ein (Richt-)Mikrofon, wenn man das Hören in eine bestimmte Richtung bevorzugt? Ganz einfach, weil die Zweimikrofon-Technologie gegenüber der Einmikrofon-Technologie den Vorteil hat, dass man variable Richtcharakteristiken erzeugen kann, die auch einer sich ändernden Umgebungssituation fortlaufend angepasst werden können. Die dabei auftretende Frequenzgang-Veränderung kann man kompensieren. Was übrig bleibt ist ein System, welches bei durchgehend gleichmäßig angenehmem Klang in vielen Situationen hilft, das Sprachverständnis in Störlärm deutlich zu verbessern.

Richtcharakteristiken von Zweimikrofon-Systemen

Durch sogenannte differentielle Überlagerung, das heißt, das Signal des hinteren Mikrofons wird phasenversetzt und um einen gewissen Faktor abgeschwächt vom vorderen Mikrofonsignal abgezogen, kann man mit zwei Mikrofonen ganz bestimmte richtungsabhängige Empfangscharakteristiken erzeugen. Hierbei spielt die Anordnung der Mikrofone eine wichtige Rolle. Typischerweise sind die Mikrofone

in einem Hörgerät hintereinander angeordnet. Wenn man eine Gerade durch beide Mikrofone legt, definiert man dadurch die Vorzugsrichtung der Empfindlichkeit. Im Fall von Hörgeräten also nach vorne oder hinten, oder anders ausgedrückt, null Grad oder 180 Grad. In dieser Anordnung lassen sich stufenlos die in Abbildung 1 gezeigten Mikrofoncharakteristiken ineinander überführen.

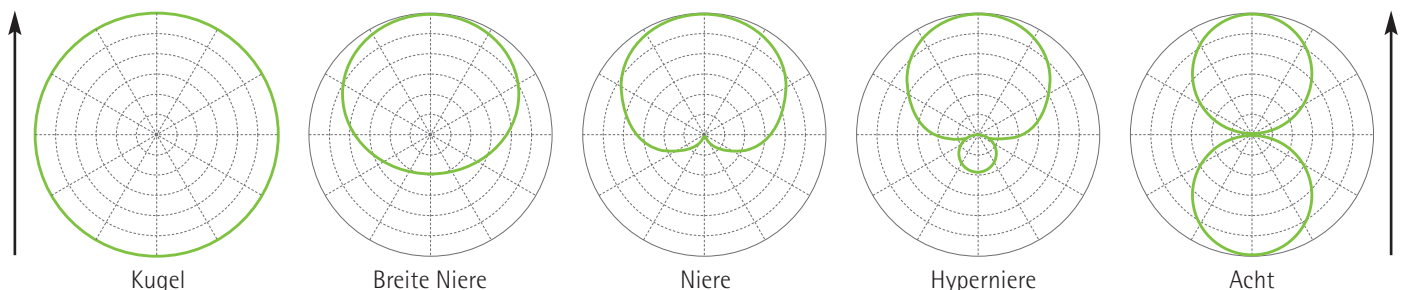
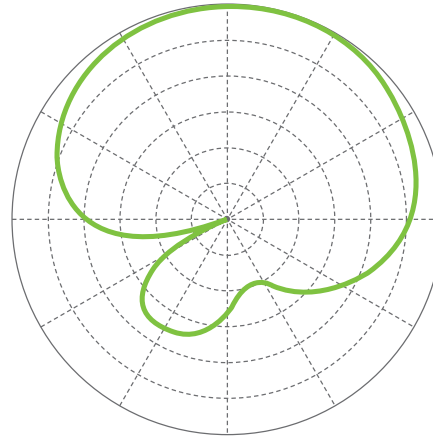


Abbildung 1: Theoretische Mikrofoncharakteristiken dargestellt als Polardiagramme, welche mit Hilfe von zwei Mikrofonen stufenlos ineinander übergeführt werden können. Vorzugsrichtung jeweils nach vorne (siehe Pfeil).

In der Realität sehen die einzelnen Richtcharakteristiken aber nicht genau so aus, da der Kopfschatten auch noch eine wichtige Rolle spielt. Im Falle eines Hörgerätes, das rechts getragen wird, sehen die Charakteristiken schräg nach vorne und schräg nach hinten verzerrt aus, während nach links durch den Kopfschatten eine Dämpfung auftritt (siehe Abbildung 2).

Abbildung 2: Reale Richtcharakteristik am Kopf gemessen. Die Verzerrung ist eine Folge des Kopfschattens.



Besseres Verstehen durch erhöhten AI-DI

Wie stark die Richtcharakteristik hilft, Nutzsingale von Störschall zu trennen, lässt sich mit dem sogenannten Richtwirkungsindex DI beschreiben. Dieser beschreibt die Verbesserung des Nutzsignal-/Störschallabstandes SNR unter der Voraussetzung, dass ein Nutzsignal aus der 0-Grad Richtung einfällt und der Störschall diffus ist. Unter diesen Bedingungen, lässt sich mit einem wie oben beschriebenen Zwei-Mikrofonsystem theoretisch ein Richtwirkungsindex von 6 dB erzielen. Dieser wird in der Praxis in der Regel aber nicht erreicht, da er durch den unterschiedlichen Frequenzgang sowie Pegel- und Phasenunterschiede der beiden Mikrofone, sowie durch den Kopfschatten negativ beeinflusst wird. Man kann den Richtwirkungsindex DI nun noch entsprechend den für das Sprachverständnis wichtigen Frequenzen mitteln. Dies geschieht mit Hilfe der aus der Theorie des Artikulationsindex AI entnommenen Funktion, welche die Wichtigkeit der einzelnen Frequenzbänder für das Sprachverständnis definiert. Man erhält daraus den sogenannten AI-DI, welcher ein Maß dafür ist, wie stark sich das Sprachverständnis in Störlärm mit Hilfe eines Richtmikrofonsystems verbessern lässt. In unserem Fall sind dies etwa 4 bis 5 dB. Wenn man dazu Abbildung 3 betrachtet, so sieht man, wie stark sich bereits eine geringe Verbesserung des Signal-/Störschallabstandes SNR auf die Erhöhung der Sprachverständlichkeit auswirkt.

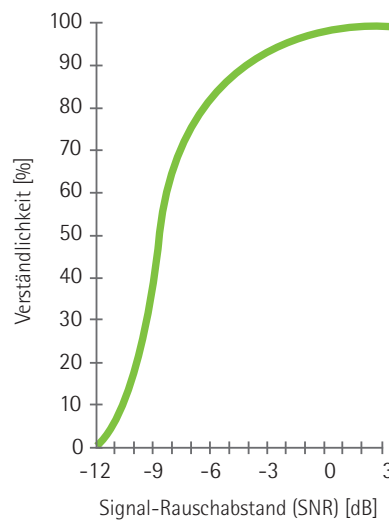
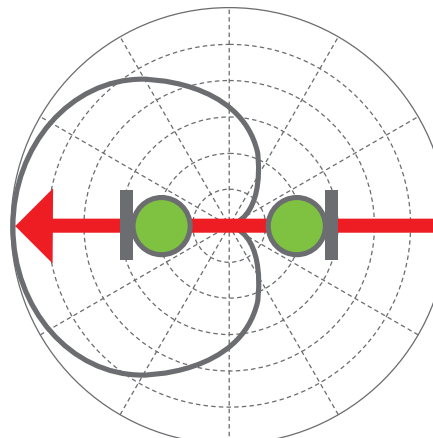


Abbildung 3: Abhängigkeit des Sprachverstehens vom Signal-Rauschabstand [H. Gustav Mueller and Mead Killian: an easy method for calculating the Articulation Index. Hearing Journal, Vol. 43, No 9, September 1990]. Es ist klar ersichtlich, dass bereits kleine Änderungen im SNR einen grossen Einfluss auf das Sprachverstehen haben.

Grenzen der Zweimikrofon-Technologie

So gut wie Zweimikrofon-Systeme in der Praxis funktionieren, so haben sie doch auch ihre Grenzen. In der beschriebenen Anordnung lassen sich nämlich nur Richtcharakteristiken erzeugen, welche eine Vorzugsrichtung nach vorne oder nach hinten haben. Eine Vorzugsrichtung nach rechts oder links, also 90 Grad oder 270 Grad, ist nicht möglich. Solch eine Vorzugsrichtung kann man nur erhalten, wenn beide Mikrofone nebeneinander positioniert werden, wie in Abbildung 4 gezeigt.

Abbildung 4: Eine Mikrofoncharakteristik mit Vorzugsrichtung 90° bzw. 270° (Pfeil) lässt sich nur erreichen, wenn die Mikrofone nebeneinander positioniert werden.



Der Mensch hat zwei Ohren

Diese triviale Weisheit liefert den Ansatz zu weitergehenden Entwicklungen. Jedermann weiß, dass die bilaterale Versorgung die beste Versorgung ist und auch die "natürliche". Bei einer beidohrigen Versorgung und Verwendung moderner Hörsysteme stehen aber jetzt vier Mikrofone statt nur zwei zur Verfügung; das haben die Entwickler von Hörgeräten schnell erkannt. Theoretisch lassen sich ja auch die Mikrofone von links und rechts miteinander verkoppeln. Im einfachsten Fall verwendet man die beiden vorderen Mikrofone vom linken und rechten Hörgerät. Damit lassen sich in der Theorie reine 90-Grad und 270-Grad Charakteristiken erreichen. Nimmt man nun noch die beiden hinteren Mikrofone dazu, so kann man auch unter Einbeziehung des Kopfschatteneffektes theoretisch reine Rechts-/Links-Charakteristiken erreichen. Die Vielzahl der theoretisch möglichen Verkoppelungsmöglichkeiten zeigt Abbildung 5.

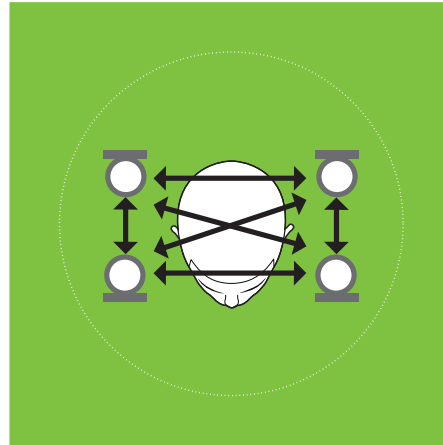


Abbildung 5:
Alle theoretisch möglichen Kombinationsmöglichkeiten der vier Mikrofone einer bilaterale Anpassung zur Erzielung der Richtmikrofoncharakteristiken.

Das Problem der technischen Realisierung

Der Einbezug aller vier Mikrofone bei einer beidseitigen Versorgung in das Richtmikrofonsystem erfordert eine Verkoppelung des rechten und linken Hörgerätes. Über eine Kabelverbindung lässt sich so etwas leicht realisieren, aber so eine Lösung würde der Markt niemals akzeptieren. Also bleibt nur die kabellose Verkopplung über Funktechnik. Drahtlose Kommunikationstechniken sind in den letzten Jahren immer mehr in den Vordergrund gerückt. Man denke dabei nur an die weit verbreiteten WLAN (Wireless Local Area Network) Netzwerke, über welche man zum Beispiel direkten Zugang ins Internet hat, Bluetooth-Verbindungen, welche Anwendung beim Anschluss von

Peripheriegeräten an Computer finden oder bei der Datenübertragung bei Handys. Nicht zu vergessen die gute alte FM-Übertragungstechnik, die schon viele Jahre Anwendung im Hörgeräte-Bereich findet. Alle diese Verfahren kommen allerdings aus den verschiedensten Gründen für die Datenübertragung zwischen Hörgeräten nicht in Frage. Man hat deshalb für solche Problemstellungen spezielle Netzwerke, sogenannte Body Area Networks (BAN) entwickelt. Das sind Übertragungssysteme, welche sich durch kurze Reichweiten, hohe Datenübertragungsraten und gleichzeitig relativ geringen Stromverbrauch auszeichnen.

Exélia ist für diese Problemstellung gerüstet

Phonak bringt mit seiner neusten high-end Gerätefamilie Exélia ein Hörsystem auf den Markt, welches ein integriertes BAN besitzt, das den Datenaustausch zwischen rechtem und linkem Hörgerät ermöglicht. Durch diese überlegene Technik ist es jetzt möglich geworden, bei einer binauralen Versorgung alle 4 Mikrofone zur Ausbildung der besten und geeignetsten Richtcharakteristik heranzuziehen. Das neuartige System trägt den Namen ZoomControl und macht möglich, dass der Schwerhörige mit seiner Fernsteuerung myPilot auf Wunsch ganz bestimmte Richtcharakteristiken wählen kann, die früher mit zwei getrennt arbeitenden Hörgeräten nicht erreicht werden konnten.

Das Hören "um die Ecke" wird jetzt möglich

Wie arbeitet das neue ZoomControl System? In normalen Hörumgebungen zuerst einmal wie ein ganz normales automatisches Hörsystem der Spitzenklasse. Das VoiceZoom System von Exélia analysiert fortlaufend die Umgebung in 33 Kanälen und optimiert die Richtcharakteristik jedes einzelnen Kanals auf die beste Sprachverständlichkeit hin, indem es kontinuierlich den besten AI-DI für jeden Kanal berechnet. Dadurch können schon im normalen automatischen Betrieb bis zu 33 verschiedene Störschallquellen identifiziert und unterdrückt werden. In akustisch schwierigen Situationen kann jetzt aber der Benutzer die Kontrolle selbst übernehmen und mittels der Fernsteuerung myPilot das ZoomControl System aktivieren (Abbildung 6). Eine solche schwierige Situation ist zum Beispiel das Hören im Auto. Der laufende Motor stellt eine Störlärmquelle dar, deren Pegel diffus das ganze Fahrzeug erfüllt. Das Verstehen des Beifahrers ist trotz Anwendung von Störlärmunterdrückung und Richtmikrofonsystem in einem solchen Fall bis heute noch sehr schwierig. Jetzt hat der Hörgeräteträger aber die Möglichkeit, die Richtcharakteristik seines gesamten Hörsystems speziell nach rechts auszurichten, ohne dass er dazu den Kopf nach rechts drehen muss, indem er einfach die entsprechende Taste seiner Fernsteuerung betätigt. Darauf hin schalten beide Geräte umgehend in den ZoomControl Modus um. Das rechte Hörgerät nimmt eine Charakteristik ein, die eine bevorzugte Schallaufnahme von rechts ermöglicht. Dieser Effekt allein wäre aber bei weitem nicht ausreichend. Deshalb wird gleichzeitig das Mikrofonsignal am linken Hörgerät abgedämpft, damit Geräusche von links möglichst wenig übertragen werden. Darüber

hinaus wird jetzt die drahtlose Verbindung zwischen den Hörgeräten aktiv und sendet die Mikrofonsignale von der rechten Seite per Funk auf die linke Seite, wo sie aufgenommen und ebenfalls mit verarbeitet werden. Dadurch erreicht man eine Schallverarbeitung, welche einer exakten Ausrichtung eines Richtmikrofonsystems nach rechts entspricht. Die Wirkung und der Höreindruck sind frappierend. Das Sprachsignal ist weitaus deutlicher als dies jemals zuvor mit anderen Systemen möglich war. Der Störlärm tritt in den Hintergrund.



Abbildung 6: Mit Hilfe der neuen Fernsteuerung "myPilot" lässt sich die Vorzugsrichtung, in welche die Hörsysteme ausgerichtet werden, manuell auswählen (zum Beispiel bei Exélia Hörsystemen).

ZoomControl ist der Beginn einer neuen Zeit des Richtungshörens

Mit Exélia und den neuen VoiceZoom und ZoomControl wird ein neues Kapitel in der Geschichte der Mehrfachmikrofon-Technologie geschrieben. Erstmals ist es möglich geworden, durch Datenübertragung zwischen rechtem und linkem Hörgerät Richtcharakteristiken zu erzeugen, die mit herkömmlichen Zweimikrofon-Systemen nicht möglich sind. Mit der Fernsteuerung myPilot kann der Schwerhörige jetzt selbst entscheiden, wann er diese überlegene Technik einsetzt und er somit praktisch "um die Ecke" hören kann.

