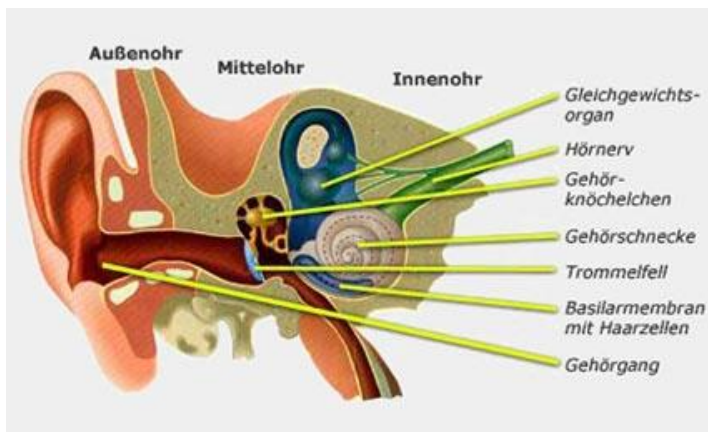


Physiologische Akustik / Psychologische Akustik

- **Man muss zwei Bereiche auseinander halten:**
 - eigentlicher Hörvorgang im Ohr -> physiologische Akustik
 - Verarbeitung der Hörvorgänge im Gehirn zum Höreindruck -> psychologische Akustik
- **Aufbau und Funktion des Ohres**



Es gibt drei Abschnitte: Außen-, Mittel- und Innenohr.

Im Außenohr gelangt der Schall von der Ohrmuschel in den Gehörgang und von da zum Trommelfell.

Im Mittelohr wird der Schall vom Stiel des Hammers, der an der Innenseite des Trommelfelles angewachsen ist, über den Hammerkopf auf den Amboß und von dort auf den Steigbügel übertragen. Diese drei Knöchelchen stellen ein kompliziertes Hebelsystem dar, in

welchem die Bewegungen des Trommelfelles in kleinere Hübe, aber höhere Drücke (etwa 15-fach) umgesetzt werden.

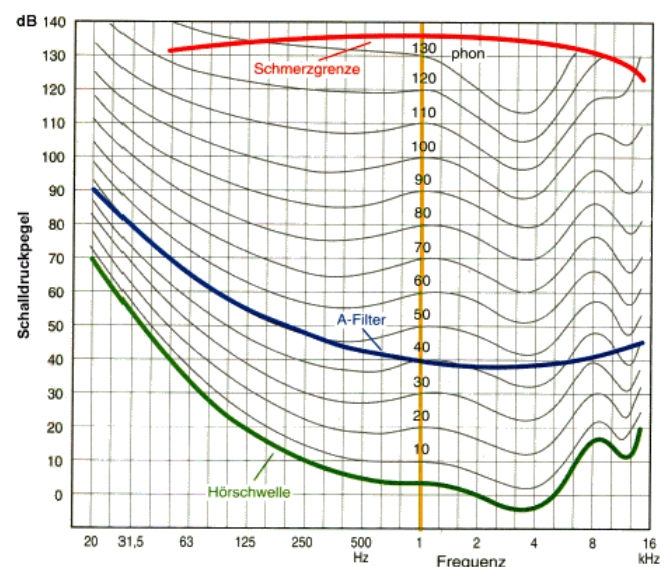
Das Innenohr beginnt bei der Membran, die vom Mittelohr her durch den Steigbügel berührt wird und im sogenannten ovalen Fenster sitzt. Diese Membran schließt ein Kanalsystem ab, welches mit Lymphe gefüllt ist. Hierin wird der Schall zur Schnecke weitergeleitet.

Die Schnecke, die wie ein Schneckenhaus bei etwa $2\frac{3}{4}$ Windungen mit allmählich kleiner werdendem Querschnitt aufgebaut ist, enthält im Innern die Basilarmembran, die je nach Tonhöhe an einer bestimmten Stelle zum Mitschwingen angeregt wird und dabei eine Reizung bestimmter Hörnerven hervorruft. Etwa 2400 gegeneinander isolierte Nervenfasern führen zum Gehirn.

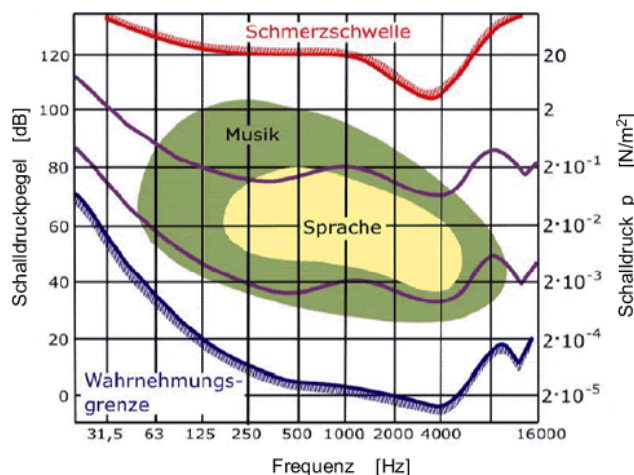
Auf diese Weise kann das menschliche Ohr etwa 3000 verschiedene Tonstufen unterscheiden (zum Vergleich: das Klavier umfasst 84 Töne, das umfassendste natürliche Instrument, die Orgel, 108 verschiedene Töne).

- **Lautstärke und Schalldruck**

Zwei Töne mit gleichem Schalldruckpegel, aber unterschiedlicher Frequenz, werden oft auch als unterschiedlich laut wahrgenommen. Die Definition der Lautstärke beruht auf dem subjektiven Vergleich zweier Schallvorgänge. Für diesen Vergleich wurde der 1 kHz Ton als Referenzton gewählt. Die Lautstärkeskala entspricht daher bei 1 kHz genau der Dezibelskala. Um die Lautstärke eines bestimmten Schallereignisses zu bestimmen, vergleicht man das vorhandene Signal mit dem 1000 Hz Referenzton. Die Intensität des Referenztons wird darauf solange verändert, bis er als gleichlaut empfunden wird, wie das vorhandene Signal. Der beim Referenzton ablesbare Schallpegel entspricht dann der Lautstärke des erzeugten Schallvorganges in phon.



- **Hörschwelle und Schmerzempfindungsschwelle**



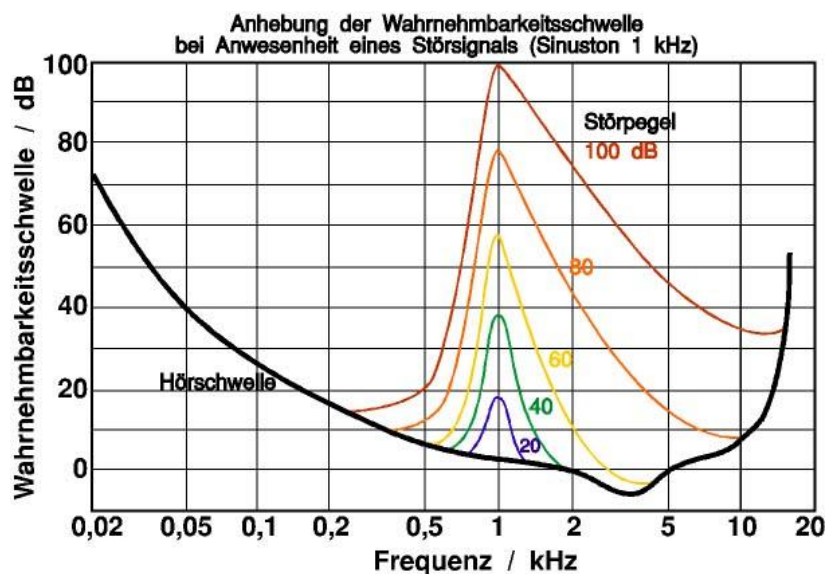
Die international genormten Kurven gleicher Lautstärke stellen mit der Hörschwelle (Wahrnehmungsgrenze) und der Schmerzgrenze den maximalen Umfang des hörbaren Bereichs dar. Die alltägliche Geräuschumgebung ist normalerweise in einem kleineren Bereich zu finden. Bezüglich Frequenz- und Lautstärkenumfang lassen sich daher Hörflächen für verschiedene Aktivitäten aufzeichnen.

- **Maskierung - Verdeckung von Signalen**

Ganz allgemein bezieht sich die Maskierung auf einen Prozess, bei dem ein Schallsignal aufgrund der Anwesenheit eines anderen Schallsignals nicht hörbar ist, es ist also "verdeckt". Nachfolgend werden jeweils die Maskierungseffekte im Frequenz- und Zeitbereich aufgeführt.

- **Maskierung im Frequenzbereich**

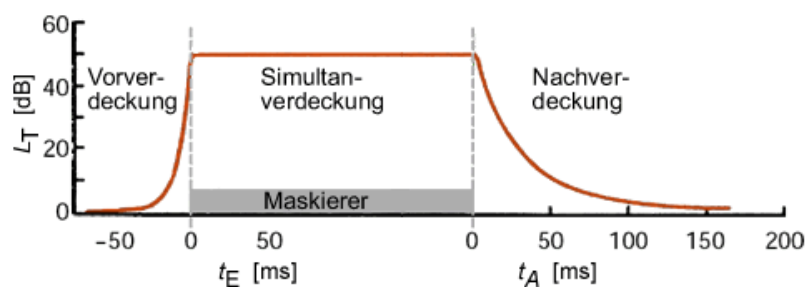
Der Mechanismus, der Maskierungseffekten zugrunde liegt, kann wie folgt beschrieben werden: Die Anwesenheit eines starken Geräusch- oder Tonmaskierers erzeugt eine ausreichend starke Anregung der Basilarmembran am Ort der kritischen Frequenzgruppe. Dadurch wird die Übertragung eines schwächeren Signals auf effektive Art und Weise blockiert. Genauso wird auch die Zwischengruppenmaskierung festgestellt, d.h., dass ein Maskierer, der sich innerhalb eines kritischen Frequenzbandes befindet, einen Effekt auf die Mithörschwellen in anderen kritischen Bändern hat.



- **Maskierung im Zeitbereich**

Nach dem Abschalten eines Maskierers sinkt die Hörschwelle nicht sofort auf die Ruheshwelle ab, sondern erreicht diese erst nach etwa 200 ms (Millisekunden). Dieser Effekt wird Nachverdeckung genannt. Stellt man sich die Bewegung einer Schallwelle auf der Basilarmembran vor, die vom Signal aus der Ruhelage ausgelenkt wird, so kann man sich vorstellen, dass es eine kurze Zeitspanne braucht, bis die Basilarmembran wieder in ihrer Grundposition ist. Während dieser Zeit, der Nachverdeckung, können leisere Signale nicht wahrgenommen werden.

Verblüffend ist, dass ein Maskierer den Testton sogar bereits verdeckt, bevor der Maskierer überhaupt eingeschaltet wird. Dies wird als Vorverdeckung bezeichnet. Die Vorverdeckung ist mit einer Dauer von 5 ms allerdings weit geringer ausgeprägt, als die Nachverdeckung.



- **MP3 eine technische Anwendung des Wissens aus der Psychoakustik**

- Verfahren zur Verkleinerung der Audiodateigröße
- Benutzt das Wissen aus der Psychoakustik
- Kann die Dateien um Faktor 10 komprimieren
- Verwendet zwei Methoden
 - Huffman-Kodierung (um die Redundanz zu vermindern)
 - Middle/Side-Verfahren