Was versteht man unter „ERB“ bzw. unter einer „Frequenzgruppe“?

Unsere Lautstärkeempfindung resultiert aus der Anregung der Basilarmembran des Innenohres (s. Abb. 1 und 2). Das menschliche Gehör verarbeitet Geräusche parallel, d.h. verschiedene Schallkomponenten gleichzeitig. Das geschieht durch Zerlegung des Schallsignals in verschiedene charakteristische Frequenzbänder, die sogenannten Frequenzgruppen, und Bildung von Teillautheiten in jeder Frequenzgruppe. Der durch einen Schall hervorgerufene Lautstärkeeindruck (sog. Gesamtlautheit) wird in der Psychoakustik entsprechend berechnet durch Aufaddition der in den ERB-Frequenzgruppen hervorgerufenen Teillautheiten. Die Einheit der Frequenzgruppen ist ERB („equivalent regtangular bandwidth“). Teilweise wird anstelle der ERB-Skala noch die (veraltete) bark-Skala verwendet.

Die Umrechnung der physikalischen Einheit „Frequenz“ F (in kHz) in die Frequenzgruppen-Nummer (in ERB) erfolgt nach folgender Formel:

Frequenzgruppen-Nummer ERB:

$$ERB = 21.4 \log10 (4.37F + 1)$$

Der Frequenzgruppenabstand von einem ERB entspricht einem mechanischen Abstand von ungefähr 0.89 mm auf der (insgesamt etwa 30 mm langen) menschlichen Basilarmembran.

Anhang:

Weiterführende Literatur: Moore, Brian C.J. (Hrsg): „Hearing“, London 1995, ISBN 0-12-505625-5.

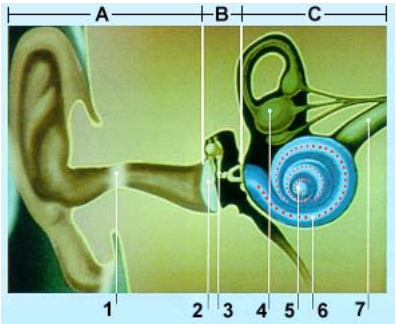

Abb.1: Querschnitt durch unser Hörsystem (Quelle s. unten) A. Aussenohr, B. Mittelohr, C. Innenohr; 1. Gehörgang, 2. Trommelfell, 3. Gehörknöchelchen, 4. Gleichgewichtsorgan, 5. Innenohrschnecke, 6. Basilarmembran mit Haarzellen, 7. Hörnerv

„Abbildung 1 zeigt einen Querschnitt durch unser Hörsystem. Von aussen sind die Ohrmuschel und der Gehörgang zu erkennen. Dann folgt das Trommelfell, das den Gehörgang als Membran gegen das Mittelohr hin abschliesst. Seine Bewegungen entsprechen den Druckschwankungen, die über den Gehörgang eintreffen. Diese Bewegungen werden mechanisch über die Knöchelchen des Mittelohres auf die Gehörschnecke im Innenohr

übertragen. Die Schnecke hat nur gerade die Grösse einer Erbse. Sie enthält Flüssigkeit und ist in Längsrichtung durch die Basilarmembran unterteilt. Der Schall versetzt die Basilarmembran in Schwingungen: Die höchsten Töne lassen sie ganz vorne ansprechen, während tiefe Töne bis ins Innerste der Schnecke vordringen. Auf der Basilarmembran sitzen die eigentlichen Aufnehmer, nämlich die etwa 3.000 Haarzellen, die elektrische Impulse an die Hörnerven abgeben, sobald sich die Basilarmembran bewegt. Das Gehirn wertet diese Impulse bis ins feinste Detail aus.“

Quelle: http://www.eurion.ch/Dt/gehoer.htm

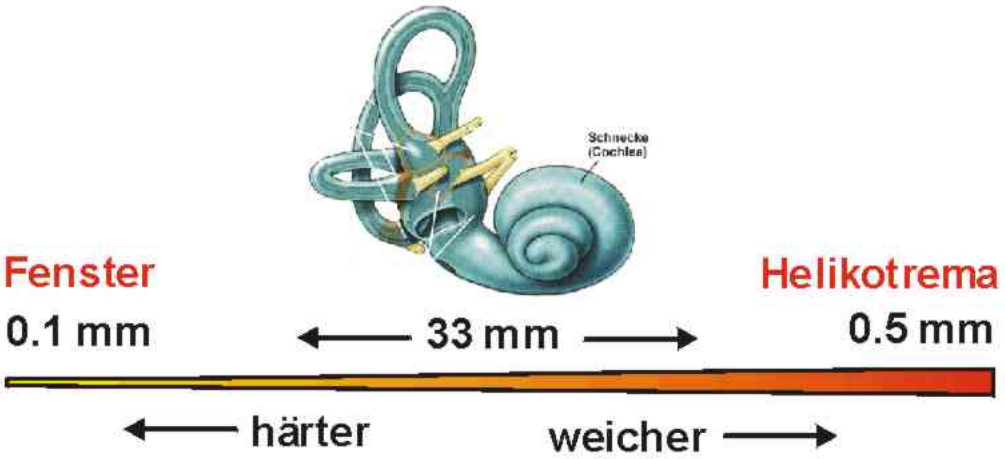

Abbildung 2: Innenohrschnecke (Cochlea) und schematische Darstellung der Basilarmembran. (Quelle s. unten).

„Man kann sich die Basilarmembran wie eine über einen weiten Frequenzbereich gestimmte Harfe vorstellen. Die Saiten für hohe Töne (kurz, hart, bis 16.000 Hz) liegen in der Basis der Cochlea, in der Nähe der Fenster. Die Baßsaiten (lang, weich, bis 20 Hz) liegen nahe der Cochleaspitze, dem Helikotrema. Die unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften werden dadurch erreicht, daß das Proteingewebe der Basilarmembran im unteren Teil der Cochlea dichter und dicker ist als im oberen. Die oben angegebenen Maße gelten für die Basilarmebran des Menschen“.

Quelle: http://www.sinnesphysiologie.de/hvsinne/hoeren/basil.htm (Stephan Frings, Uni Heidel-berg).