

6 Gehör - Psychoakustik

6.1 Das Gehör

6.1.1 Außenohr

Ohrmuschel	Schattet Frequenzbereiche ab → Richtungshören
Gehörgang	Hat Resonanzeigenschaften im Bereich von 1000Hz-4500Hz Die Resonanzfrequenz liegt bei ca. 3kHz
Trommelfell	Wandelt den Luftschall in mechanische Energie um → Membran

6.1.2 Mittelohr (Paukenhöhle)

Gehörknöchelchen (Hammer, Amboss, Steigbügel)	Verstärkung (Faktor: 20:1) Schutzfunktion Überträgt die Schwingungen auf das ovale Fenster
Eustachische Röhre	Sorgt für einen Druckausgleich zwischen Mittel- und Außenohr

6.1.3 Innenohr (Schnecke)

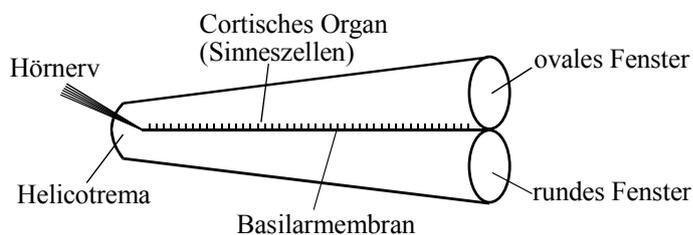


Abb. 1

ovales Fenster	Über das ovale Fenster wird die Lympflüssigkeit zum Schwingen angeregt
rundes Fenster	sorgt für den Druckausgleich
Basilarmembran	trennt die Schnecke der Länge nach
Helicotrema	Öffnung am Ende der Schnecke
Cortisches Organ	besteht aus ca. 20000 Sinneszellen, diese wandeln die wandernde Welle in elektrische Informationen um
Hörnerv	leitet die elektrischen Informationen ins Gehirn

6.1.4 Schallereignis und Hörereignis

Schallereignis: objektiv messbar; Reizgrößen

Hörereignis: subjektiv ermittelbar; Empfindungsgrößen

6.1.5 Kurven gleicher Lautstärke

Hörschwelle: $2 \cdot 10^{-5}$ Pa, bei 1kHz

Schmerzgrenze: 20 Pa, bei 1kHz

Hörbereich: 120dB

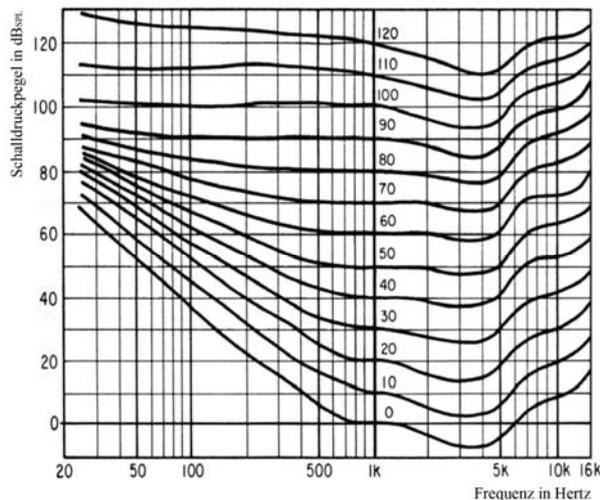


Abb. 2

6.2 Räumliches Hören

6.2.1 Höhenlokalisierung

(oben-unten / vorne-hinten)

Die Höhenlokalisierung beruht auf Klangfarbenänderungen (→ Ohrmuschel) und der Hörerfahrung. Somit lassen sich unbekannte Schallquellen deutlich schlechter orten. Eine breitbandige Schallquelle lässt sich besser orten, als z.B. ein Sinuston.

Lokalisationsschärfe: ca. 17°

6.2.2 Tiefenlokalisierung

(nah-fern)

Tiefenstaffelung

Unter Tiefenstaffelung versteht man die relative Unterscheidung zweier Schallquellen. In der Natur ist dies nur mit Kenntnis der original Schallquelle möglich. Zur Reproduktion auf einem Tonträger kann man Pegelunterschiede, Klangfarbenunterschiede und ganz besonders den Direktschall/Diffusschallanteil zur Hilfe nehmen.

Entfernung

Eine genaue Bestimmung der Entfernung ist nur sehr schlecht möglich. Eine Reproduktion auf einem Tonträger ist nicht möglich.

6.2.3 Seitenlokalisierung

(links-rechts)

Interaurale Laufzeitunterschiede

Δs = Wegunterschied

k = Ohrabstand (21 cm)

α = Einfallswinkel

$$\Delta t = \frac{\Delta s}{c}$$

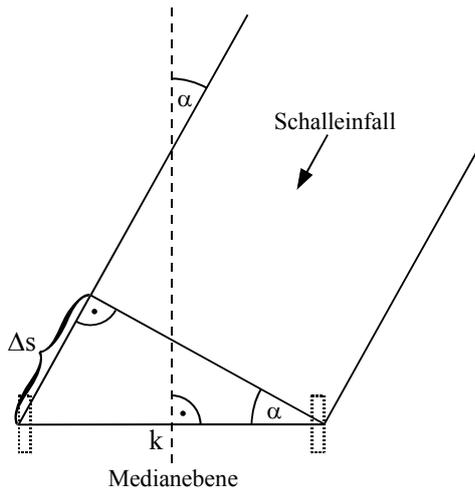


Abb. 3

$$\sin \alpha = \frac{\Delta s}{k}$$

$$\Delta t = \frac{k \cdot \sin \alpha}{c}$$

Lokalisationsschärfe: 3°

$$\Delta t_{\min} = \frac{0,21\text{m} \cdot \sin(3^\circ)}{344\text{m/s}} = 0,03\text{ms}$$

$$\Delta t_{\min} = \frac{0,21\text{m} \cdot \sin(90^\circ)}{344\text{m/s}} = 0,63\text{ms}$$

Interaurale Pegelunterschiede

Pegelunterschiede machen sich ab ca. 1kHz bemerkbar, da es erst dort zu Abschattungen durch den Kopf kommt.

6.2.4 Gesetz der ersten Wellenfront

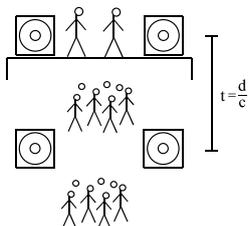


Abb. 4

Das Gesetz der ersten Wellenfront(Haas-Effekt) besagt, dass die zuerst eintreffende Schallwellenfront den Richtungseindruck bestimmt selbst wenn die zweite Schallwelle bis zu 10 dB lauter ist. Ein Echo ist ab ca. 35ms wahrnehmbar.

6.2.5 2-Kanal-Stereofonie

Stereofonie = Räumlicher Klang

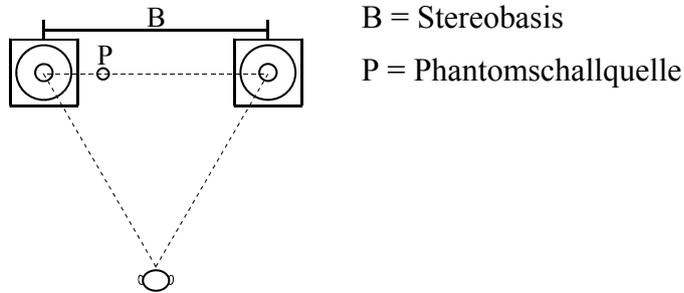


Abb. 5

- realakustische Situation: 1 Schallquelle + 1 Wahrnehmung
- elektroakustische Reproduktion: 2 Schallquelle + 1 Wahrnehmung