

Akustik, Grundlagen der Schallausbreitung und - wahrnehmung

Hansjörg Mixdorff

Grundbegriffe

Schalldruck p

an der Hörschwelle: $2 \cdot 10^{-5}$ Pa, mäßig lauter Ton: 0.1 Pa

an der Schmerzschwelle: $1.5 \cdot 10^2$ Pa

Zum Vergleich Atmosphärendruck: 1000 hPa

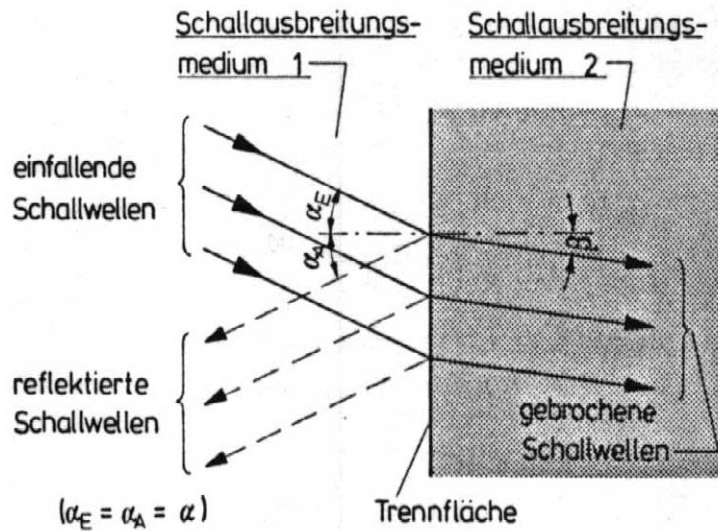
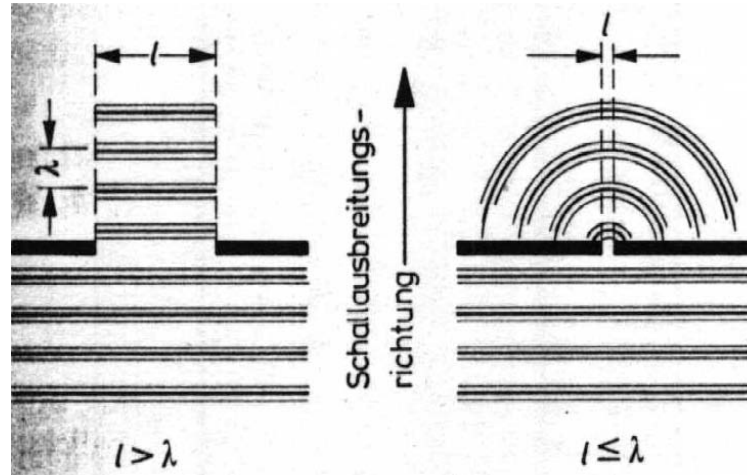
Schallschnelle v : ca. 0.25 mm/s (bei 0.1 Pa)

Schallgeschwindigkeit c in Luft: ca. 340 m/s

Schallausbreitung

Beugung und Brechung

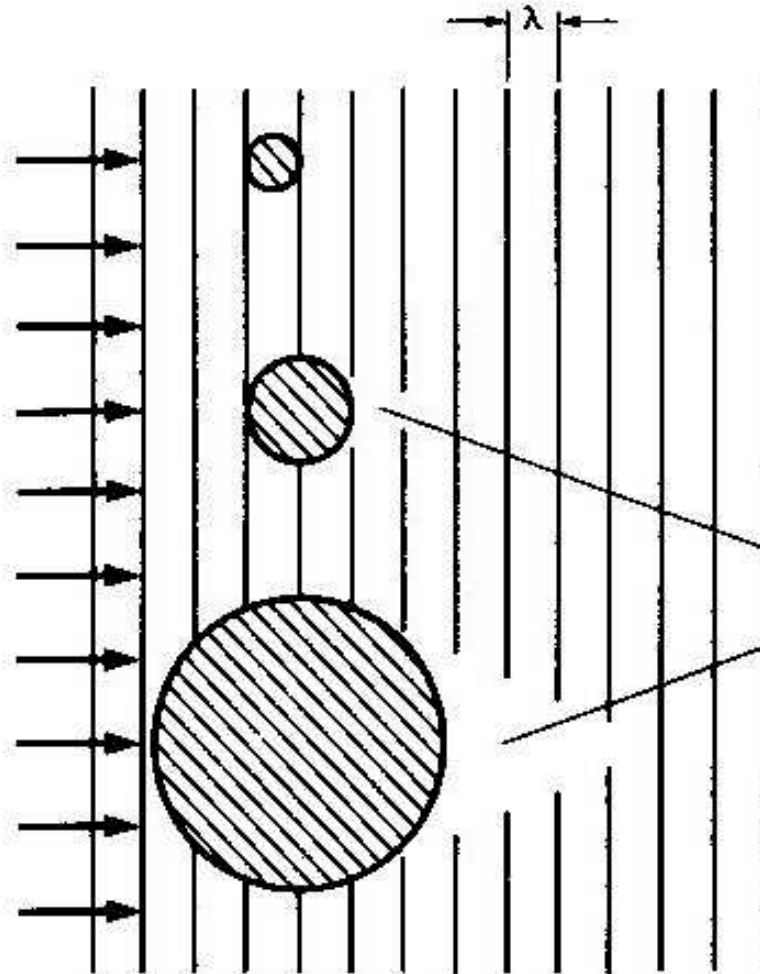
Beugung von ebenen Schallwellen, die durch eine Blende hindurchtreten



Brechung und Reflexion von Schallwellen, die auf eine Trennfläche zwischen zwei verschiedenen Ausbreitungsmedien treffen

Schallbeugung

Ausbreitungsrichtung der Wellenfronten



Durchmesser des Hindernisses d

← $d = \lambda$

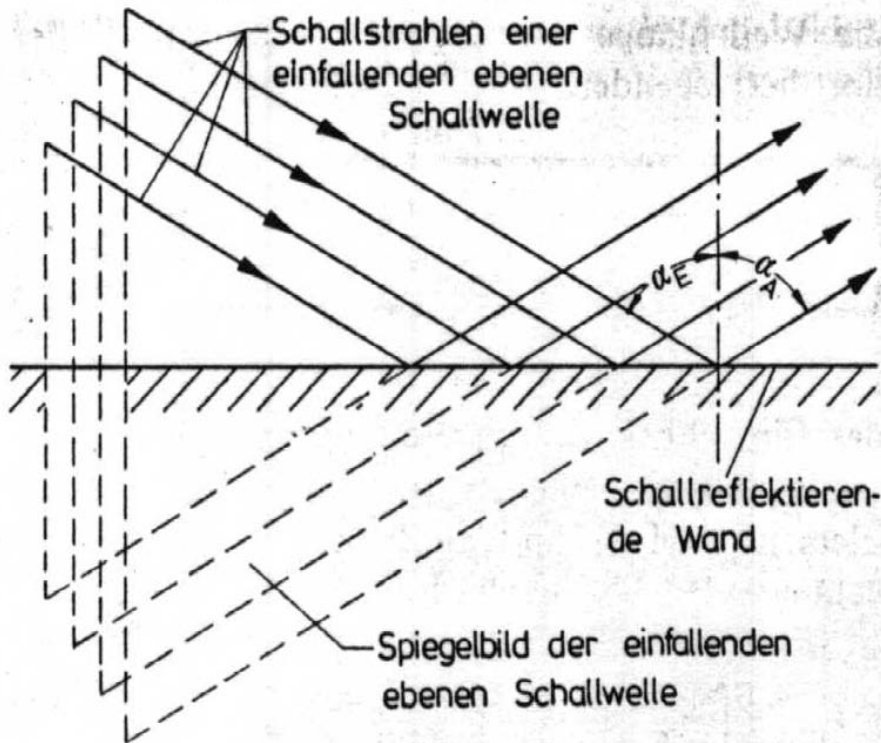
← $d > \lambda$

Bereich der Abschattung und Klangverfärbung

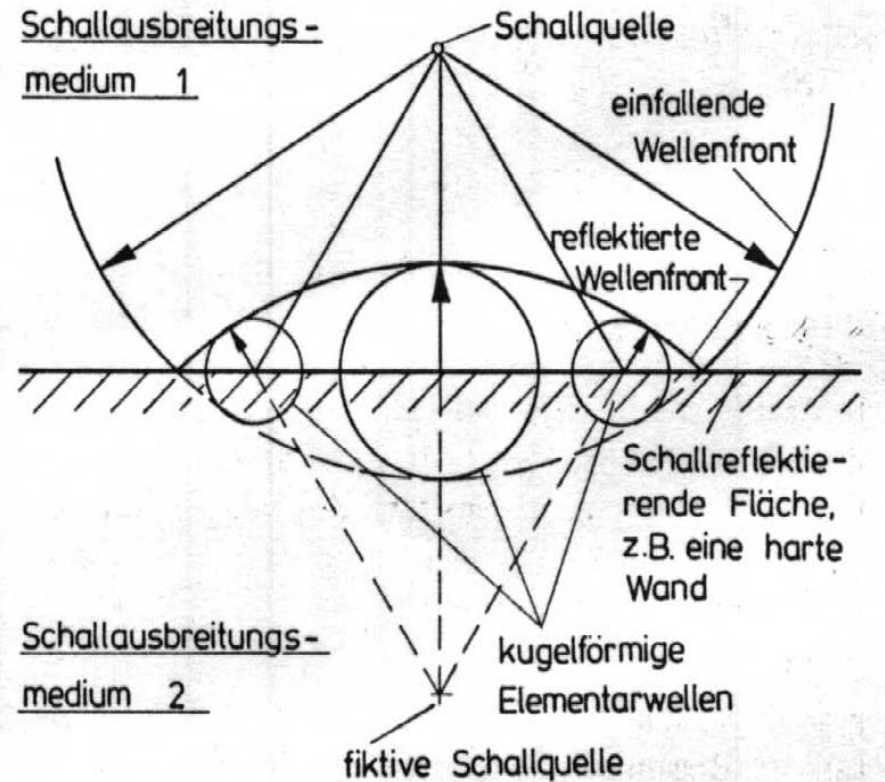
← $d \gg \lambda$

Gestörte Schallausbreitung₁

Reflexion

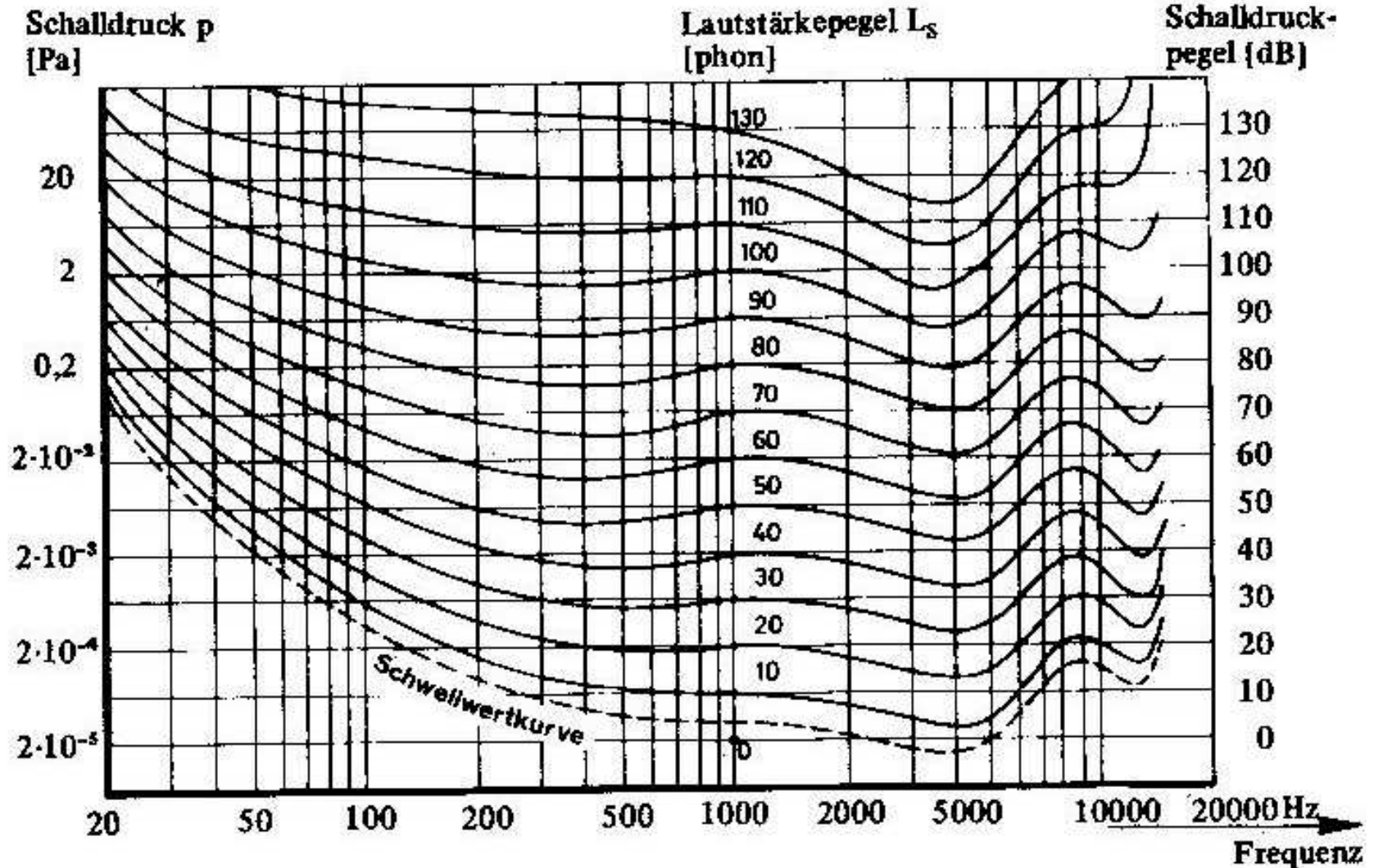


Reflexion einer ebenen Schallwelle an einer harten Wand

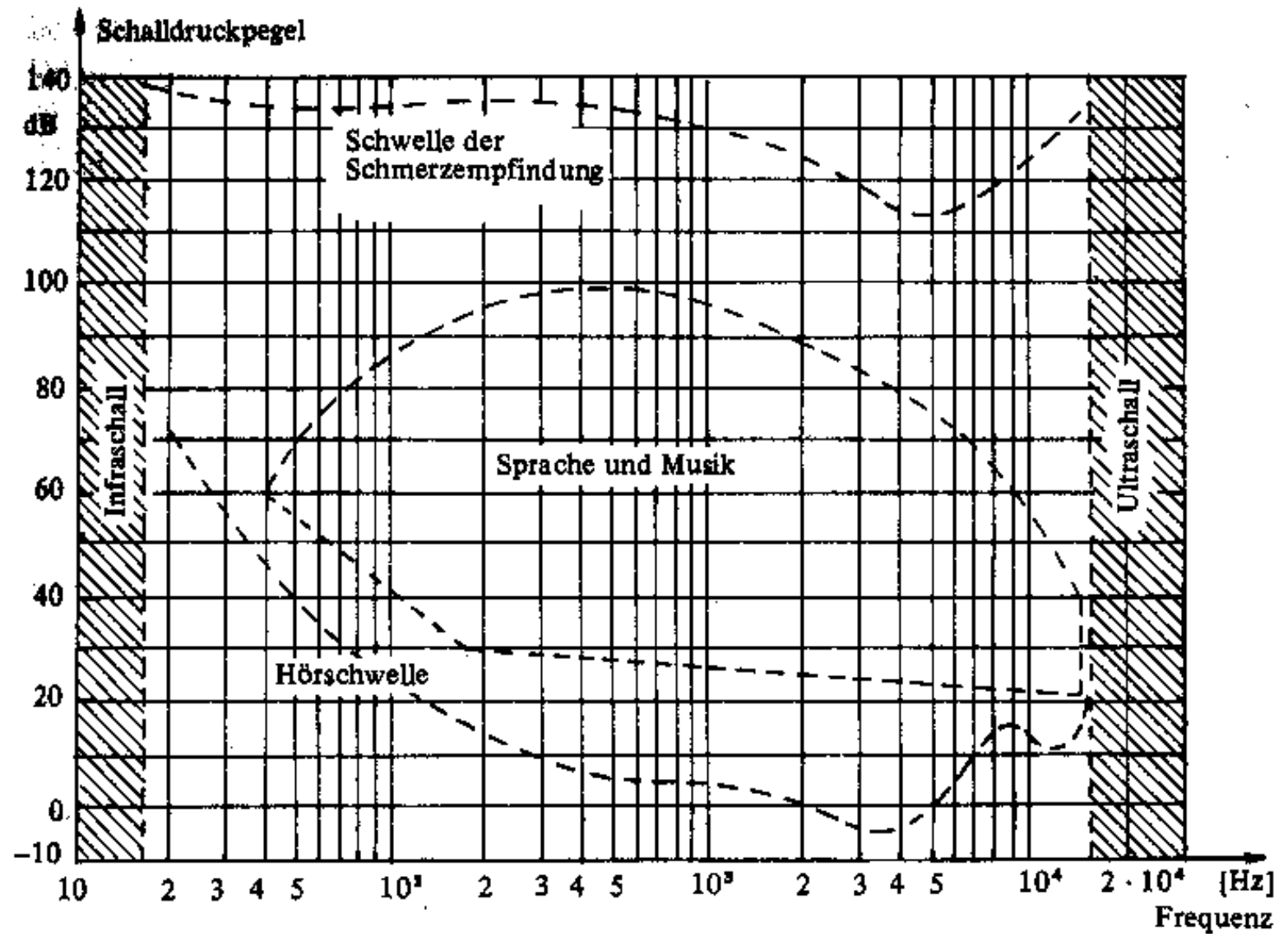


Reflexion einer kugelförmigen Schallwelle an einer harten Wand

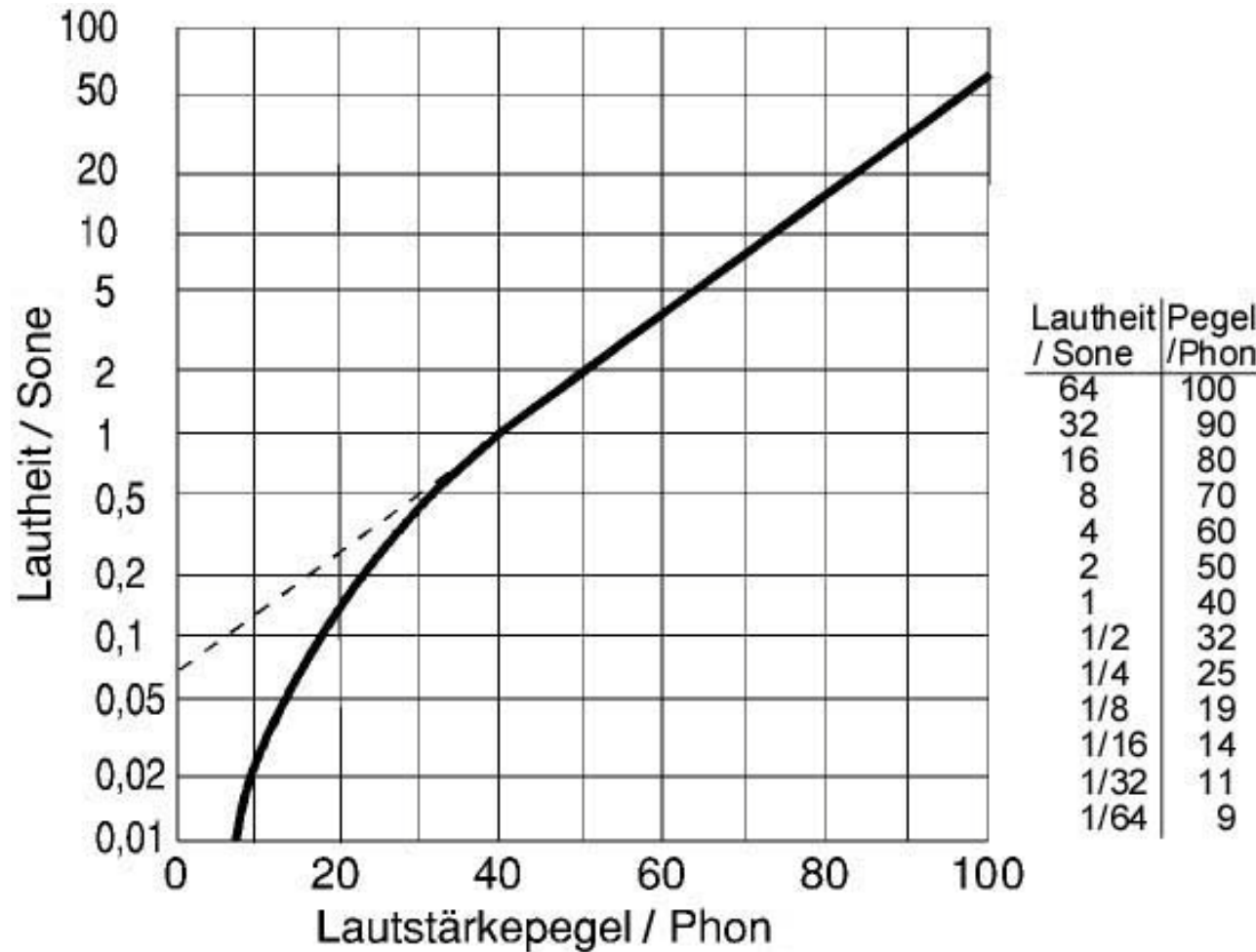
Hörschwelle/Kurven gleicher Lautstärke



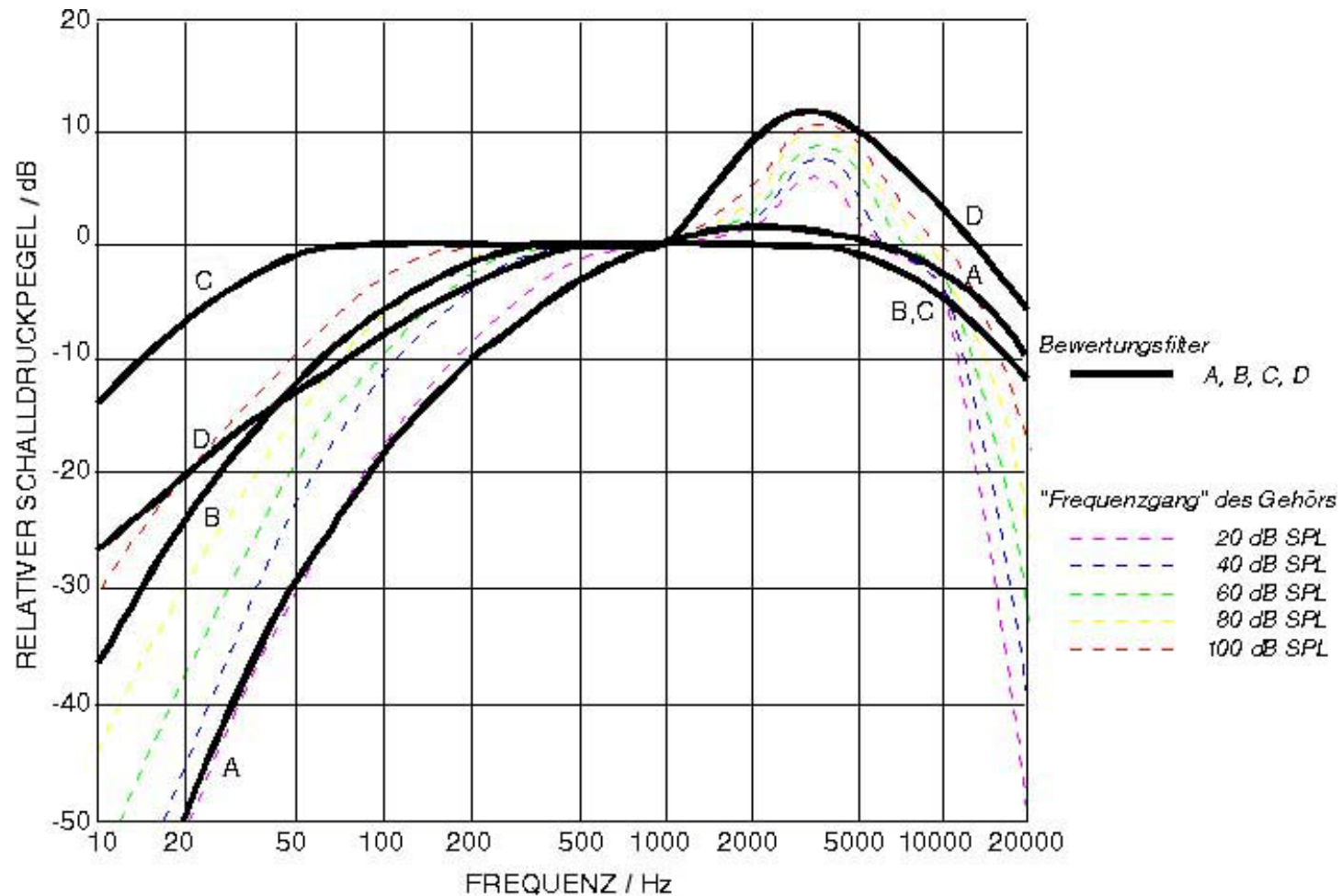
Hörfläche



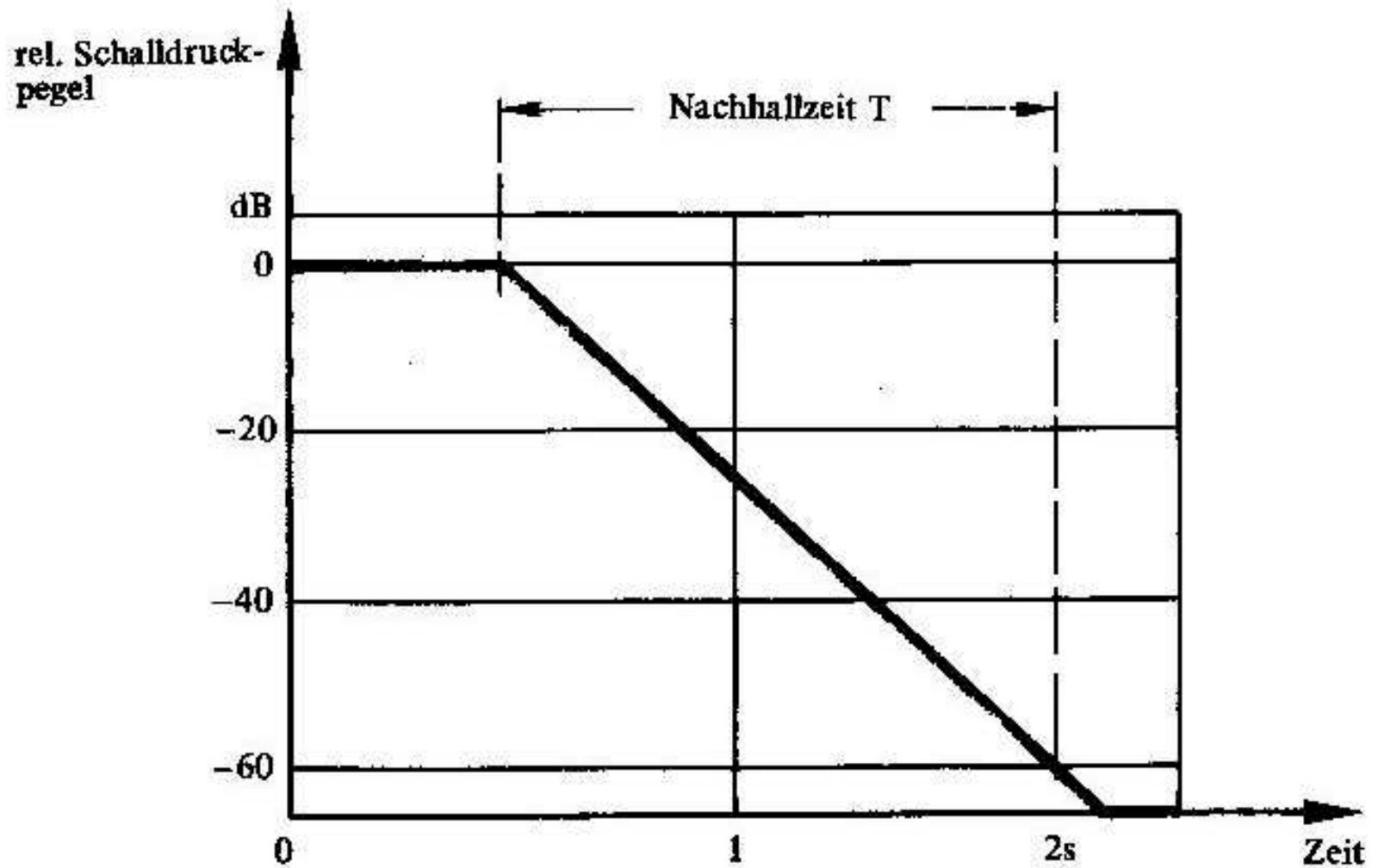
Lautstärke/Lautheit



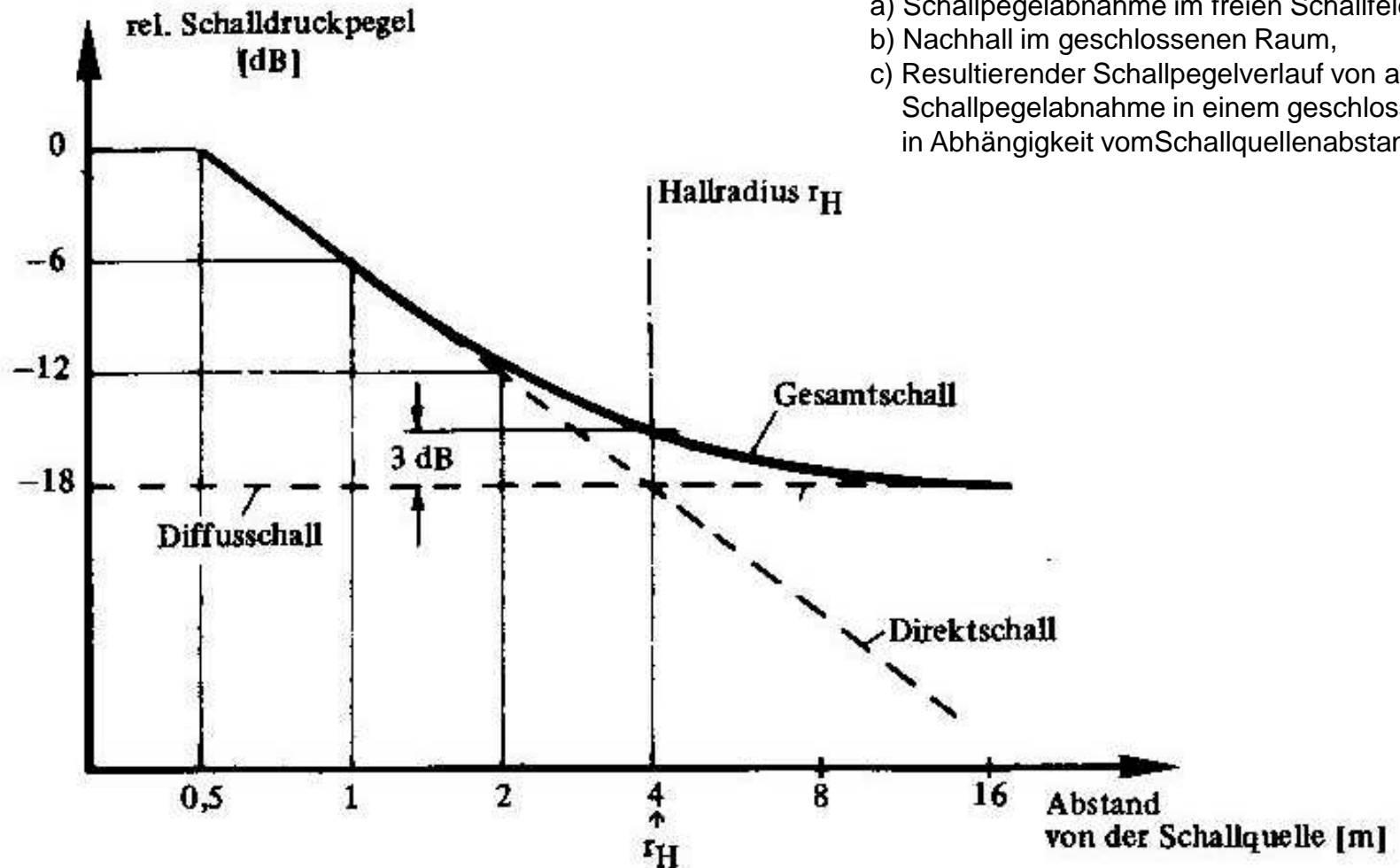
Bewerteter Schalldruckpegel



Nachhallzeit



Hallradius



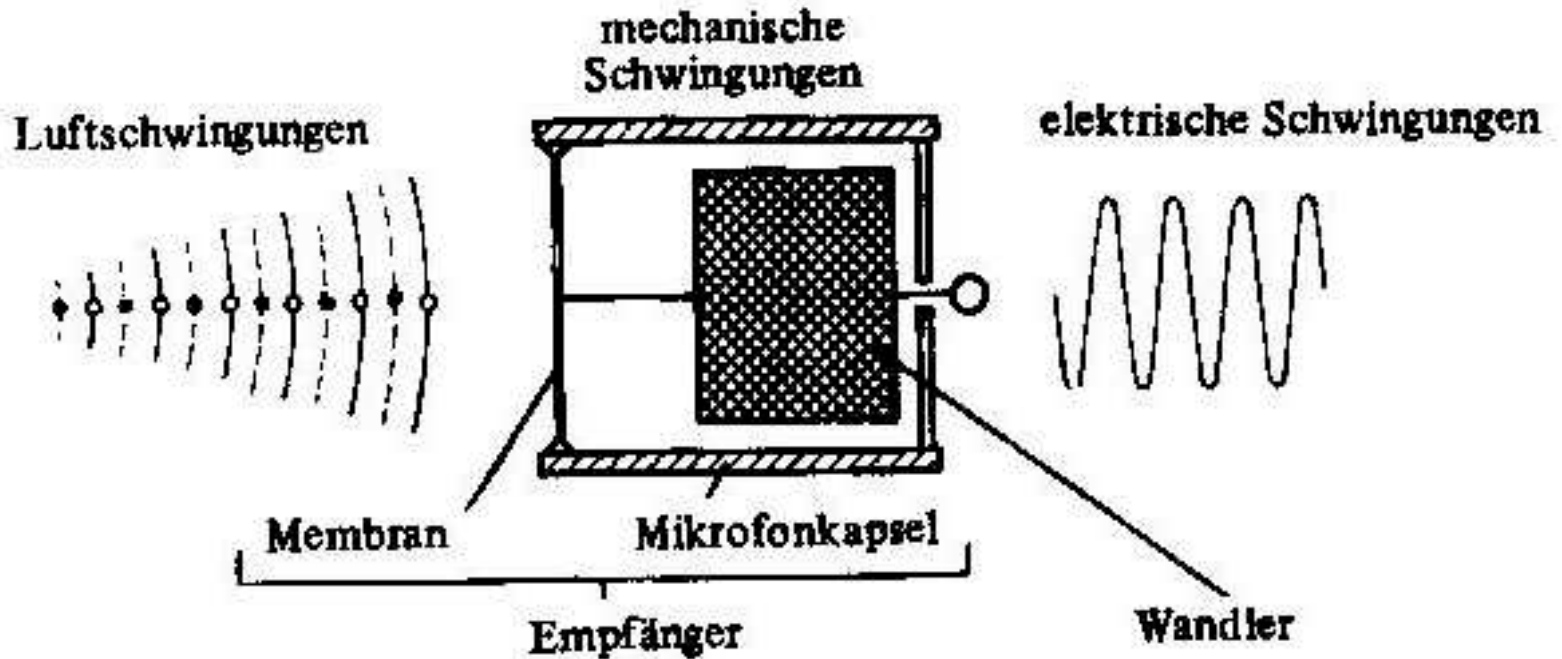
Hallradius

- Schallpegelabnahme im freien Schallfeld,
- Nachhall im geschlossenen Raum,
- Resultierender Schallpegelverlauf von a) und b):
Schallpegelabnahme in einem geschlossenen Raum
in Abhängigkeit vom Schallquellenabstand

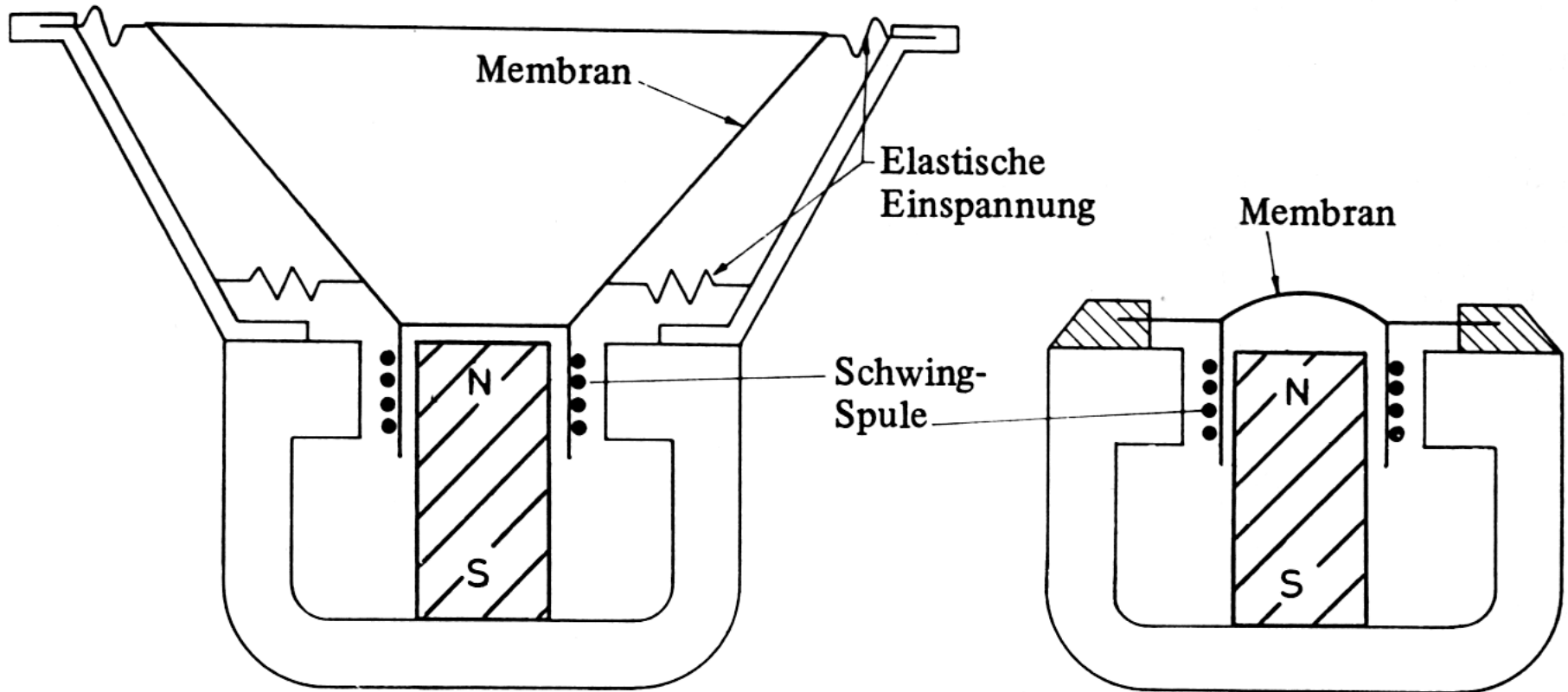
Schallwandler

- Schallwandler setzen Schallsignale in elektrische Spannungen um und umgekehrt
- Es gibt Druck- und Druckgradientenempfänger
- Nach dem Wandlungsprinzip unterscheidet man elektromagnetische, elektrostatische, elektrodynamische und piezoelektrische Verfahren
- Elektrodynamische und elektromagnetische Verfahren funktionieren reziprok, die anderen nur in einer Richtung

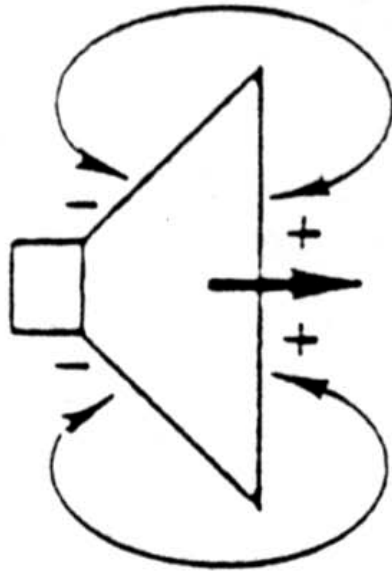
Mikrofonprinzip



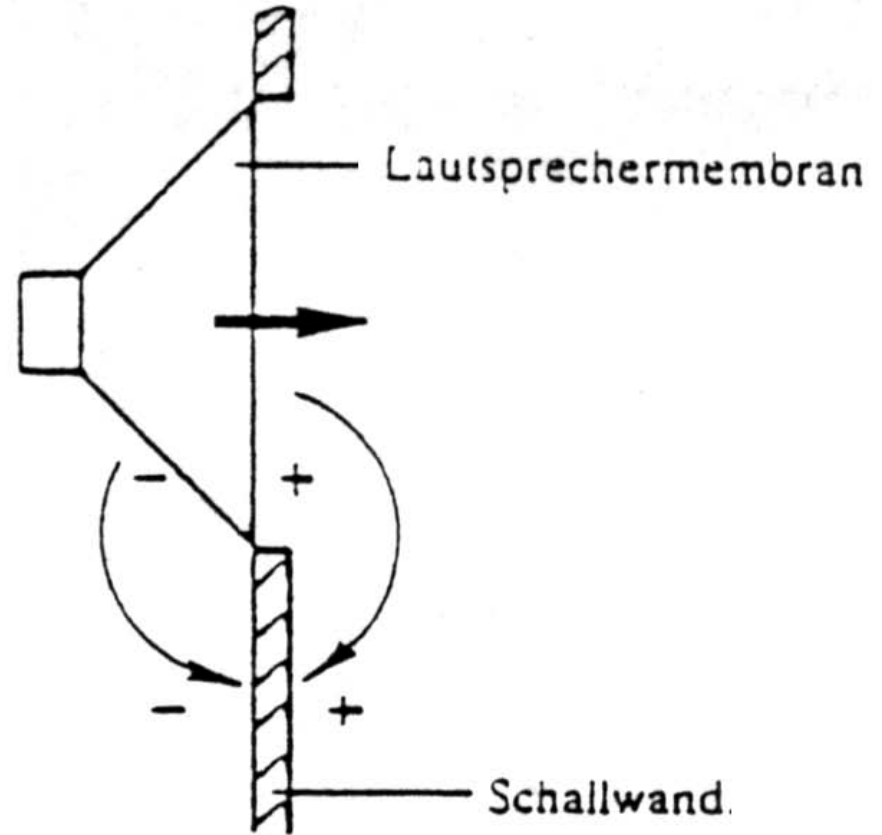
Elektrodynamischer Wandler



Elektrodynamischer Wandler, Anwendung als Lautsprecher und als Mikrofon.



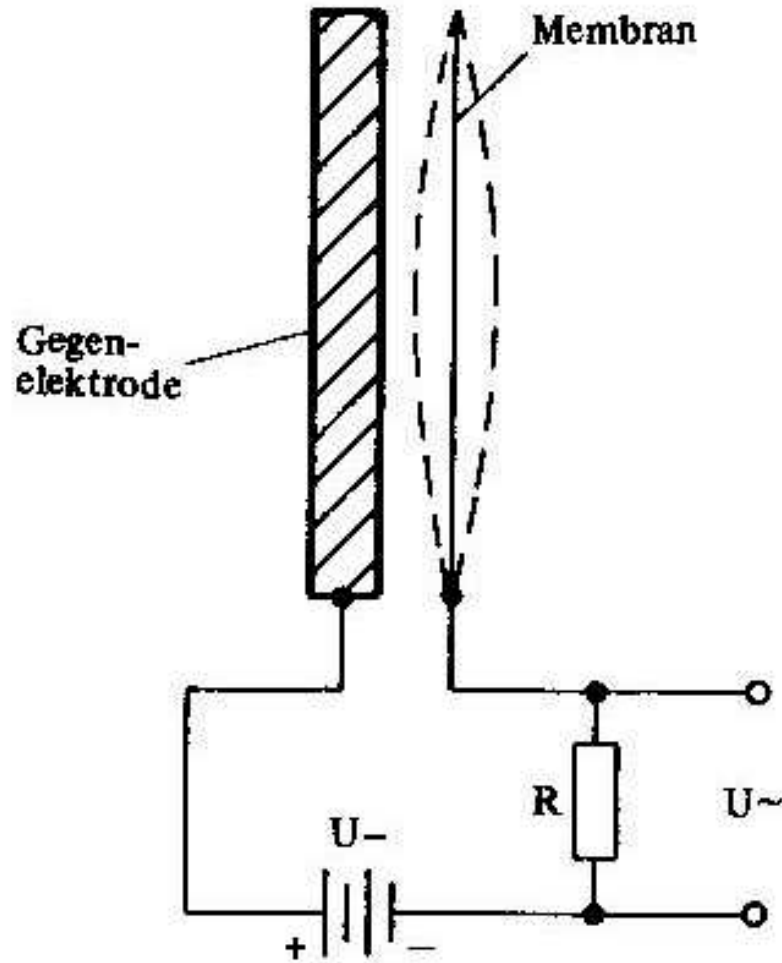
Akustischer Kurzschluß



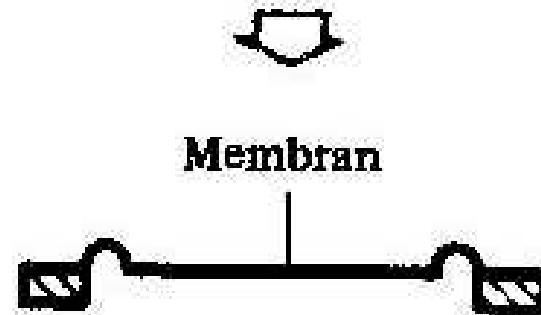
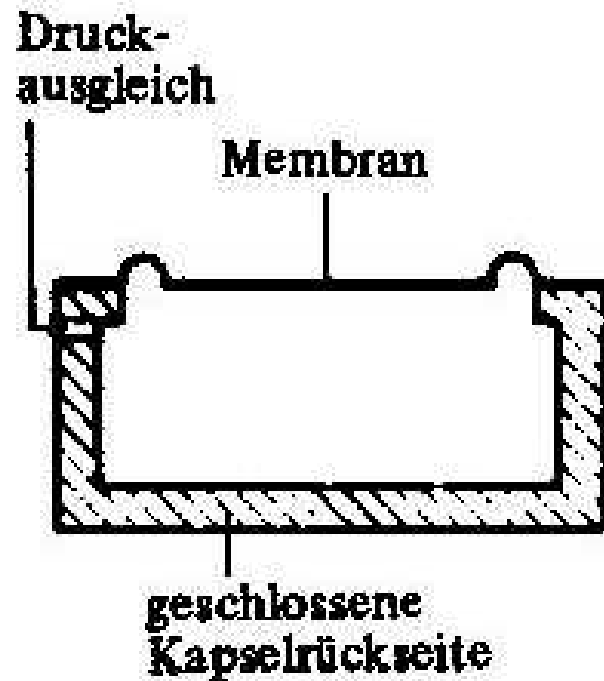
seine Verhinderung durch eine Schallwand

Zur Verhinderung eines akustischen Kurzschlusses werden Lautsprecher in Gehäuse oder in Schallwände eingebaut.

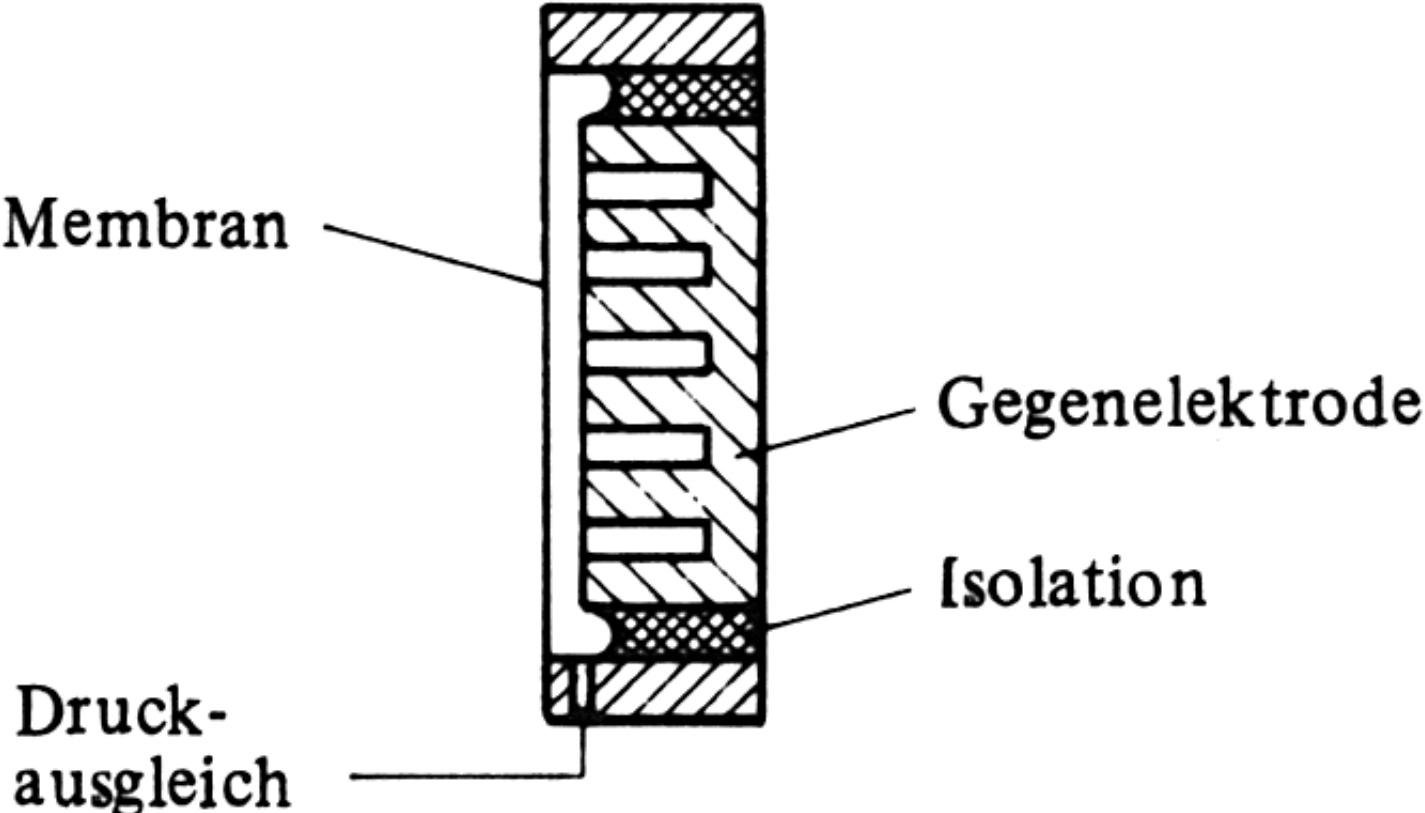
Elektrostatisches Wandlerprinzip



Druck- und Druckgradientenempfänger



Prinzipieller Aufbau des Kondensator-Druckempfängers

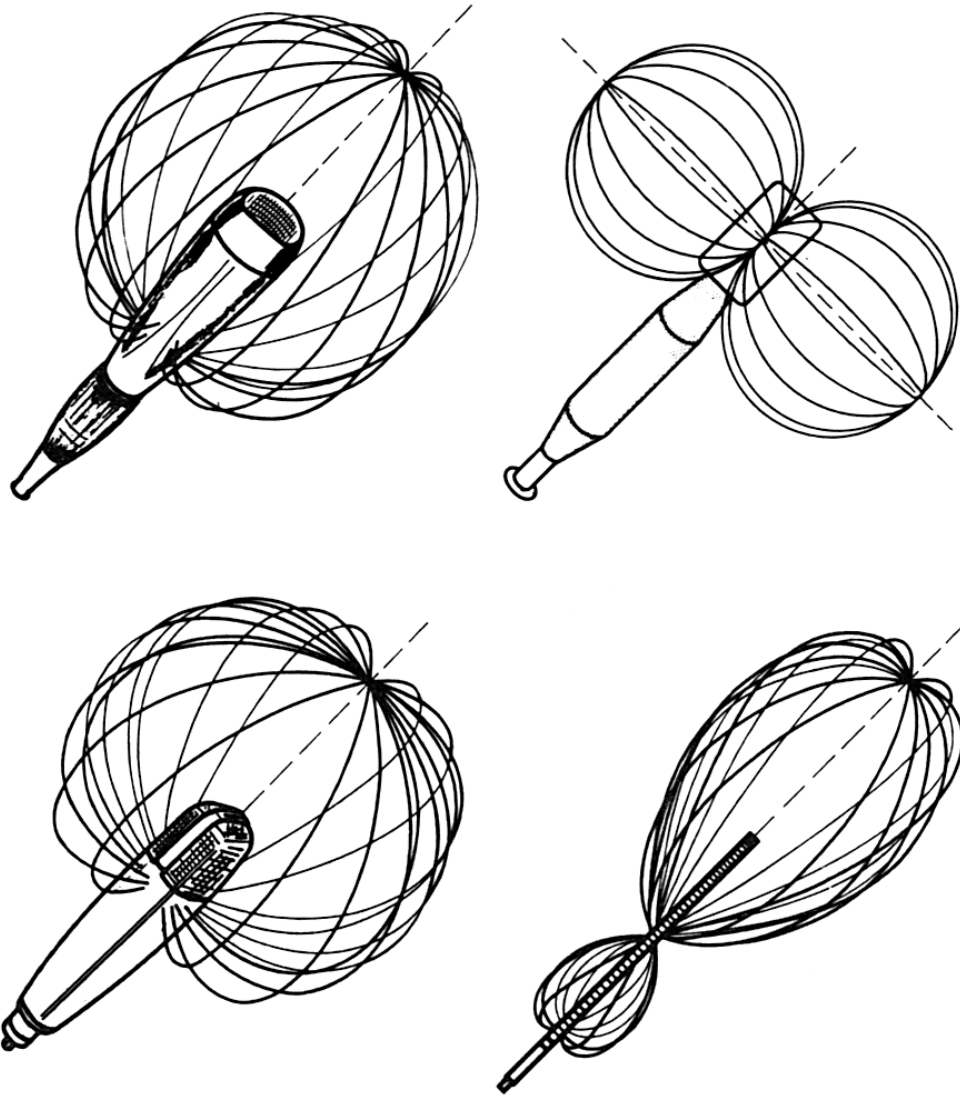


Eigenschaften der einzelnen Wandlertypen

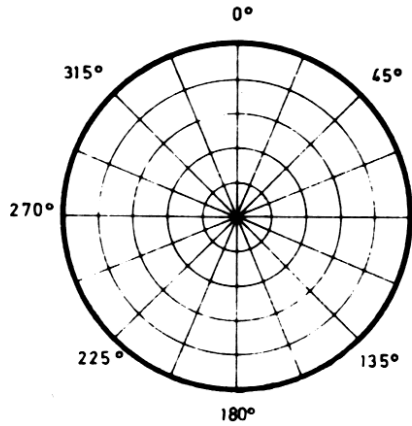
Typ	Zusammenhang mechanische Einwirkung/ resultierende Spannung	Ausgangsspannung
Elektromagnetisch	quadratisch	frequenzabhängig
Elektrostatisch	quadratisch	frequenzunabhängig
Elektrodynamisch	linear	frequenzabhängig
Piezoelektrisch	linear	frequenzunabhängig

Empfängerprinzip	Resultierende Charakteristiken
Druckempfänger	Kugelcharakteristik
Druckgradientenempfänger/ Schnelleempfänger	Niere, Aorta etc.

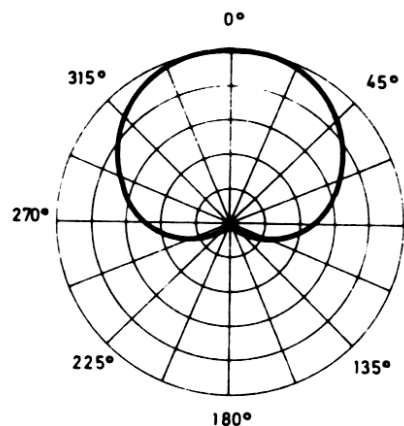
Richtcharakteristiken (Kugel, Acht, Niere, Keule)



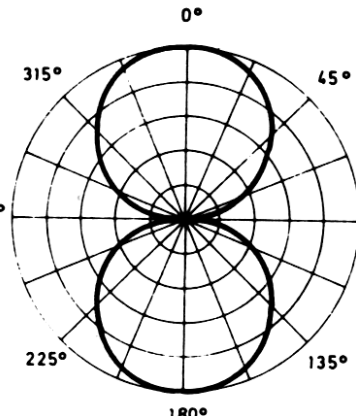
Richtdiagramme



Kugel

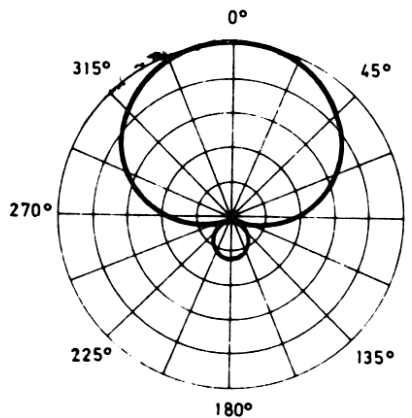


Niere

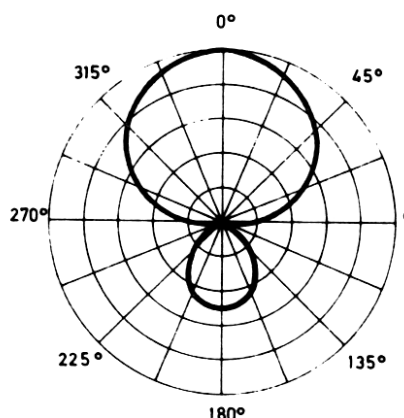


Acht

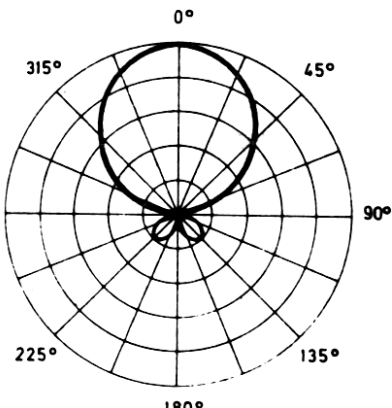
Grundformen



Superniere

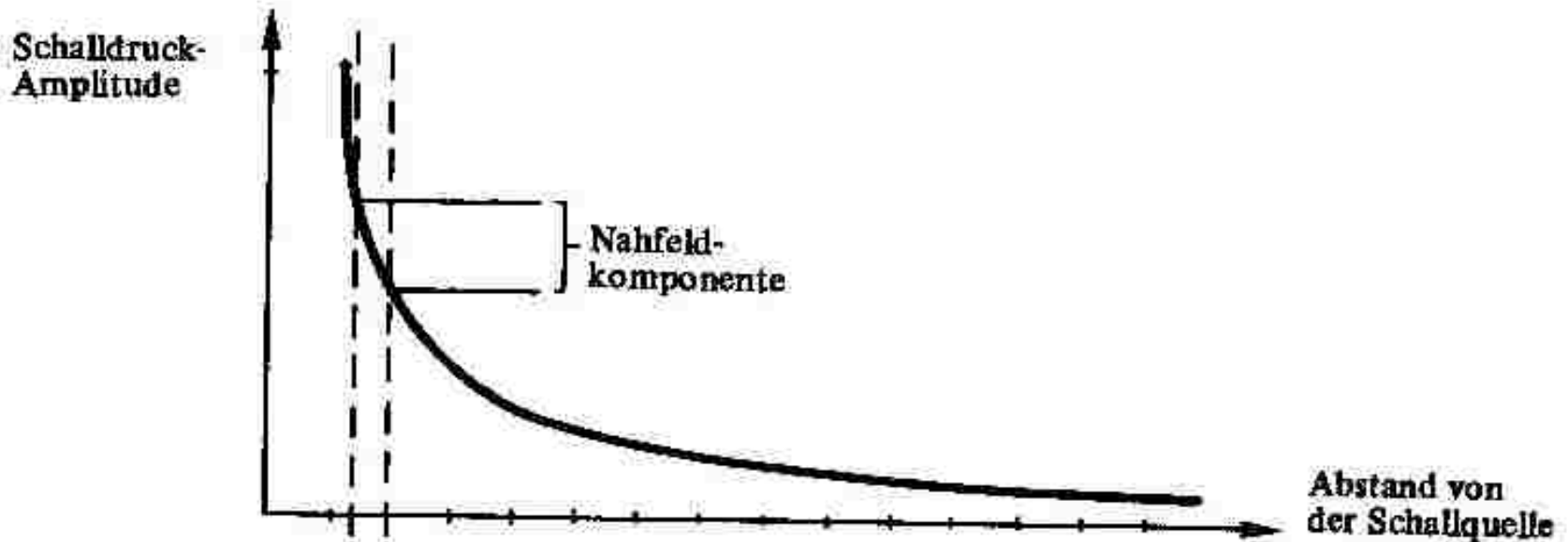
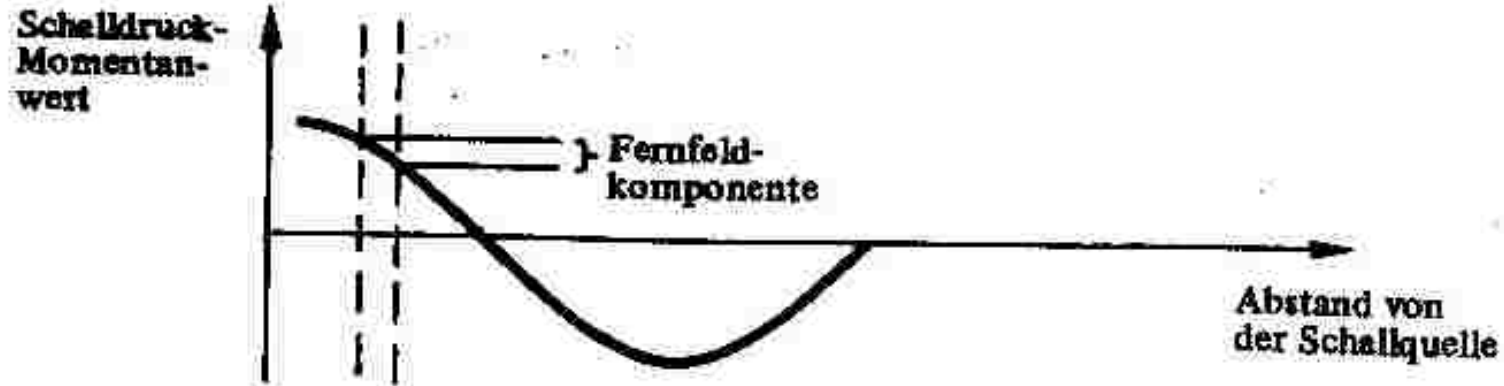


Hypernieren

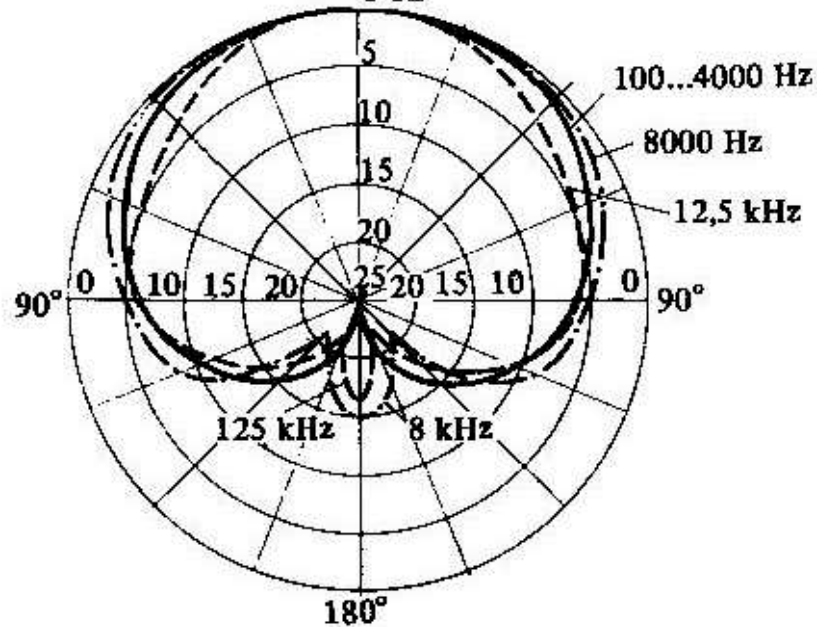
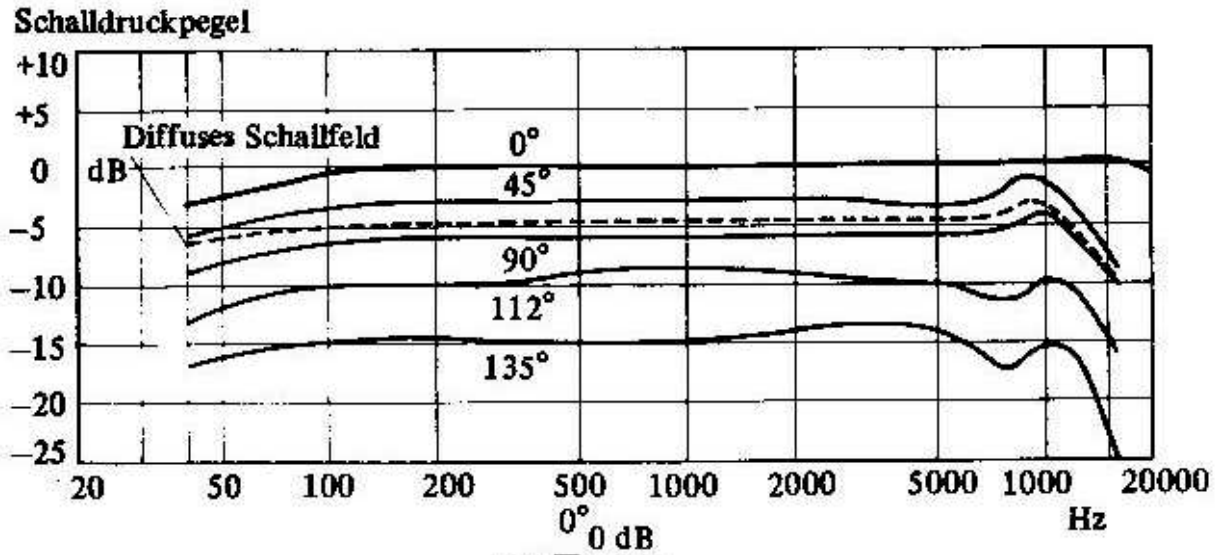


Keule

Fern-und Nahfeldverlauf

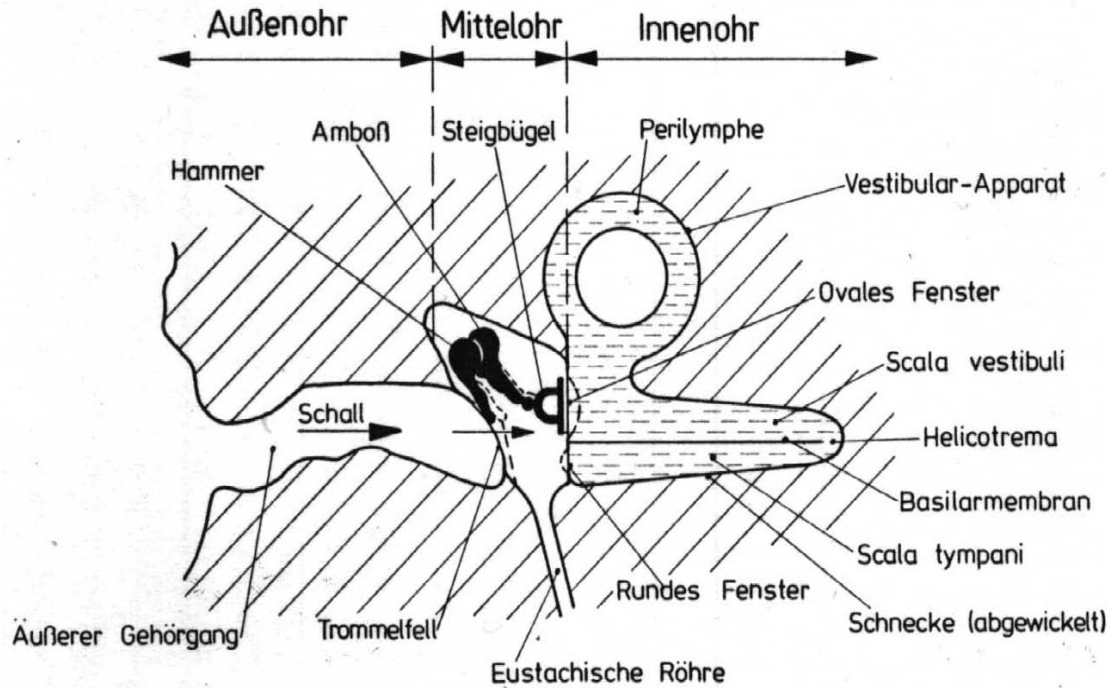


Frequenzgang und Richtcharakteristik

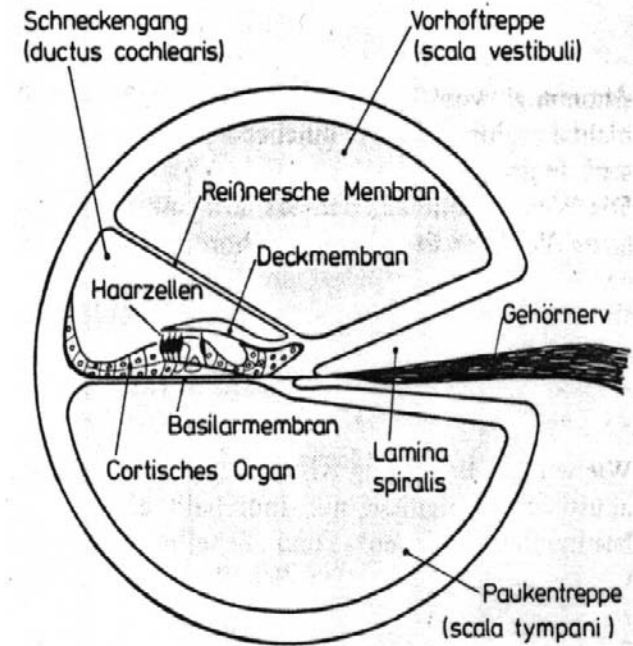


Physiologische Akustik

Aufbau und Funktion des Gehörs

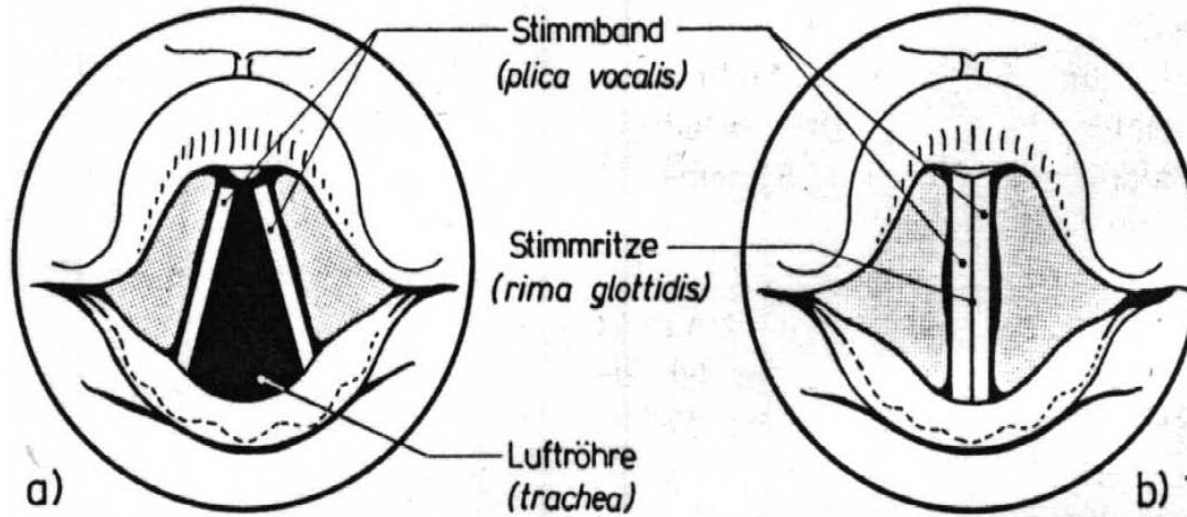


Schematische Darstellung des menschlichen Außen-, Mittel- und Innenohres mit abgewickelter Schnecke

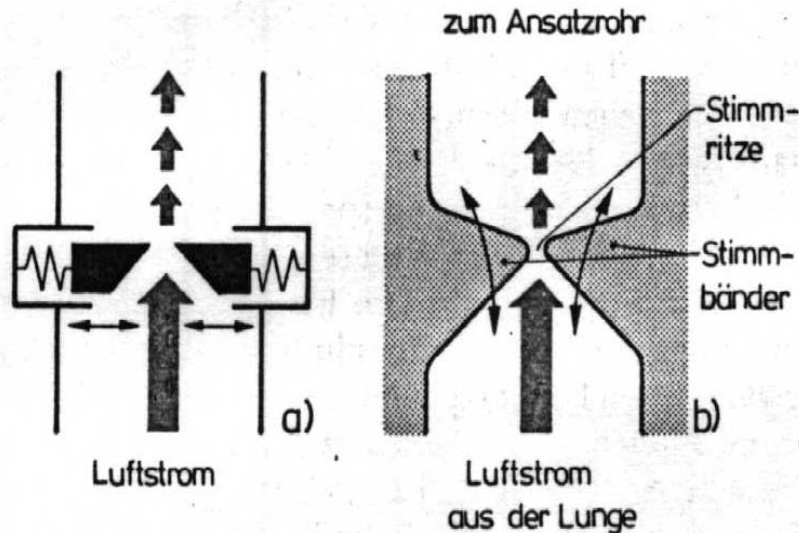


Schematische Darstellung des Querschnitts durch einen Schneckengang in der unteren Windung

Die menschliche Stimme



Blick in den Kehlkopf.
Stellung der Stimmbänder
a) bei der Atmung (Respiration)
b) bei der Stimmbildung (Phonation)



a) Polsterpfeife
b) Schematische Darstellung von
schwingenden Stimmbändern