

# Schallausbreitung

Zur Beschreibung der Schallausbreitung gibt es drei recht einfache Modelle:

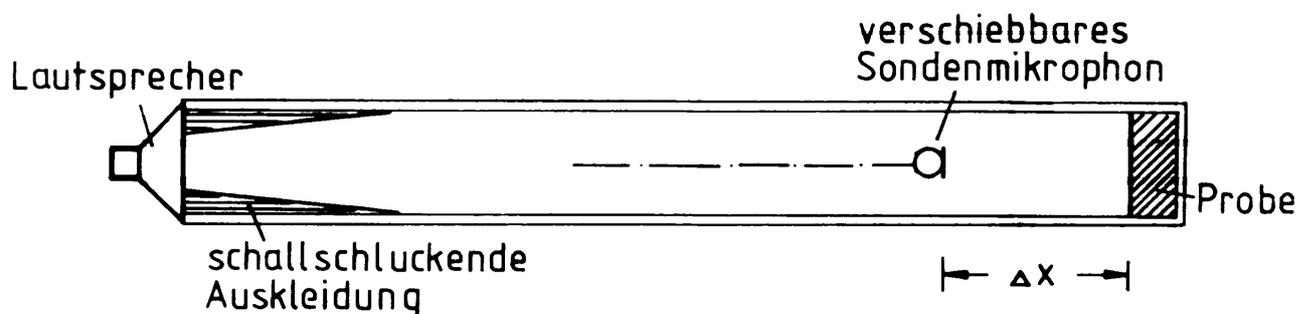
⇒ Ebene Wellen, Zylinderwellen und Kugelwellen.  
(Auf Zylinderwellen soll hier nicht eingegangen werden)

## 1. Ebene Wellen

Ebene Wellen sind am einfachsten zu berechnen.  
Grund: Alle Meßgrößen hängen nur von einer Ortskoordinate ab (d.h. alles ist „eindimensional“).

„Richtige“ ebene Wellen können nur von „riesengroßen“ Membranen erzeugt werden (am Besten unendlich groß ...).

„Fast“ ebene Wellen können in einem Rohr erzeugt werden, wenn die Wellenlänge „erheblich größer“ als der Rohrdurchmesser ist.



Bei einer („richtigen“) ebenen Welle nehmen Schalldruck und Schallschnelle während ihrer Ausbreitung nicht ab !!!

## 2. Kugelwellen

Kugelwellen breiten sich - wie der Name schon sagt - kugelförmig in den Raum aus. Die Wellenfront hat die Form einer Kugelschale, die mit der Zeit immer größer wird.

Mit wachsender Entfernung nimmt dabei der Schalldruck kontinuierlich nach folgender Gleichung ab:

$$p(r_2) = p(r_1) \cdot (r_1/r_2) \quad \text{mit } p \text{ } [\mu\text{Pa}] \text{ und } r \text{ } [\text{m}]$$

wobei  $p(r_1)$  der Schalldruck im Abstand  $r_1$  von der Schallquelle und  $p(r_2)$  der Schalldruck im Abstand  $r_2$  ist.

Für den Schalldruckpegelunterschied (in dB !) zwischen  $r_1$  und  $r_2$  gilt:

$$x \text{ dB } (r_2 - r_1) = 20 \cdot \log_{10} (r_1/r_2)$$

Wir erwarten, daß mit wachsender Entfernung der Schalldruck abnimmt. Zur Veranschaulichung ein Rechenbeispiel:

$$x \text{ dB } (2 \text{ m} - 1 \text{ m}) = 20 \cdot \log_{10} (1 \text{ m}/2 \text{ m})$$

$$x \text{ dB } (2 \text{ m} - 1 \text{ m}) = - 6 \text{ dB}$$

Ergebnis:

Der Schalldruckpegel in 2 m Abstand ist um 6 dB kleiner (negatives Vorzeichen beachten !) als in 1 m Abstand.

Ein weiteres Rechenbeispiel (Pegelunterschied zwischen 1 m und 4 m Abstand von der Schallquelle):

$$x \text{ dB (4 m - 1 m)} = 20 * \log_{10} (1 \text{ m}/4 \text{ m})$$

$$x \text{ dB (4 m - 1 m)} = - 12 \text{ dB}$$

Ergebnis:

Der Schalldruckpegel in 4 m Abstand ist um 12 dB kleiner als in 1 m Abstand.

Da die Krümmung der Wellenfront mit wachsender Entfernung immer kleiner wird, nimmt die Kugelwelle in „sehr großem“ Abstand immer mehr die Form einer ebenen Welle an.

Hierzu ein recht interessantes Rechenbeispiel (Pegelunterschied zwischen 90 m und 100 m Abstand von der Schallquelle):

$$x \text{ dB (100 m - 90 m)} = 20 * \log_{10} (90 \text{ m}/100 \text{ m})$$

$$x \text{ dB (100 m - 90 m)} = - 0,9 \text{ dB}$$

Ergebnis:

Der Schalldruckpegel in 100 m Abstand ist nur um 0,9 dB kleiner als in 90 m Abstand.

Fazit: Bei größeren Entfernungen von der Schallquelle wirken sich einige Meter Differenz viel weniger aus als bei kleinen Entfernungen, da sich die Kugelwelle mit wachsendem Abstand von der Schallquelle immer mehr einer ebenen Welle annähert.