



Schallfeldgrößen: Die Schallschnelle

Aus: Ivar Veit, "Technische Akustik", Kamprath-Reihe, Vogel-Verlag, Würzburg, 2. Auflage, 1978 - Tontechnik

Unter der **Schallschnelle** oder der **Schnelle** v (Einheitszeichen: m/s) versteht man die **Wechselgeschwindigkeit**, mit der die schwingenden Partikel der Luft um ihre Ruhelage oszillieren. Die Schnelle ist definiert als Schallauslenkung pro Zeiteinheit

$$v = \frac{d\xi}{dt} \quad (\xi = \int v dt)$$

UdK Berlin
Sengpiel
04.93
Tutorium

Erfolgt die Bewegung der Luftteilchen sinusförmig mit der Frequenz $f = \omega / 2\pi$, so ist

$$v = \omega \cdot \xi$$

Die Schnelle ist eine Wechselgröße. Sie wird in der Praxis als **Effektivwert** angegeben.

In einer ebenen fortschreitenden Welle ist die Schallschnelle jeweils an denjenigen Stellen am größten, wo sich die Bewegung der Teilchen, d. h. die Schallauslenkung ξ , am schnellsten ändert. Das ist überall dort der Fall, wo $d\xi/dt$ Extremwerte annimmt, d. h. wo die Wellendarstellung des Teilchenauslags ihre Nulldurchgänge hat.

Das bedeutet aber, dass bei einer **ebenen fortschreitenden Schallwelle** die **Schallschnelle** und der **Schalldruck phasengleich** sind. Es kommt somit zur **Fortpflanzung von Schallenergie** – und zwar in Richtung der Wellenausbreitung.

Bei der Kugelschallwelle liegen die Verhältnisse anders: Die von einer (punktförmigen) Schallquelle abgestrahlte Schallenergie verteilt sich auf einer ständig (mit Schallgeschwindigkeit) wachsenden Kugeloberfläche. Im Gegensatz zur ebenen Welle nimmt die **Schallenergie** im **Kugelschallfeld** bezogen auf die durchschaltte Flächeneinheit mit größer werdender Entfernung r von der Schallquelle ab, und zwar mit $1/r^2$. Ähnlich wie bei elektromagnetischen Kugelwellen unterscheidet man auch bei Kugelschallwellen zwischen einem **Nahfeld** ($r < 2\lambda$) und einem **Fernfeld** ($r > 2\lambda$). Die **Schallschnelle** v und die **Schallauslenkung** ξ nehmen im Nahfeld mit $1/r^2$ und im Fernfeld mit $1/r$ ab; der Schallwechseldruck p dagegen nimmt im Nah- und im Fernfeld mit $1/r$ ab. Im Kugelschallfeld besteht die **Schnelle** aus einem **Wirkanteil** $-v$ und einem **Blindanteil** $'v$. Der $1/r^2$ -Abfall der Schnelle im Nahfeld wird im Wesentlichen durch die **Blindschnelle** $'v$, verursacht. Bei der Schallabstrahlung im Nahfeld tritt nämlich neben der eigentlichen (Wirk-) Schallenergie auch noch eine Blindenergie-Komponente auf, die durch die so genannte **mitschwingende Medium-Masse** zustande kommt. Darunter versteht man diejenige Luft-Masse, die in unmittelbarer Nähe der Schallquelle "wattlos" hin- und hergeschoben wird, ohne dabei komprimiert zu werden. Infolge dieser nicht zu vernachlässigenden **Massewirkung** der **mitschwingenden Luft** tritt zwischen **Schallschnelle** und **Schalldruck** eine Phasenverschiebung auf, die für die Größe der Blindenergie kennzeichnend ist.

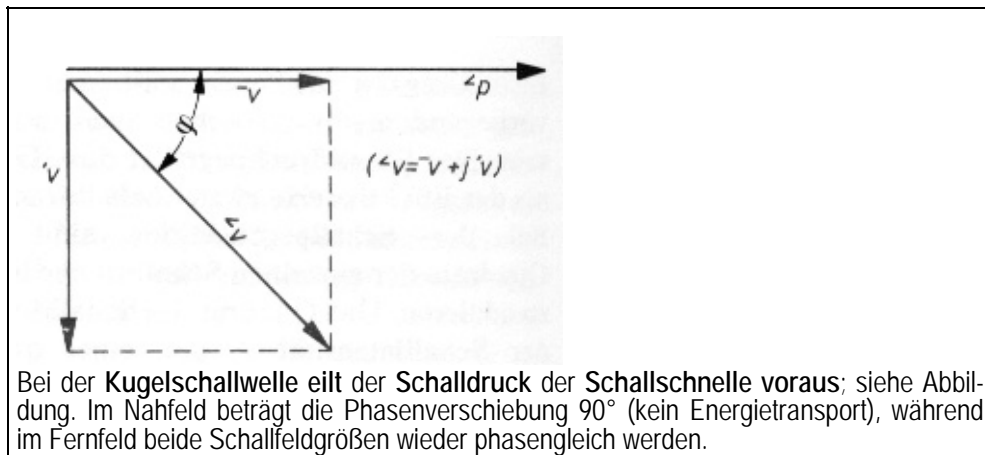


Abbildung: Zeigerdarstellung der Schallschnelle und des Schalldrucks für eine Kugelschallwelle, wobei die Schnelle $\langle v \rangle$ ($\langle v \rangle$ = Schreibweise für einen ruhenden Zeiger) in ihrem Wirkanteil $-v$ und in ihren Blindanteil $'v$ zerlegt ist. Dieses ist eine Erklärung des Anstiegs der tiefen Frequenzen beim Nahbesprechungseffekt (Nah-effekt).

Im **ebenen Schallfeld** besteht die **Schnelle** nur noch aus ihrem **Wirkanteil**.

Die Schallschnelle v ist nicht zu verwechseln mit der Schallgeschwindigkeit c . Die Schallgeschwindigkeit gibt die Geschwindigkeit an, mit der sich die Schallenergie ausbreitet, während die Schnelle lediglich die Wechselgeschwindigkeit der Teilchen darstellt. Bei 20°C beträgt die Schallgeschwindigkeit etwa 343 m/s. Die Schnelle dagegen ist wesentlich kleiner. An der Hörschwelle des Menschen z.B. beträgt die Schallschnelle v bei einer Frequenz von $f = 1000\text{ Hz}$:

$$v_0 = \omega \cdot \xi = 2 \cdot \pi \cdot 10^3 \cdot 0,8 \cdot 10^{-11} \approx 5 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$$

Dieser Wert wird auch zur Definition des **Schallschnellepegels** $\frac{L_v}{\text{dB}} = 20 \cdot \lg \frac{v}{v_0}$ benutzt. Bei einem Schalldruckpegel von beispielsweise $L_p = 120\text{ dB}$ ist die Schnelle $v \approx 5 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$, und zwar ebenfalls bei 1000 Hz.