



# 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

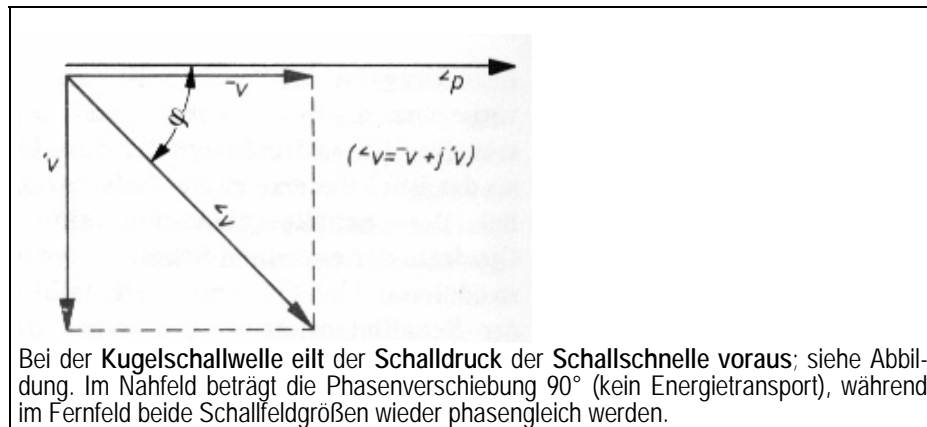
$$v = \omega \cdot \xi$$

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  $\xi$ , am schnellsten ändert. Das ist überall dort der Fall, wo  $d\xi/dt$  Extremwerte annimmt, d. h. wo die Wellendarstellung des Teilchenausschlags 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 durchschaltete 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**  $\xi$  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 (Naheffekt).

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  $20^\circ \text{C}$  beträgt die Schallgeschwindigkeit etwa 343 m/s. Die Schnelle dagegen ist wesentlich kleiner. An der Hörschwelle des Menschen z.B. beträgt die Schallschnelle bei einer Frequenz von 1000 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.