



Wichtige Signaldifferenz-Werte: Ohr- und Lautsprechersignale

Die maximale **interaurale Laufzeitdifferenz** zwischen den **Ohren** beträgt (gemittelt): $ITD(\Delta t) = 0,63 \text{ ms} = 630 \mu\text{s}$.

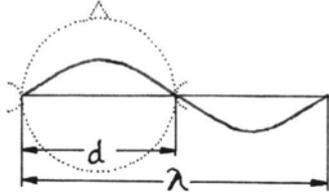
$ITD =$ Interaural Time Difference. Bei 90° ist $\Delta t = \frac{d}{c}$ $d =$ Schallweg $c = 343 \text{ m/s}$ bei 20°C

Daraus errechnet sich der "**wirksame**" Ohrabstand d :

$$d = \Delta t \cdot c = 0,00063 \cdot 343 = 0,216 \text{ m} = \mathbf{21,6 \text{ cm}}$$

Bei welcher seitlich einfallenden Frequenz f gibt es bei $d = 21,6 \text{ cm}$ "Abstand an den Ohren" eine "Auslöschung", wenn man beide Signale addiert?

Eine Quasi-"Auslöschung" gibt es bei $\Delta \varphi = 180^\circ$ ("Gegenphase") – also bei $d = \frac{\lambda}{2} = \frac{0,432}{2} = 0,216 \text{ m}$

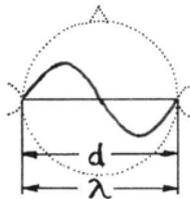


Schallgeschwindigkeit $c = 343 \text{ m/s}$ bei 20°C

$$\lambda = 2 \cdot d = 2 \cdot 0,216 = 0,432 \text{ m}$$

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{343}{0,432} = 794 \text{ Hz} \sim \mathbf{800 \text{ Hz}}$$

Bei welcher seitlich einfallenden Frequenz ist hierbei $\Delta \varphi = 360^\circ$?



Das ist genau bei einer Wellenlänge der Fall - also bei $d = \lambda = 0,216 \text{ m}$

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{343}{0,216} = 1588 \text{ Hz} \sim \mathbf{1600 \text{ Hz}}$$

Merke: Das richtungsbestimmende **Blauert-Hintert-Band**, das in Stereo auch als **Diffus-Band** bezeichnet wird, liegt **zwischen 800 Hz und 1600 Hz**.

Wie ist der Zusammenhang von Laufzeit Δt und dem zurückgelegten Weg d einer Schallwelle?

$$1 \text{ s} \Rightarrow 343 \text{ m}$$

$$1 \text{ ms} \Rightarrow 0,343 \text{ m} = \mathbf{34,3 \text{ cm}}$$

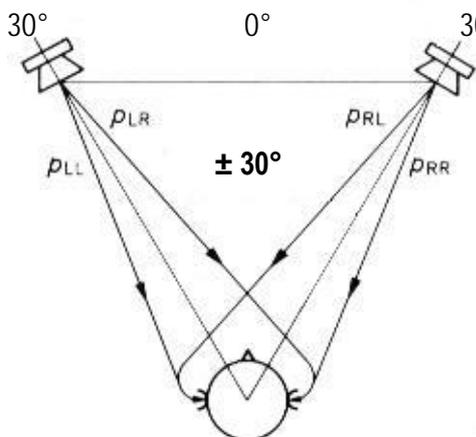
$$2 \text{ ms} \Rightarrow \mathbf{68,6 \text{ cm}}$$

$$1,5 \text{ ms} \Rightarrow \mathbf{51,45 \text{ cm}}$$

$$343 \text{ m} \Rightarrow 1 \text{ s}$$

$$1 \text{ m} \Rightarrow \frac{1}{343} \Rightarrow 0,002915 \text{ s} = 2,92 \text{ ms} \sim \mathbf{3 \text{ ms}}$$

$$d = c \cdot \Delta t \quad \Delta t = \frac{d}{c} \quad c = \frac{d}{\Delta t}$$



Lautsprechersignale bei 30° -Schalleinfall (100 %), aus Lautsprecher:
 $\Delta t = 1,5 \text{ ms}$ (1 ms bis 2 ms) **Interchannel-Signaldifferenzen**
 $\Delta L = 18 \text{ dB}$ (16 dB bis 20 dB) frequenzneutral (!)

↑ ↑

Zu beachten ist der deutliche Unterschied der Signaldifferenzwerte.

↓ ↓

Ohrsignale bei 30° -Schalleinfall, Richtung Stereo-Lautsprecher:
 $ITD(\Delta t) = 0,28 \text{ ms}$ (0,25 ms bis 0,31 ms) **interaurale Differenzen**
 $ILD(\Delta L) = 5,1 \text{ dB}$ (4,2 dB bis 6 dB) spektralbewertet (!)

Ohrsignale bei 90° -Schalleinfall - genau seitlich, also nicht aus der Lautsprecherrichtung:

$$ITD(\Delta t) \text{ max.} = \mathbf{0,63 \text{ ms}}$$

$$ILD(\Delta L) \text{ max.} \sim \mathbf{7 \text{ dB}}$$

Merke: Ohrsignale sind keine Lautsprechersignale.