



# Wichtige Signaldifferenz-Werte: Ohr- und Lautsprechersignale

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

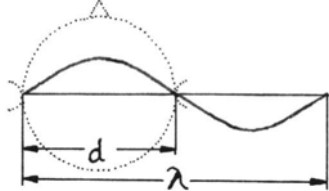
$ITD = \text{Interaural Time Difference}$ . Bei  $90^\circ$  ist  $\Delta t = \frac{d}{c}$   $d = \text{Schallweg}$   $c = 343 \text{ m/s}$  bei  $20^\circ\text{C}$

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

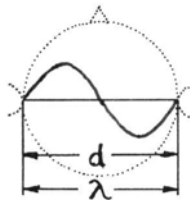


Schallgeschwindigkeit  $c = 343 \text{ m/s}$  bei  $20^\circ\text{C}$

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

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

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-Hintzen-Band**, das in Stereo auch als **Diffus-Band** bezeichnet wird, liegt **zwischen 800 Hz und 1600 Hz**.

Wie ist der Zusammenhang von Laufzeit  $\Delta t$  und dem zurückgelegten Weg  $d$  einer Schallwelle?

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

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

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

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

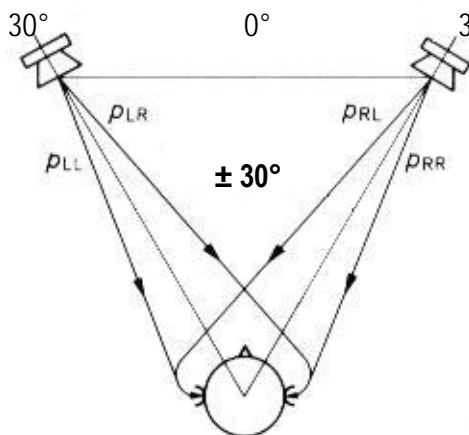
$$343 \text{ m} \Rightarrow 1 \text{ s}$$

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

$$d = c \cdot \Delta t$$

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

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



**Lautsprechersignale** bei  $30^\circ$ -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 (!)



Achten Sie auf den deutlichen Unterschied der Signaldifferenzwerte.



**Ohrsignale** bei  $30^\circ$ -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  $90^\circ$ -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.