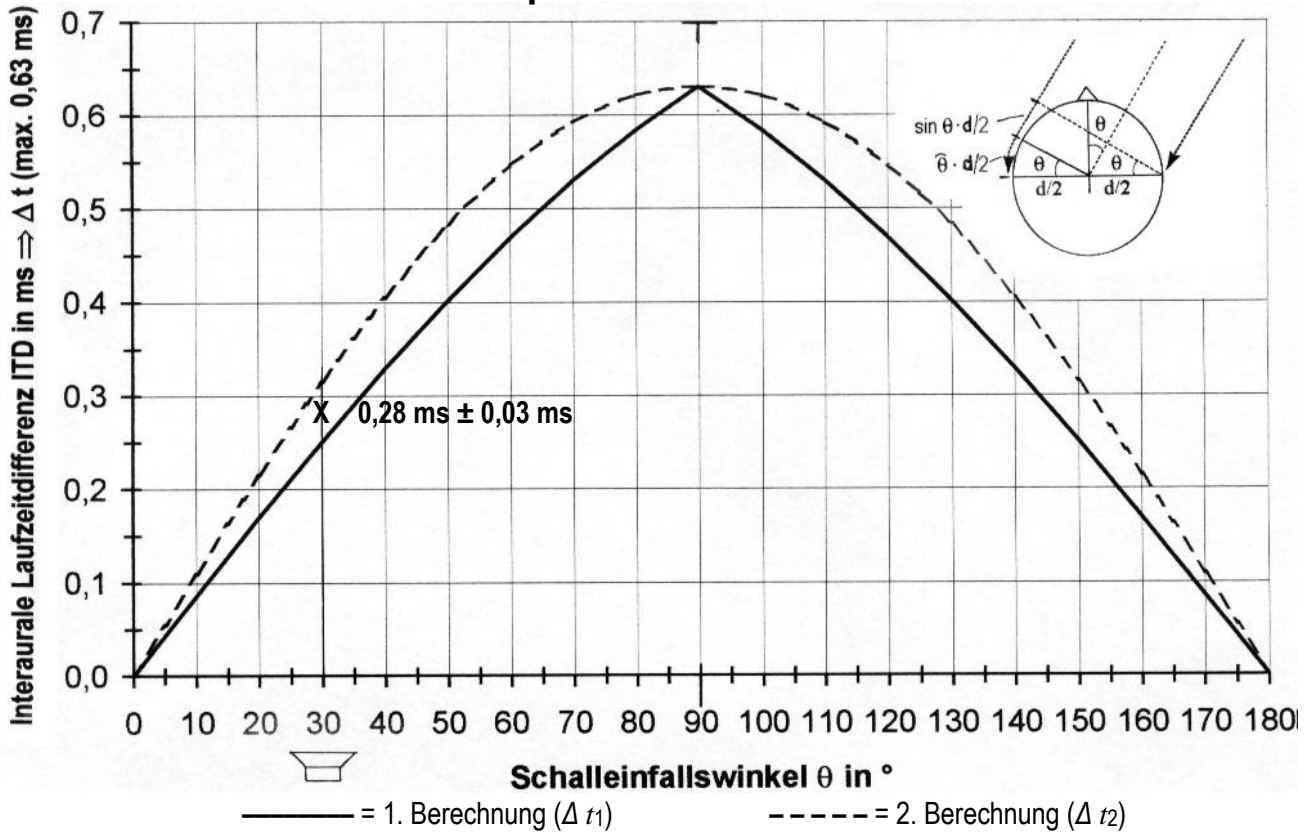




UdK Berlin
Sengpiel
04.2003
NH

Laufzeitdifferenzen beim natürlichen Hören

Interaurale Laufzeitdifferenz in Abhängigkeit vom Schalleinfallswinkel bei Sprache und Musik



In vielen Hörtests wurde zwischen den Ohren (Trommelfellen) eine maximale Laufzeitdifferenz von durchschnittlich $\Delta t = 0,63 \text{ ms} = 630 \text{ }\mu\text{s}$ ermittelt. Für 30° Schalleinfall ist $ITD = 0,28 \text{ ms} \pm 0,03 \text{ ms}$ - also 0,25 ms bis 0,31 ms in den Ohrsignalen. **Merke:** Maximale interaurale Laufzeitdifferenz ITD ist 0,63 ms (von Ohr zu Ohr). **Differenz = Unterschied.**

• Fragen:

1. Wenn die maximale interaurale Laufzeitdifferenz (ITD) um den Kopf $\Delta t = 0,63 \text{ ms}$ beträgt, wie groß ist der dazu gehörige berechnete wirksame Ohrabstand d_2 ? Die Frage heißt anders ausgedrückt auch, welche Wegstrecke d_2 entspricht der Laufzeit von $\Delta t = 0,63 \text{ ms}$? Bitte geben Sie auch die Nebenrechnung an.
2. Wieso weicht dieser "Kopfdurchmesser" von der bei Dickreiter genannten Größe von $d = 17,5 \text{ cm}$ ab?
3. Wie kann man allein die interaurale Laufzeitdifferenz ITD zwischen den Ohren feststellen, wenn beim natürlichen Hören gleichzeitig zu den Laufzeitdifferenzen immer auch Spektraldifferenzen (Pegeldifferenzen) auftreten? Ohrsignale gehören nicht in unsere Stereo-Lautsprecher.

θ	Δt_1	Δt_2
0°	0,000 ms	0,000 ms
10°	0,085 ms	0,109 ms
20°	0,169 ms	0,216 ms
30°	0,251 ms	0,315 ms
40°	0,329 ms	0,405 ms
50°	0,402 ms	0,483 ms
60°	0,469 ms	0,546 ms
70°	0,530 ms	0,592 ms
80°	0,584 ms	0,620 ms
90°	0,630 ms	0,630 ms
100°	0,584 ms	0,620 ms
110°	0,530 ms	0,592 ms
120°	0,469 ms	0,546 ms
130°	0,402 ms	0,483 ms
140°	0,329 ms	0,405 ms
150°	0,251 ms	0,315 ms
160°	0,169 ms	0,216 ms
170°	0,085 ms	0,109 ms
180°	0,000 ms	0,000 ms

Formeln zu nebenstehender Tabelle:

1. Berechnung (Δt_1): ———

$$\Delta t_1 = (d_1 / 2) \cdot (\theta_{\text{Bogen}} + \sin \theta) / c \quad (\text{Kopf als Kugel gedacht})$$

θ_{Bogen} ist im Bogenmaß einzusetzen – mit $\theta_{\text{Bogen}} = \theta^\circ \cdot \pi / 180$.

$d_1 = 0,16811 \text{ m} = 16,811 \text{ cm}$ Kopfdurchmesser als Rechenwert zur

1. Berechnung (Δt_1)

2. Berechnung (Δt_2): ----- (sin 90° soll 0,63 ms sein)

$\Delta t_2 = 0,63 \cdot \sin \theta$ Dieses ist mit folgender Gleichung identisch bei "wirksamem Ohrabstand" von $d_2 = 0,216 \text{ m} = 21,6 \text{ cm}$. Das ist nicht der Kopfdurchmesser!

$$\Delta t_2 = d_2 \cdot \sin \theta / c$$

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

$\theta =$ Schalleinfallswinkel in $^\circ$

Hörtests ergeben Δt -Werte (ITD) in Abhängigkeit von der Auslenkung innerhalb der beiden berechneten Kurven.

Hinweis: Ohrsignale sind keine Stereo-Lautsprechersignale. Diese beiden Signalarten sind unbedingt auseinanderzuhalten.