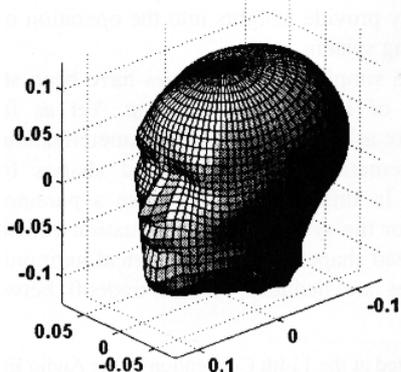


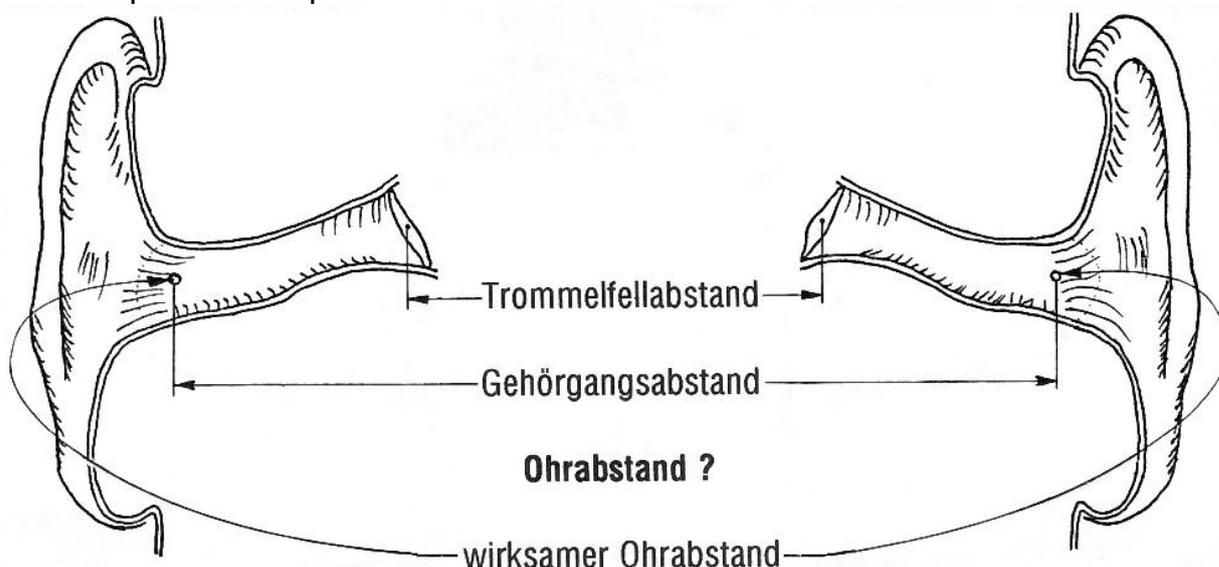


Der Ohrabstand - welcher?

UdK Berlin
Sengpiel
12.95
Schall



KEMAR-Kopfform im Computer



Impulsmessungen am Gehörgangseingang haben eine maximale Phasenlaufzeitverzögerung um den Kopf von $\Delta t = 0,63 \text{ ms}$ ($630 \text{ }\mu\text{s}$) ergeben.

$$\Delta t = (a \cdot \sin \theta) / c \quad \sin 90^\circ = 1$$

Das entspricht bei 90° Schalleinfall einer Wegstrecke von $a = \Delta t \cdot c = 0,63 \cdot 10^{-3} \cdot 343 = 0,216 \text{ m}$. Für Tonverantwortliche sollte diese Vereinfachung genügen. Nennen wir doch diese Entfernung "**wirksamer Ohrabstand**" und stellen wir uns für die interaurale Phasenlaufzeitdifferenz *IPD* vor, dass sich dort zwei Druckmikrofone in gerader Linie auf einer "Ohrbasis" von $a = 21,6 \text{ cm}$ befinden: Also die Mikrofonsbasis als Ohrabstand ist: $a = 21,6 \text{ cm}$. Das ist der Weg, der effektiv für den Schall wirksam ist. Das ist nicht der Kopfdurchmesser. Die maximale Laufzeitdifferenz beträgt dazu $\Delta t = 0,63 \text{ ms}$.

Merke: Der wirksame Ohrabstand ist $a = 21,6 \text{ cm}$.

Zur Wellenlänge $\lambda = 21,6 \text{ cm}$ gehört die Frequenz $f = c / \lambda = 343 / 0,216 = 1588 \text{ Hz}$, also rund $f = 1600 \text{ Hz}$.

Die tiefste Frequenz, bei der eine Phasenverschiebung von $\varphi = 180^\circ$ auftritt, ist somit $f = 800 \text{ Hz}$.

f	λ $\Delta \varphi = 360^\circ$	$\lambda / 2$ $\Delta \varphi = 180^\circ$	$\varphi_{\text{Bogen}} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \Delta t$ $\varphi^\circ = 360 \cdot f \cdot \Delta t$
800 Hz	43,2 cm	21,6 cm	
1600 Hz	21,6 cm	10,8 cm	

Nicht zufällig liegt der Frequenzbereich mit der geringsten Lokalisationsschärfe zwischen **800 und 1600 Hz**. Das entspricht genau dem Blauertschen richtungsbestimmenden Hinten-Band (Medianebene), sowie dem weniger empfindlichen Bereich der Kurven gleicher Lautstärkepegel um 1000 Hz. Hier geht es um die interaurale Laufzeitdifferenz *ITD*, den Ohrabstand und Frequenzen, die zu λ und $\lambda / 2$ gehören, also zu kopfbezogenen "interauralen" Signalen beim natürlichen Hören.

Merke: Interaurale Signaldifferenzen, die ja allein für das "natürliche" Hören gelten, haben nichts mit den Interchannel-Signaldifferenzen zu tun, die für die beiden Lautsprecher bei Stereophonie gebraucht werden.

Die interaurale "Pegel"-Differenz *ILD*, die bisher noch nicht angesprochen wurde und die an den Ohren gemessen wird, ist mit dem Schalleinfallswinkel θ sehr komplex frequenzabhängig, im Gegensatz zur interauralen Laufzeitdifferenz *ITD* bzw. der entsprechenden interauralen Phasendifferenz: <http://www.sengpielaudio.com/LaufzeitdifferenzUndPhasenverschiebung.pdf>

Bei Lateralisationsversuchen über Kopfhörer gefundene Werte dürfen nicht für Stereo-Lautsprechersignale ausgegeben werden. Wir hören nicht die Luftdruckveränderung als solche, sondern den Schalldruck an jedem Ohr, der dem Luftdruck überlagert ist.