



# Theoriegrundlagen: Äquivalenz-Stereophonie

UdK Berlin  
Sengpiel  
11.95  
ÄquiSt

Für breitbandige Interchannel-Signaldifferenzen, wie z. B. bei Musik und Sprache, lassen sich in einem leicht gedämpften Abhörraum etwa auf dem idealen Abhörplatz im Standard-Stereodreieck und bei frei beweglichem Kopf, hinreichend genaue Aussagen über die Lokalisation der Höreignisrichtung einer Phantomschallquelle auf der Stereo-Lautsprecherbasis machen, wenn die Laufzeitdifferenz  $\Delta t$  und die frequenzneutrale Pegeldifferenz  $\Delta L$  der Lautsprecher signale bekannt sind.

Wirken Pegel- und Laufzeitdifferenzen gleichsinnig zusammen, gilt für die Gesamt-Höreignisrichtung  $b(\Delta L, \Delta t)$  in % von der Stereomitte C aus folgende Gleichung:  $b(\Delta L, \Delta t) = b_1(\Delta L) + b_2(\Delta t)$ . Hierbei ist  $b_1(\Delta L)$  diejenige Höreignisrichtung, die sich allein durch die Pegeldifferenz  $\Delta L$  ergibt und  $b_2(\Delta t)$  ist die Höreignisrichtung, die sich allein durch die Laufzeitdifferenz  $\Delta t$  einstellt. Für eine bestimmte Gesamt-Höreignisrichtung  $b$  in Prozent ist die Summe aus  $b_1$  und  $b_2$  konstant und es sind viele Kombinationen denkbar.

**Merke:**  $b = b_1 + b_2 = \text{konstant}$   
für eine bestimmte Höreignisrichtung

$\theta$  = Schalleinfallswinkel von der 0°-Mitte des Mikrofonsystems aus

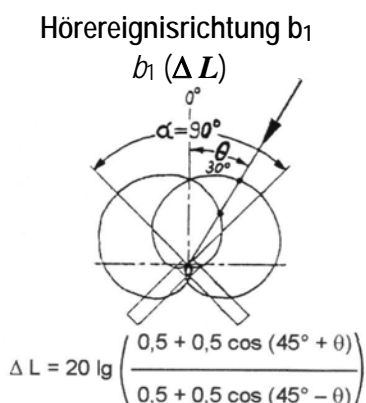
$\alpha$  = Achsenwinkel = Gesamtwinkel zwischen den Mikrofonhauptachsen (verändert nur die Größe von  $\Delta L$ )

$a$  = Mikrofonbasis = Abstand der Mikrofone voneinander (verändert nur die Größe von  $\Delta t$ )

$b$  = Höreignisrichtung auf der Stereo-Lautsprecherbasis in Prozent von der Stereomitte C = 0 % aus

Höreignisrichtung 100 % = Lokalisation der Phantomschallquelle aus der Richtung eines Lautsprechers.

Das als Beispiel gewählte EBS-Stereosystem mit Niere/Niere,  $\alpha = \pm 45^\circ = 90^\circ$  und  $a = 25 \text{ cm}$  ist der Sonderfall, bei dem die Mikrofonhauptachsen genau auf die Außenflanken des Aufnahmebereichs von  $\pm 45^\circ = 90^\circ$  zeigen.

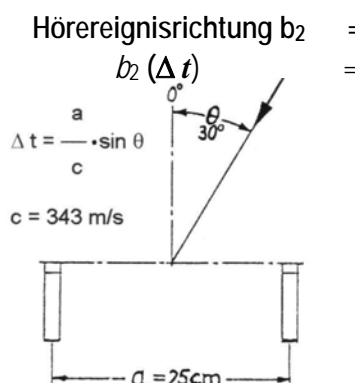


Reine "Intensitäts"-Stereophonie:  
Keine Laufzeitdifferenz, nur Pegeldifferenz  $\Delta L$  ist wirksam.

Für jeden Schalleinfallswinkel  $\theta$  kann die Pegeldifferenz  $\Delta L$  in dB nach einer geometrischen Formel berechnet werden. Hier  $\theta = 30^\circ$ .

Zu jeder Pegeldifferenz  $\Delta L$  gehört eine bestimmte Höreignisrichtung  $b_1$  in % :

$\theta$	$\Delta L$	$b_1$
0°	0,00 dB	0,0 %
5°	0,63 dB	5,5 %
10°	1,26 dB	10,9 %
15°	1,90 dB	16,2 %
20°	2,54 dB	21,4 %
25°	3,20 dB	26,6 %
30°	3,87 dB	31,7 %
35°	4,56 dB	36,8 %
40°	5,28 dB	41,8 %
45°	6,02 dB	46,9 %
50°	6,80 dB	51,9 %



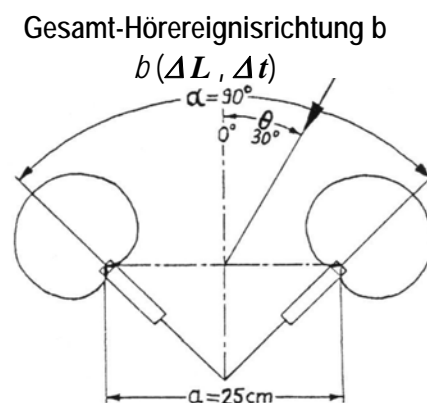
"Reine" Laufzeit-Stereophonie:

Keine Pegeldifferenz, nur Laufzeitdifferenz  $\Delta t$  sei wirksam.

Bei parallelem Schalleinfall kann für jeden Einfallswinkel  $\theta$  die Laufzeitdifferenz  $\Delta t$  in ms berechnet werden. Hier  $\theta = 30^\circ$ .

Zu jeder Laufzeitdifferenz  $\Delta t$  gehört eine bestimmte Höreignisrichtung  $b_2$  in % :

$\theta$	$\Delta t$	$b_2$
0°	0,000 ms	0,0 %
5°	0,064 ms	6,9 %
10°	0,127 ms	13,8 %
15°	0,189 ms	20,5 %
20°	0,249 ms	27,0 %
25°	0,308 ms	33,2 %
30°	0,364 ms	38,9 %
35°	0,418 ms	44,2 %
40°	0,469 ms	49,0 %
45°	0,515 ms	53,1 %
50°	0,558 ms	56,9 %



Äquivalenz-Stereophonie:

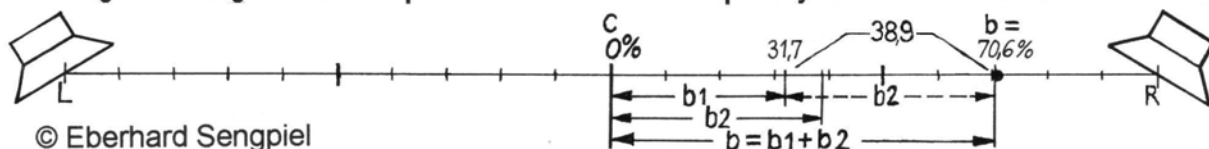
Pegeldifferenz  $\Delta L$  und Laufzeitdifferenz  $\Delta t$  sind hierbei **gleichsinnig** wirksam.

Die Höreignisrichtung aus der Pegeldifferenz ist  $b_1$  und die aus der Laufzeitdifferenz ist  $b_2$ .

Die Summe der Höreignisrichtungen  $b_1$  und  $b_2$  ergibt die Gesamt-Höreignisrichtung in % :

$\theta$	$b = b_1 + b_2$
0°	0,0 %
5°	12,4 %
10°	24,7 %
15°	36,7 %
20°	48,4 %
25°	59,8 %
30°	70,6 %
35°	81,0 %
40°	90,8 %
45°	100,0 %
50°	>100 %

Höreignisrichtung auf der Lautsprecherbasis für EBS-Mikrophonsystem bei Schalleinfallswinkel  $\theta = 30^\circ$



Darstellung des Aufnahmebereichs, der Pegeldifferenz  $\Delta L$  und der gleichsinnigen Laufzeitdifferenz  $\Delta t$  als Visualisierung vom EBS-Mikrophonsystem: <http://www.sengpielaudio.com/Visualization-EBS.htm>