



UdK Berlin  
Sengpiel  
09.95  
F + A

!

# Antworten zum "Tonmeister-Test"

6

1. Wie kommt bei AB-Laufzeitstereofonie mit zwei Mikrofonen eigentlich das "Loch in der Mitte" zustande?  
Wenn Teile einer Schallquelle zwischen den beiden Mikrofonen eine größere Laufzeitdifferenz als 1,5 ms erzeugen, so werden diese Anteile der Schallquelle nur in je einem Lautsprecher lokalisiert. Das heißt, die Mikrofonbasis ist für diese Schallquelle zu groß. Ist also der Aufnahmebereich des Mikrofonsystems kleiner als der Ausdehnungsbereich des Klangkörpers, so erscheint das störende "Loch in der Mitte" der Lautsprecherbasis. Weil hierbei fast alle Anteile des Klangkörpers nur in den Lautsprechern lokalisiert werden, entsteht der Eindruck von einem "Loch in der Mitte".

2. Wie groß muss die Mikrofonbasis  $a_{\max}$  bei einer Laufzeitstereofonie-Aufnahme sein, wenn ein Musik-Ensemble im Halbkreis (Ausdehnungsbereich des Klangkörpers  $\pm 90^\circ = 180^\circ$ ) um ein AB-Mikrofonsystem sitzt und die Gruppe voll auf der Lautsprecherbasis zu lokalisieren sein soll, d. h. wenn der Aufnahmebereich auch  $\pm 90^\circ = 180^\circ$  ist?  
Für die Laufzeitdifferenz gilt bei parallelem Schalleinfall (also nicht zu nahe) bei einer AB-Mikrofonanordnung mit der Mikrofonbasis  $a$  und dem Schalleinfallswinkel  $\theta$  die folgende Gleichung:

$$\Delta t = a \cdot \sin \theta / c, \text{ wobei die Schallgeschwindigkeit in Luft } c = 343 \text{ m/s bei } 20^\circ \text{ beträgt.} \quad \sin 90^\circ = 1$$

Nach  $a$  umgestellt ergibt sich  $a = \Delta t_{\max} \cdot c / \sin \theta = 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 343 / \sin 90^\circ = 0,515 \text{ m} = 51,5 \text{ cm}$

Für die in einem Halbkreis um das Mikrofon positionierten Musiker muss bei einem Aufnahmebereich von  $\pm 90^\circ = 180^\circ$  die Mikrofonbasis 51,5 cm betragen.

3. Wie groß sollte die Mikrofonbasis  $a_{\max}$  bei einer AB-Laufzeitstereofonie-Aufnahme mit zwei Haupt-Mikrofonen maximal sein, wenn Sie dazu den kleinsten Aufnahmebereich mit heranziehen (leichte Vergrößerung)?

Der maximale Hörwinkel im Standard-Stereodreieck ist  $\pm 30^\circ = 60^\circ$ . Um bei der Aufnahme keine "Vergrößerung" zu erhalten sollte sich der Aufnahmewinkel der Mikrofonanordnung nicht zu sehr davon unterscheiden. Man kann für den minimalen Aufnahmebereich noch  $\pm 20^\circ = 40^\circ$  als brauchbar annehmen.

$a_{\max} = \Delta t_{\max} \cdot c / \sin \theta_{\min} = 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 343 / \sin 20^\circ = 1,50 \text{ m}$ . Für eine leichte Vergrößerung der Abbildung auf der Lautsprecherbasis ist die maximale Mikrofonbasis 1,50 m für  $40^\circ$ -Aufnahmebereich.

4. Wie groß muss die Mikrofonbasis gemacht werden, damit die Phantomschallquellen gleichmäßiger auf der Lautsprecherbasis zu lokalisieren sind?

Diese Mikrofonbasis - auf 2/3 verkleinert - ergibt eine gleichmäßigere Verteilung der Phantomschallquellen auf der Lautsprecherbasis.  $0,515 \cdot 0,667 = 0,343 \text{ m}$ , also 34 cm. Dabei wird nicht ganz die volle Abbildungsbreite erreicht.

5. Wie groß muss die Mikrofonbasis  $a$  bei AB-Laufzeitstereofonie mit zwei Mikrofonen sein, wenn der Aufnahmebereich genauso groß wie der übliche Lautsprecher-Abhörbereich sein soll?

Im Standard-Stereodreieck ist der Abhörbereich  $\pm 30^\circ = 60^\circ$ . Somit ist der maximale Abhörwinkel  $\theta_{\max} = 30^\circ$ .

$$a = \Delta t_{\max} \cdot c / \sin \theta_{\max} \quad \sin 30^\circ = 0,5000 \quad \Delta t_{\max} = 1,5 \text{ ms} \quad \text{Also } a = 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 343 / 0,5 = 1,03 \text{ m}$$

Damit der Aufnahmebereich des Mikrofonsystems genauso groß wie der Stereo-Lautsprecher-Abhörbereich von  $\pm 30^\circ$  ist, muss die Mikrofonbasis 1,03 m betragen.

6. Wenn Sie für Ihren Auftraggeber von Ihrer AB-Laufzeitstereofonie-Aufnahme eine Kopie in Mono zu überspielen haben, wird sich gehörmäßig der Frequenzgang verändern. Wie denn?

Mono bedeutet das Addieren (elektrische Zusammenschalten) des linken und rechten Kanals. Da die tiefen Frequenzen mehr korrelieren als die Höhen, müssen die tiefen Frequenzen bei der Monoaddition der Laufzeitssignale ( $M = L + R$ ) lauter werden - bis maximal +3 dB lauter - und es werden je nach Phasenlage hohe Frequenzen weniger zu hören sein. Dieser Höhenverlust geschieht durch Auslöschung von teilweise gegenphasigen Frequenzanteilen. Diese oft hörbare Klangverfärbung wird Kammfilter-Effekt genannt.

7. Sie nehmen mit nur zwei Kugelmikrofonen in Laufzeitstereofonie zwei Klarinetten auf, die zum Mikrofonsystem symmetrisch mit einem Schalleinfallswinkel von  $\theta = \pm 45^\circ$  stehen. Die Klarinetten sollen auf der Lautsprecherbasis "genau" 50 % links und 50 % rechts erscheinen, also halblinks und halbrechts. Wie groß muss dazu die Mikrofonbasis eingestellt werden? (50 % L bzw. 50 % R bei  $\Delta t = 0,48 \text{ ms}$ ).

Der Wert der Laufzeitdifferenz für eine Phantomschallquelle 50 % links bzw. 50 % rechts ist bekannt mit  $\Delta t = 0,48 \text{ ms}$ . Die Formel  $\Delta t = a \cdot \sin \theta / c$  wird nach  $a$  umgestellt:  $a = \Delta t \cdot c / \sin \theta$ . Die genannten Werte eingesetzt ergibt:  $a = 343 \cdot 0,00048 / 0,7071 = 0,233 \text{ m}$ . ( $\sin 45^\circ = 0,7071$ )

Damit die beiden Klarinetten in der  $\pm 45^\circ$ -Aufstellung halblinks und halbrechts zwischen den Lautsprechern zu hören sind, muss die Mikrofonbasis in diesem Falle  $a = 23 \text{ cm}$  betragen.