

## 15 Mehrkanalton

### Standartlautsprecheraufstellung – ITU 775

Um kompatibel zur Stereostandartaufstellung zu sein werden die Boxen nicht gleichmäßig verteilt, sondern es wird vorne lediglich ein Winkel von  $30^\circ$  zwischen Center und Left bzw. Right verwendet. Die Lautsprecher sind alle Direktstrahler und geben den gleichen Pegel ab. Die Surroundlautsprecher werden um mindestens 20 ms verzögert. Falls es nicht möglich ist den Center in der richtigen Entfernung zu platzieren und er damit zu nah an der optimalen Abhörposition ist, sollte auch er noch verzögert werden, da es ansonsten zu einer mittigen Wiedergabe kommt. Der Subwoofer sollte die gleiche Entfernung wie alle anderen Boxen zur optimalen Abhörposition haben. Im Optimalfall ist er auch in der Mitte platziert. Der LFE (low frequency enhanced) muss zusätzlich um 10dB verstärkt werden.

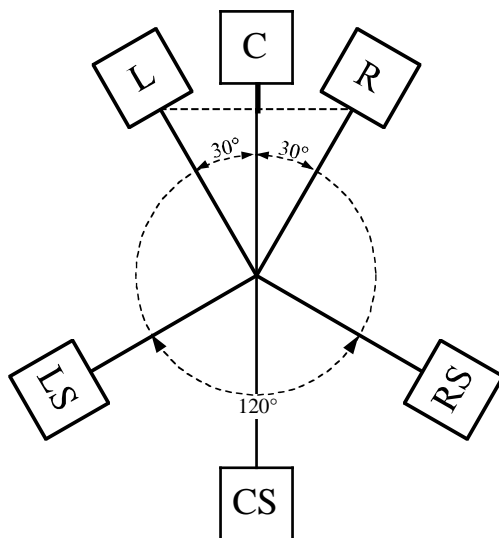


Abb. 1

### Matrizierter Surround

Hierbei handelt es sich um Verfahren, die mehrere diskrete Kanäle auf eine geringere Anzahl an Kanälen kodiert. Die ersten derartigen Systeme kamen in den 50er Jahren auf. Dabei handelte es sich um ein „4-2-4“-Verfahren. D.h. 4 Kanäle wurden zu 2 Kanälen zusammenkodiert. Um die Kanaltrennung zu erhöhen wurde das „gain riding“ eingeführt. Dieses Verfahren kann jedoch zu unangenehmen Kompressorumpfen führen, da es mit einem VCA umgesetzt ist. Erst in den 70er Jahren wurde dann der Mehrkanalton wieder aufgegriffen und mit Dolby Stereo (ugsprl. Dolby Surround), auch ein „4-2-4“-Verfahren mit den Kanälen L, R, C und S, ein Standard geschaffen. Dolby Stereo erhöhte durch die Verwendung eines Kompander-Systems die Dynamik, die Kanaltrennung war mit 3 dB jedoch äußerst schlecht da nicht einmal das „gain-riding“ verwendet wurde. Das Nachfolgersystem Dolby Stereo ProLogic erhöht die Kanaltrennung dann durch eine aktive Matrix. Dabei erhöht sich die Kanaltrennung auf bis zu 30 dB. Da sich die ursprünglichen Signale nicht ohne Verlust wieder herstellen lassen, sollte bei einem Mixdown für Matrizierten Surround unbedingt nach dem Dekoder abgehört werden.

- Kunstkopf
- Quadrophonie „4-2-4“ 3/1
- Dolby Stereo „4-2-4“ 3/1
- Dolby Stereo ProLogic „4-2-4“ 3/1

- Circle Surround (RSP) „5-2-5“ 3/2
- Dolby ProLogic II „5-2-5“ 3/2
- dts Neo „5-2-5“

## Dolby Stereo

Die Abbildung 2 zeigt die Encoder-/Decoderschaltung von Dolby Stereo. Bei der Encodierung wird der Center um 3dB bedämpft, gesplittet und jeweils zu Left und Right dazugemischt. Da dies genau einem in die Mitte gepanntem Signal entspricht, kann man bedenkenlos den Center bei einer Mischung für Dolby Stereo ignorieren. Der Surround wird ebenfalls um 3dB bedämpft und mit Dolby B komprimiert. Außerdem werden dem Signal durch ein 100Hz-Hochpassfilter die Bassanteile entfernt. Dann wird das Signal gesplittet, um  $-90^\circ$  in der Phase verschoben und dem Left Signal bzw. um  $+90^\circ$  in der Phase verschoben und dem Right Signal zugemischt. Durch diese Matrizierung löscht sich der Surround bei der Monobildung aus. Die Phasenverschiebungen sind durch Allpassfilter realisiert.

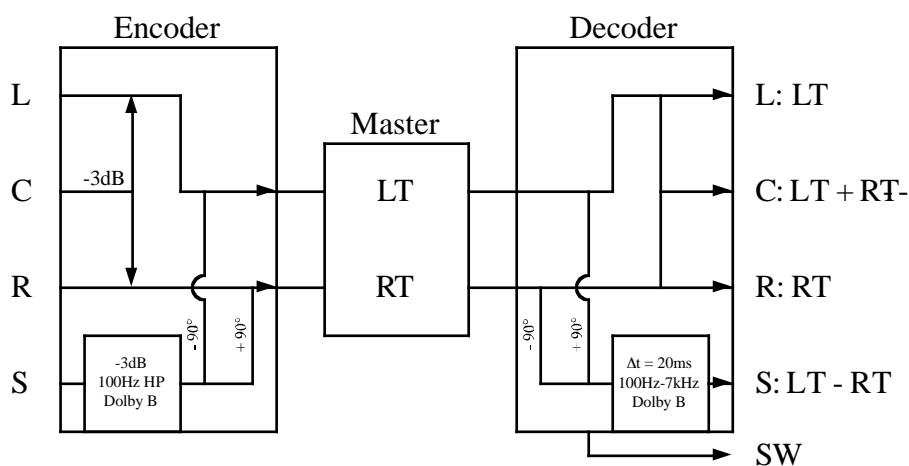


Abb. 2

Um die so entstandenen Left Total und Right Total Signale zu dekodieren wird als Left Signal einfach Left Total und als Right Signal Right Total verwendet. Der Center wird durch Summierung von Left Total und Right Total erzeugt, was eine Halbierung der Stereowiedergabebreite zur Folge hat. Um den Surround zu bekommen wird Left Total und Right Total zusammengemischt, nachdem das Left Total Signal um  $+90^\circ$  und das Right Total Signal um  $-90^\circ$  in der Phase verschoben wurde. Zusätzlich wird das Signal bandbegrenzt auf 100Hz-7kHz und um 20 ms verzögert, damit die Ortung auf jeden Fall vorne auf der Leinwand bleibt. Natürlich wird Dolby B auch beim Abspielen wieder eingesetzt um die ursprüngliche Dynamik wieder herzustellen. Das Subwoofer Signal wird vom Center abgegriffen und mit einem Tiefpassfilter bearbeitet. Wie auf Abbildung 3 zu erkennen ist, ist die Kanaltrennung bei diesem Verfahren mit 3dB zwischen nebeneinander liegenden Kanälen äußerst schlecht.

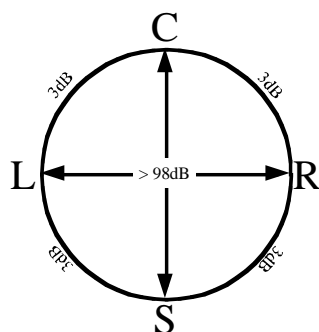


Abb. 3

### **Dolby Pro Logic**

Dem Problem der schlechten Kanaltrennung wird bei Dolby Pro Logic mit der sogenannten aktiven Matrix entgegnet. Dabei erhöht sich die Kanaltrennung auf bis zu 30dB. Um dies zu erreichen wird das Signal analysiert und der dominante Kanal, also der lauteste, festgestellt. Je nach dem um welchen Kanal es sich handelt, reagiert die aktive Matrix anders. Die Analyse lässt sich auch grafisch als Vektor darstellen. Ist der Center der dominante Kanal wird Right Total Left Total und Left Total Right Total phasengedreht zugemischt. Wie stark die phasengedrehten Signale dazugemischt werden hängt von der Größe des Vektors ab. Sobald Left oder Right zum dominanten Kanal wird, wieder abhängig von der Größe des Vektors, C im Pegel abgesenkt.

### **Dolby Pro Logic II / Circle Surround**

Durch erhöhte DSP-Leistung werden bei der Analyse auch Transienten erkannt und es gibt bis zu 4 dominante Kanäle. Desweiteren gibt es einen Musik- und einen Filmmodus.

### **Diskreter Surround**

Diese Surroundverfahren zeichnen sich dadurch aus, dass zum Übertragen jeweils ein separater Kanal verwendet wird.

- Fantascope 2/1
- Cinemascope 3/1 (35mm)
- Todd AO 5/1 (70 mm)
- Dolby Stereo Digital AC-3 3/2/1
- dts (Digital Theater System) 3/2/1
- SDDS 5/2/1
- Dolby Digital EX 3/3/1
- dts ES 3/3/1

### **Dolby Digital / Dolby Digital EX**

- Mono → 5.1 (6.1)
- max 24 Bit / 48 kHz
- Stereo: 192 kb/s
- 5.1 Kino: 320 kb/s
- 5.1 DVD / DTV: 384 / 448 kb/s
- max. 640 kb/s
- Datenreduktion: AC-3 (perceptual coding)
- channel coupling

### **Dolby Digital Metadaten**

#### ***Downmix***

Es können zwei verschiedene Downmixverfahren ausgewählt werden. Beim Musikdownmix (Abb. 4) wird der Left Surround zu Left und der Right Surround zu Right dazugemischt. Wie

stark der Surround bedämpft werden soll lässt sich auch auswählen. Der Center wird mit einer einstellbaren Dämpfung von - 3dB, - 4,5dB oder - 6dB auf Left und Right gemischt. Der LFE wird nicht verwendet.

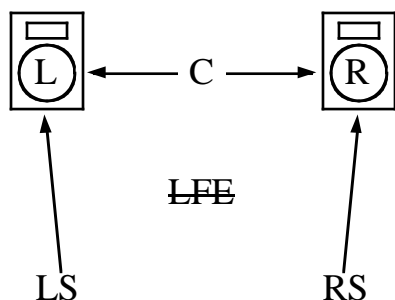


Abb. 4

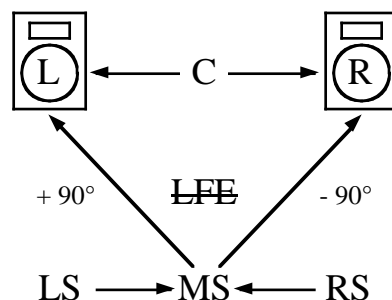


Abb. 5

Wird der Film-Downmix (Abb. 5) ausgewählt, werden zuerst die beiden Surroundkanäle zu einer Monosumme zusammengefasst, gesplittet und jeweils um  $+ 90^\circ$  bzw.  $- 90^\circ$  in der Phase verschoben Left und Right zugemischt. Mit Center und LFE wird wie beim Musikmixdown verfahren. Jedoch lässt sich nun der Centerpegel zwischen  $-\infty$  und  $+ 3$  dB einstellen. Der Filmmixdown entspricht somit quasi einer ProLogic Kodierung.

### ***Dynamic Range Control***

Hier lassen sich Presets zu Kompressoreinstellungen auswählen, damit der Konsument bei Bedarf die Wiedergabedynamik einschränken kann.

### ***Dialogue Level***

Hier gibt man den A-gewichteten Durchschnittspegel ein. Dieser Wert ist mit dem Threshold der Dynamic Range Control gekoppelt. Gibt man einen zu niedrigen Wert ein kommt es zu einer zusätzlichen Kompression.

### **dts / dts ES**

- Mono  $\rightarrow$  6.1
- max 24 Bit / 96 kHz
- 5.1 Kino / DVD: 1.512 kb/s
- 5.1 DVD: 756 kb/s (channel coupling)
- Datenreduktion: apt-100 (predictive coding)

### **Surroundmikrofonie**

Zur Einteilung der Surroundmikrofonieverfahren sollen die „Vorne / Hinten Anordnung“ und die „360° Anordnung“ dienen. Bei der „Vorne / Hinten Anordnung“ wird eine Stereomikrofonie nahe der Schallquelle aufgestellt die die Signale für die Frontlautsprecher liefert. Zusätzlich wird eine weitere Anordnung außerhalb des Hallradius aufgestellt, welche die Signale für die Surroundlautsprecher aufnimmt. Die „360° Anordnung“ verfolgt ein anderes Ziel. Die Mikrofone für alle Kanäle werden sehr nah beieinander angebracht und die Musiker rundherum verteilt. Auch für Atmos beim Film kann diese Anordnung verwendet werden.

## Matrizierter Surround

Da die Matrizierung auf Phasenverschiebungen des Surrounds basiert ergeben sich einige Besonderheiten. Beispielsweise wird der Verpolungsbereich einer Blumleinanordnung bei der Dekodierung in den Surround gelegt. Außerdem darf man auf keinen Fall eine Stereophonieart wählen die auf Laufzeitunterschieden basiert, da auch hier Phasenverschiebungen entstehen die den Dekoder stören.

## Diskreter Surround

### IRT-Surround-Kreuz

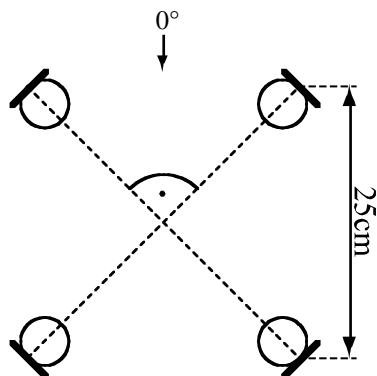


Abb. 6

Hierbei handelt es sich um eine „360° Anordnung“ aus 4 Mikrofonen mit Nierencharakteristik die mit einem Öffnungswinkel von 90° in einem Quadrat mit 25cm Kantenlänge aufgebaut werden. Es gibt somit kein Mikrofon für den Center. Da nur Gradientenempfänger verwendet werden ist die Anordnung nicht linear im Bass. Des Weiteren ergibt sich aus dem Abstand von 25cm und einem Öffnungswinkel von 90° ein Aufnahmewinkel der ebenso 90° beträgt. Vorteilhaft ist außerdem, dass das IRT-Surround-Kreuz leicht aufzubauen ist. Sinnvolle Anwendungsgebiete sind z.B. die Hörspielproduktion, Atmos beim Film oder die Verwendung als 4-Kanal-Diffusschallmikrofon.

### Bruck'sche Surround-Kugel

Ein Kugelflächenmikrofon wird durch zwei Mikrofone mit Achterrichtcharakteristik erweitert, die jeweils mit den in der Kugelfläche eingebauten Druckempfängern eine MS-Anordnung ergeben. Diese „360° Anordnung“ ist durch die Druckempfänger linear im Bass. Es fehlt jedoch erneut das Centermikrofon.

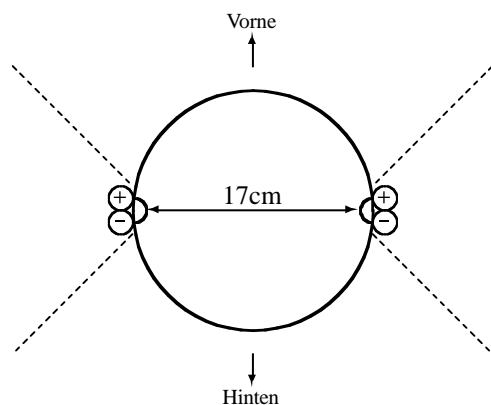


Abb. 7

### Decca Tree Surround

Zwei Druckempfänger werden im Abstand von mindestens zwei Metern aufgestellt. Ein dritter Druckempfänger wird dazwischen, jedoch um mindestens 1,5m nach vorne gerückt, platziert. Sollen besonders große Schallquellen aufgenommen werden können seitlich noch zwei zusätzliche Druckempfänger aufgestellt werden. Es bilden sich keine Phantomschallquellen.

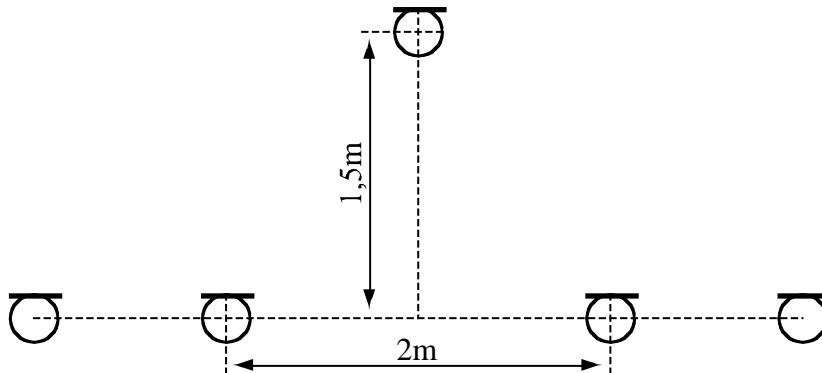


Abb. 8

### ABC

Das ABC-Verfahren hat einen ähnlichen Aufbau wie der Decca Tree, wird also auch mittels drei Druckempfänger realisiert, die jedoch sehr viel näher aneinander angeordnet sind. Durch die geringeren Abstände entstehen aber im Gegensatz zu Decca Tree Phantomschallquellen. Diese erweiterte Druckempfänger-AB basiert lediglich auf Laufzeitunterschieden, weswegen die Räumlichkeit der Aufnahmen sehr gut ist. Es gibt nur eben absolut keine Kanaltrennung.

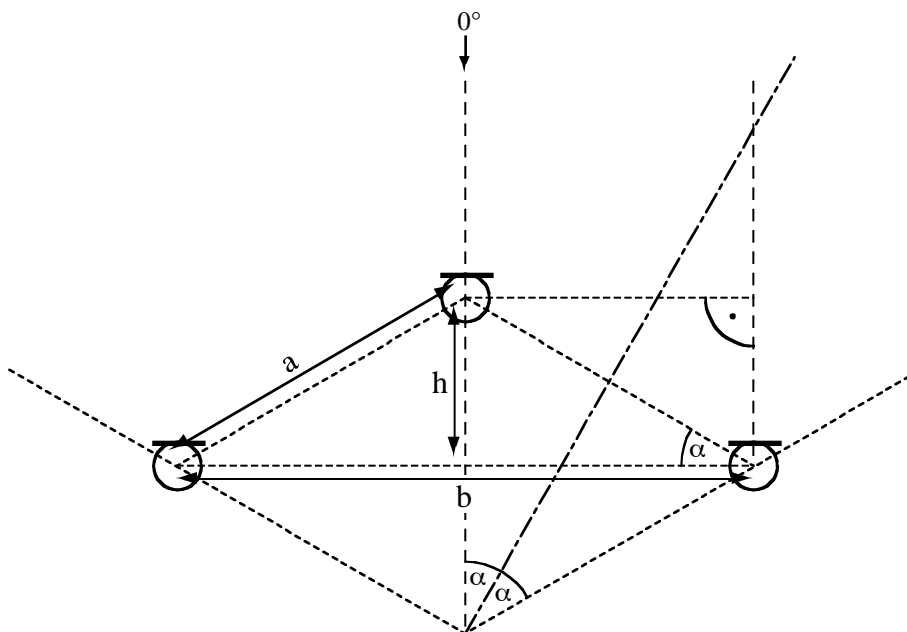


Abb. 9

Es sollen nun die mathematischen Zusammenhänge von Aufnahmewinkel, Höhe  $h$  und Basis  $b$  der Anordnung hergeleitet werden. Die Höhe  $h$  wird festgelegt auf 37cm. Dies entspricht einer Laufzeit des Schalls von 1,1ms und somit gelangen Signale aus der Mitte so spät zu den seitlichen Mikrofonen, dass das Signal auch auf dem Center geortet wird.

$$h = 37 \text{ cm} \hat{=} \Delta t = 1,1 \text{ ms}$$

$$4\alpha \hat{=} \text{Aufnahmewinkel}_{\text{Gesamt}}$$

$$\sin \alpha = \frac{h}{a}$$

$$a = \frac{h}{\sin \alpha}$$

$$\cos \alpha = \frac{b/2}{a} = \frac{b \cdot \sin \alpha}{2 \cdot h}$$

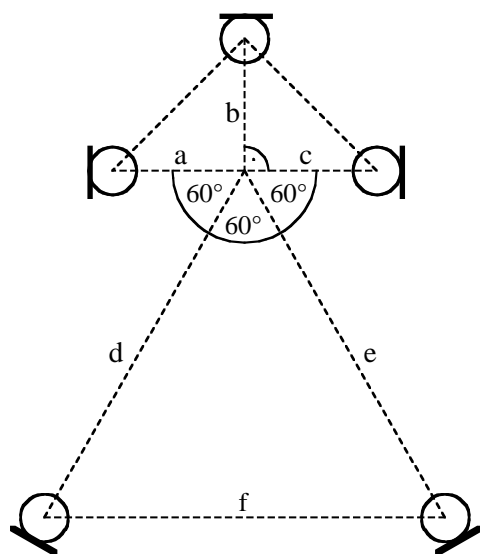
$$b = 2 \cdot h \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

### INA-3

Das System INA-3 (Ideale Nierenanordnung) ähnelt der ABC-Anordnung, es werden jedoch Nierenmikrofone eingesetzt. Die Werte für Aufnahmewinkel und Abstand der Mikrofone sind voraus berechnet, unter der Bedingung, dass sich die beiden Aufnahmebereiche zwischen L-C und C-R nicht überschneiden. Da Nierenmikrofone eingesetzt werden ist auch noch der Versatzwinkel der beiden äußeren Mikrofone von Bedeutung. Er ist immer halb so groß wie der gesamte Aufnahmewinkel. Da bei dieser Anordnung auch Pegelunterschiede aufgezeichnet werden verbessert sich im Vergleich zur ABC-Anordnung in geringem Maße die Kanaltrennung. Die Linearität im Bass geht jedoch, da Gradientenempfänger eingesetzt werden, verloren.

Aufnahmewinkel	a in cm	b in cm	h in cm
100°	69	126	29
120°	53	92	27
140°	41	68	24
160°	32	49	21

### INA-5



$$a = b = c = 17,5 \text{ cm}$$

$$d = e = 59,5 \text{ cm}$$

$$f = 53 \text{ cm}$$

$$\text{Aufnahmewinkel: } 180^\circ$$

Abb. 10

Diese um zwei Surroundmikrofone zur „360° Anordnung“ erweiterte Ideale Nierenanordnung wird wie in Abbildung 10 erkennbar aufgebaut.

### OCT-3

Das OCT-3 (Optimized Cardioid Triangle) besteht aus einem Nierenmikrofon, welches nach vorne ausgerichtet ist und um 8cm vor zwei Supernierenmikrofonen liegt, die mit jeweils einem auf 100Hz bandbegrenzten Druckempfänger ergänzt werden, um eine Linearität im Bass zu erreichen. Der Aufnahmewinkel kann über den Abstand der seitlichen Mikrofone zueinander eingestellt werden. Die Kanaltrennung von diesem System ist sehr gut. Beispielsweise werden Signale aus der Mitte auf den auf den Supernieren um 9dB gedämpft aufgenommen. Zwischen Links und Rechts ist die Kanaltrennung noch höher. Außerdem wird Schall von links auf dem rechten Mikrofon um 180° in der Phase verschoben aufgenommen und stört somit nicht die Ortung. Um überzeugende Ergebnisse zu erreichen sollte man sehr hochwertige Mikrofone verwenden die über den ganzen Frequenzbereich eine möglichst identische Richtcharakteristik aufweisen.

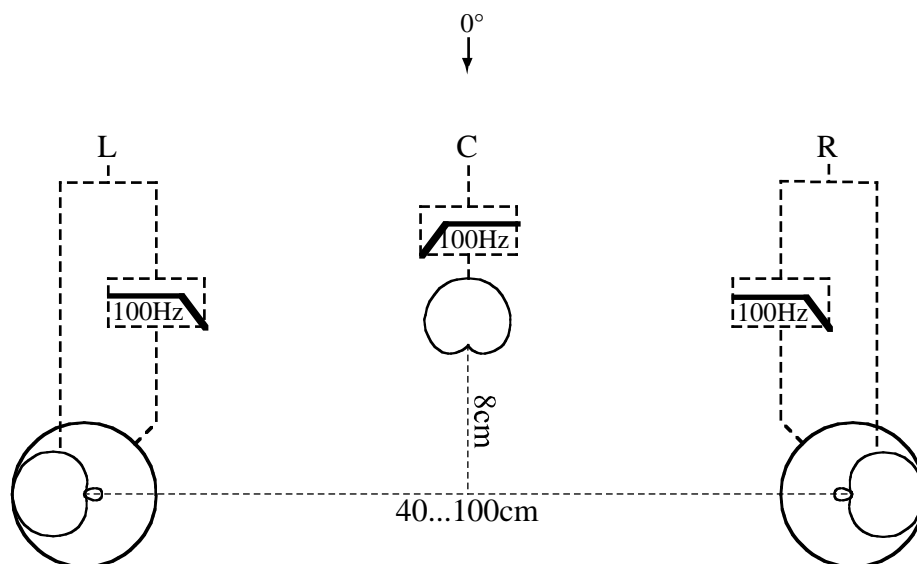


Abb. 11

### OCT-5

Ähnlich wie bei der INA-5 werden auch zwei Nierenmikrofone für den Surround hinzugefügt. Diese werden um 180° aus der Mitte gedreht und um 40cm nach hinten verschoben. Der Abstand der beiden Nieren zueinander ist immer 20cm größer als der Abstand der zwei Supernieren.

### Hamasaki Square

Diese Anordnung aus vier Achtermikrofonen, welche in einem Quadrat mit 2m Kantenlänge angeordnet sind und die mit ihrer 0°-Einsprechrichtung nach außen zeigen, nimmt fast keinen Direktschall auf und ist deshalb nicht als Hauptmikrofon sinnvoll.

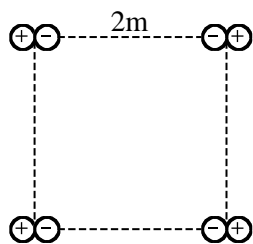


Abb. 12