

8 Stereomikrofonie

Mit einem Stereo- oder Hauptmikrofonverfahren kann man die Räumlichkeit auf eine Aufnahme bekommen. Ein Monosignal besitzt dagegen grundsätzlich keine Räumlichkeit.

- Richtungswahrnehmung (Lokalisationsschärfe)
- Entfernungswahrnehmung (Tiefenstaffelung)
→ Räumlichkeit

Die Stereomikrofonie macht also immer bei ausgedehnten Schallquellen Sinn. Ausgedehnte Schallquellen haben eine räumliche Ausdehnung in die Tiefe und Breite, also z.B. ein Orchester oder Drumset. Aber auch eine akustische Gitarre ist schon eine ausgedehnte Schallquelle.

8.1 Bestandteile eines Schallereignisses

Die Bestandteile eines Schallereignisses sind der Direktschall, die Early Reflections und der Nachhall. Unter Direktschall versteht man die Schallwellen die ohne Reflektion zum Ohr des Hörers gelangen. Wird der Schall nur einmal reflektiert handelt es sich um Early Reflections. Nachhall hingegen wurde schon mehrfach reflektiert.

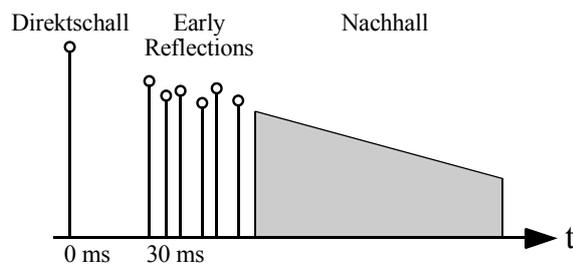


Abb. 1

Die folgende Tabelle zeigt die Bestandteile eines Schallereignisses und ob und in welchem Maße sie zur Lokalisation, der Entfernungsbestimmung und dem Raumempfinden beitragen.

	Direktschall	Early Reflections	Nachhall	Lautstärke	Klangfarbe
Lokalisation	●●●	○○○	○○○	○○○	○○○
Entfernung	○○○	●●●	●●○	●○○	●○○
Raumempfinden	○○○	●●○	●●○	○○○	●○○

8.2 Hallradius

Auf dem Hallradius (engl. critical distance) ist die Energie des Direktschalls gleich der Energie des Diffusschalls.

Berechnen lässt sich der Hallradius wie folgt.

$$r_H = 0,057 \sqrt{\frac{V[m^3]}{T_{RT60}[s]}}$$

V = Raumvolumen

T_{RT60} = Nachhallzeit

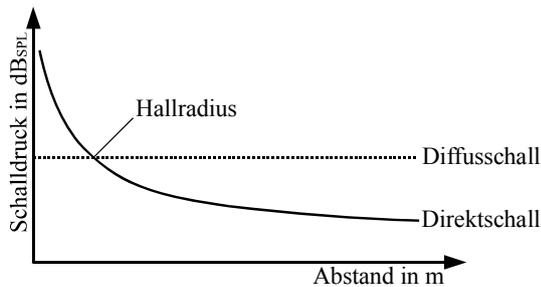


Abb. 2

Eine einfache Methode um in der Praxis den Hallradius zu bestimmen ist folgende. Man stellt sich mit geschlossenen Augen in Richtung Schallquelle in den Raum. Nun hält man zuerst die Hände hinter die Ohrmuschel, um diese zu vergrößern. Dadurch wird deutlich mehr Diffusschall ausgeblendet, bzw. man hört hauptsächlich den Direktschall. Danach hält man die Hände vor die Ohrmuschel. Jetzt bewegt man sich solange Richtung Schallquelle (oder davon weg) bis die Lautstärke bei hinter die Ohrmuschel gehaltenen Händen genauso groß ist wie bei vor die Ohrmuschel gehaltenen Händen. Ist dies der Fall befindet man sich ungefähr auf dem Hallradius.

8.3 Phantomschallquellen

Geben zwei Lautsprecher, welche wie in Abbildung 3 dargestellt angeordnet sind, das gleiche Signal wieder, wird eine Phantomschallquelle genau in der Mitte geortet. Bei einem Pegelunterschied von 15dB oder einem Laufzeitunterschied von 1,2ms wird das Signal ganz seitlich geortet. Die Strecke zwischen den zwei Lautsprechern wird Stereobasis genannt.

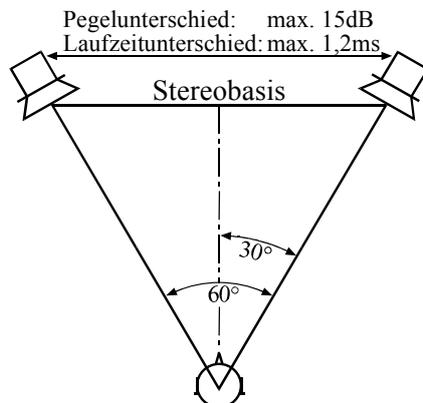


Abb. 3

8.4 Eigenschaften von Stereomikrofoniearten

- Lokalisationsschärfe (Pegelunterschiede)
- Tiefenstaffelung (Laufzeitunterschiede)
- Räumlichkeit (Dekorrelation)
- rückwärtige Dämpfung (Richtcharakteristik)
- Linearität im Bass (Empfängerprinzip)
- Monokompatibilität (Korrelation)

8.5 Im-Kopf-Lokalisation

Besitzt eine Aufnahme keine Räumlichkeit lokalisiert man die Phantomschallquellen nicht außerhalb sondern im Kopf. (→ Kopfhörerwiedergabe)

8.6 Pegelstereofonie

Die Pegel- oder Intensitätsstereophonie basiert nur auf Pegelunterschieden. Somit müssen sich die beiden Membranen immer an der gleichen Position befinden, damit keine Laufzeitunterschiede entstehen.

8.6.1 XY-Verfahren

Hier werden zwei Nieren-, Supernieren- oder Hypernierenmikrofone übereinander angeordnet, damit keine Laufzeitunterschiede entstehen. Die zwei Mikrofone werden dann beide symmetrisch um einen bestimmten Versatzwinkel aus der Vorwärtsrichtung der Anordnung herausgedreht. Der Aufnahmewinkel ändert sich gegensinnlich zum Öffnungswinkel: Mit kleiner werdendem Öffnungswinkel wird der Aufnahmebereich größer. Somit ergibt sich eine schlechte Höhenwiedergabe bei sehr kleinen Aufnahmewinkeln (und damit sehr großen Öffnungswinkeln), da die Richtwirkung bei höheren Frequenzen zunimmt.

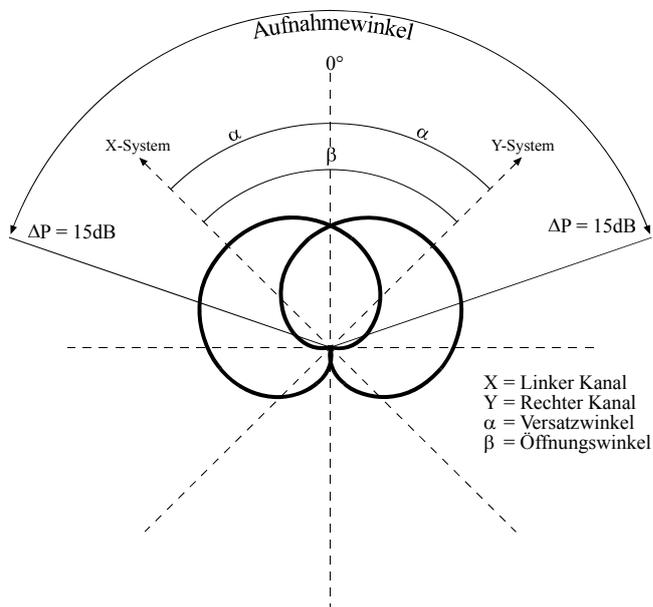


Abb. 4

Unter Summenleistung versteht man die Pegelverteilung über die Lautsprecherbasis. Um eine ausgeglichene Summenleistung zu erreichen, müssen sich die Richtcharakteristiken jeweils im -3dB Punkt schneiden. Damit ergibt sich für die 0° Richtung ein Gesamtpegel von 0dB. Die folgende Tabelle zeigt die je nach Richtcharakteristik optimalen Versatz- und Öffnungswinkel die eine ausgeglichene Summenleistung erzeugen.

Richtcharakteristik	Niere	Superniere	Hyperniere
Versatzwinkel	65°	57,5°	52,5°
Öffnungswinkel	130°	115°	105°
Aufnahmewinkel	136°	104°	

8.6.2 Blumleinverfahren

Es werden zwei Mikrofone mit Achterrichtcharakteristik und einem Versatzwinkel von 45° übereinander angeordnet. Die beiden Achterrichtcharakteristika schneiden sich in den -3dB Punkten und es ergibt sich eine sehr saubere Summenleistung. Im Überbasisbereich entstehen

kleine Phasenverschiebungen, die zu einer Ortung außerhalb der Stereobasis führen. Deshalb hat das Blumlein-Verfahren die breiteste Abbildung. Außerdem entstehen im Verpolungsbereich zusätzliche Phasenverschiebungen des Diffusschalls, welche für zusätzliche Räumlichkeit sorgen. Im Verpolungsbereich ist keine Ortung möglich.

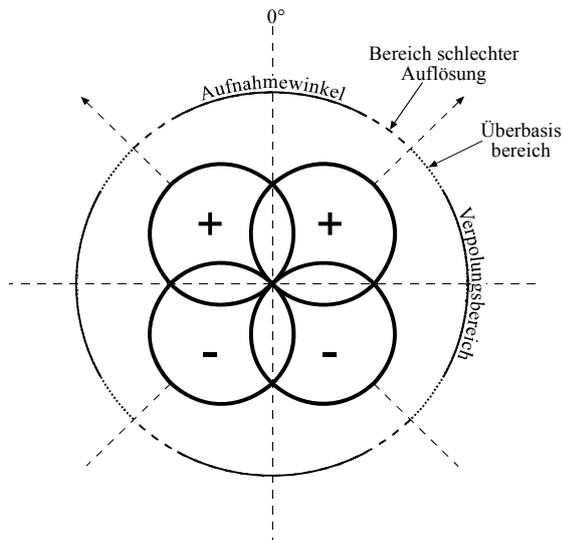


Abb. 5

Zu beachten ist, dass Schall, der von hinten auf die Anordnung auftrifft, seitenvertauscht wiedergegeben wird.

8.6.3 MS-Verfahren

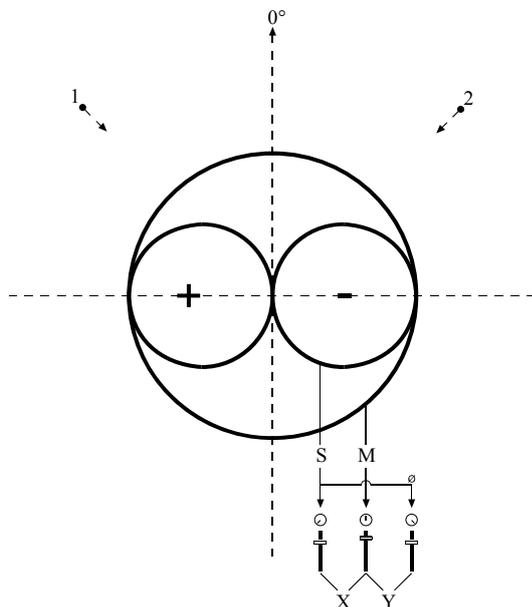


Abb. 6

Ein Kugel-, Nieren-, Hypernieren- oder Supernierenmikrofon wird auf die Schallquelle ausgerichtet. Das zweite Mikrofon besitzt immer eine Achterrichtcharakteristik und wird mit der 0°-Einsprechrichtung um 90° nach links aus der Vorwärtsrichtung der Stereoanordnung gedreht. Die Mikrofone liefern somit nicht direkt das XY-Signal, sondern ein Mitten- und ein Seitensignal.

Um ein XY-Signal zu bekommen, muss das Signal erst umgewandelt werden. Dies geschieht nach folgenden Rechenvorschriften.

$$X = M + S$$

$$Y = M - S$$

Falls keine spezielle MS-Matrix zur Verfügung steht, kann man diese Decodierung auch mit einem Mischpult realisieren. Dazu legt man das M-Signal auf einen Kanal und stellt den Panoramasteller auf Mittelstellung. Das S-Signal wird auf zwei Kanäle gegeben und bei einem Kanal wird die Phase gedreht. Das phasenrichtige Signal wird nach links und das phasengedrehte Signal nach rechts gepannt.

Die beiden S-Signale müssen dabei genau den gleichen Pegel haben. Um dies zu erreichen schaltet man einfach das M-Signal auf stumm und pannt die beiden S-Signale temporär in die Mitte. Nun stellt man die beiden Fader so ein, dass nichts mehr zu hören ist.

Durch das Verhältnis von Mitte-Signal zu Seiten-Signalen kann man nun den Aufnahme-winkel einstellen. Umso lauter das Mittensignal, desto kleiner ist der Öffnungswinkel der gleichwertigen XY-Anordnung und desto größer somit der Aufnahmewinkel. Somit lassen sich mit einer MS-Anordnung sehr kleine Aufnahmewinkel realisieren ohne dabei eine Dämpfung der Höhen hinnehmen zu müssen, wie dies bei dem XY-Verfahren der Fall ist.

8.7 Laufzeitstereofonie

Lediglich Laufzeitunterschiede sind für die Stereowirkung verantwortlich, weshalb die beiden Mikrofone immer absolut parallel aufgestellt werden müssen, damit praktisch keine Pegeldifferenzen entstehen.

8.7.1 AB-Verfahren

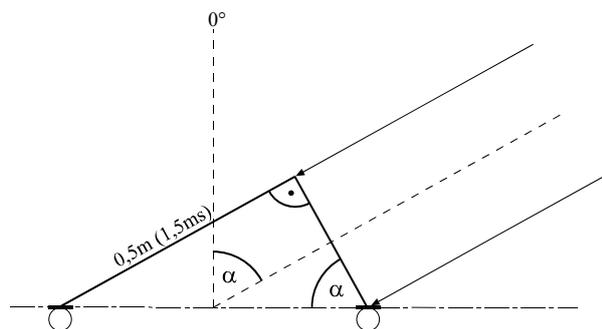


Abb. 7

B A Mikrofonbasis

α A halber Aufnahmewinkel

Der Aufnahmewinkel 2α lässt sich durch das Verändern der Mikrofonbasis einstellen. Je größer die Mikrofonbasis, desto kleiner der Aufnahmewinkel. Berechnen lässt sich dies wie folgt, wenn für eine Auslenkung von 100% eine Laufzeitdifferenz von 1,5ms angenommen wird.

$$\sin \alpha = \frac{0,0015 \cdot 343,8}{B} \approx \frac{0,5}{B}$$

$$B = \frac{1}{2 \sin \alpha}$$

Die Laufzeitstereofonie zeichnet sich durch eine gute Tiefenstaffelung und Räumlichkeit aus. Problematisch dagegen ist die Monokompatibilität, da beide Mikrofone quasi das gleiche, nur eben mit Laufzeitunterschieden aufnehmen, entstehen nämlich beim zusammenmischen Kammfiltereffekte. Will man jedoch noch vor dem Mixdown ein Monosignal, kann man einfach nur ein Mikrofon benutzen. Des Weiteren ist die Lokalisationsschärfe bei der Laufzeitstereofonie nicht so gut wie bei der Pegelstereofonie.

Will man beim Mixdown das ganze Klangbild nach links oder rechts verschieben, kann man noch zusätzlich Pegeldifferenzen hinzufügen und erhält somit eine Äquivalenzstereofonie.

8.7.2 Faulkner-AB

Bei der Faulkner-AB werden zwei Mikrofone mit Achterrichtcharakteristik mit einer Mikrofonbasis von 20cm aufgestellt. Sie wird sehr selten verwendet und zwar meist nur als Mittel der ‘‘Schadensbegrenzung‘‘. In akustisch schlechten Räumen kann man unter Umständen, durch die gute seitliche Dämpfung der Achten, recht viele ungünstige Reflexionen, welche zu Kammfiltereffekten führen, ausblenden.

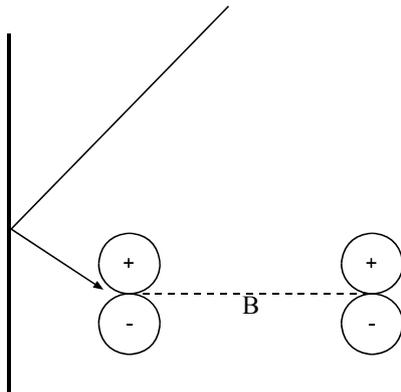


Abb. 8

8.7.3 Fehllokalisierung

Stehende Töne lokalisiert das Gehirn nicht mehr mittels Laufzeit- sondern aufgrund von Phasenverschiebungen. Liegt nun die Wellenlänge oder deren Vielfache – oder die halbe Wellenlänge und deren ungerade Vielfache - im Bereich der Laufzeitunterschiede, kann das Gehirn keine Phasenverschiebungen mehr feststellen. Es kommt somit zu einer Fehlortung. Dies erklärt die schlechte Lokalisationsschärfe bei der Laufzeitstereofonie.

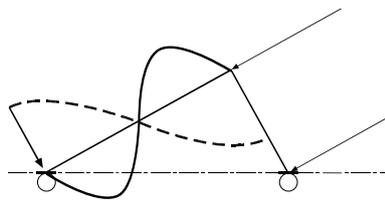


Abb. 9

8.7.4 Decca-Tree

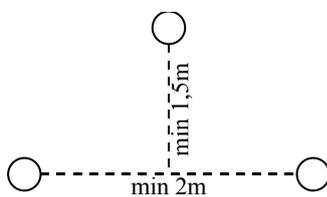


Abb. 10

Bei diesem von der Produktionsfirma Decca in den 50er Jahren entwickelten Verfahren werden 3 Druckempfänger in einem Dreieck angeordnet. Das linke Mikrofon wird dann links, das rechte Mikrofon rechts und das vordere Mikrofon mittig im Panorama eingefügt. Bei diesem Verfahren entstehen keine Phantomschallquellen sondern ‘‘Klangwolken‘‘.

8.8 Äquivalenzstereofonie

Als Äquivalenzstereofonie werden jene Verfahren bezeichnet, welche sowohl Pegel- als auch Laufzeitunterschiede erzeugen. Meist werden Mikrofone mit einer Nierenrichtcharakteristik verwendet, aber auch Super- oder Hypernieren. Somit hat man bei der Äquivalenzstereofonie niemals eine Linearität im Bass. Außerdem muss man immer eine Dämpfung der Höhen in der 0°-Einsprechrichtung hinnehmen. Wichtig ist, dass Pegel- und Laufzeitunterschiede gleichsinnig wirken. Da bei der Äquivalenzstereofonie genauso wie bei dem AB-Verfahren von beiden Mikrofonen ein ähnliches Signal mit Laufzeitunterschieden aufgenommen wird, ist dieses Verfahren auch nur bedingt Monokompatibel. Die folgende Tabelle zeigt verschiedene Aufnahmeverfahren und deren Aufnahmewinkel.

ORTF	Stereo-180°-Anordnung	NOS
2x Niere	2x Hypernieren	2x Niere
$\alpha = 55^\circ$	$\alpha = 67,5^\circ$	$\alpha = 45^\circ$
B = 17cm	B = 4,6cm	B = 30cm
Aufnahmewinkel: 100°	Aufnahmewinkel: 180°	Aufnahmewinkel: 82°

8.8.1 Williamskurven

Die Williamskurven zeigen den Aufnahmewinkel in Abhängigkeit von dem Öffnungswinkel und dem Abstand zwischen den Mikrofonen. Diese Darstellung macht keine Angaben über die Summenleistung. Die folgende Abbildung bezieht sich auf zwei Nierenmikrofone.

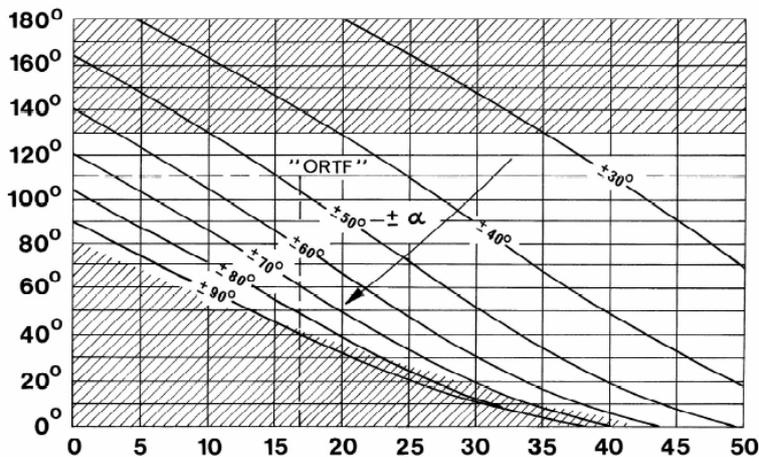


Abb. 11

8.8.2 Trennkörpermikrofonie

Die Trennkörpermikrofonie ist auch eine Art Äquivalenzstereofonie, wobei jedoch die Pegel- und Laufzeitunterschiede frequenzabhängig sind. Zwei Druckempfänger werden durch einen Trennkörper voneinander getrennt. Die Abschattung, die bei hohen Frequenzen hinter dem Trennkörper entsteht, bewirkt dabei die Pegeldifferenzen. Bei tiefen Frequenzen wirkt der Trennkörper jedoch nicht mehr als Hindernis und es werden von den Mikrofonen lediglich Laufzeitunterschiede aufgenommen. Ist die halbe Wellenlänge so groß wie der Durchmesser des Trennkörpers, wird genauso viel reflektiert wie herumgebeugt und somit tragen Pegel- und Laufzeitunterschiede in gleichem Maße zur Stereowirkung bei. Die Monokompatibilität ist gut, da bei hohen Frequenzen – wo bekanntermaßen Kammfiltereffekte als viel störender

empfundener werden - nur Pegeldifferenzen aufgezeichnet werden. Der Aufnahmewinkel bei solchen Systemen lässt sich nicht verändern und in der Nachbearbeitung beim Mixdown hat man kaum Möglichkeiten. Deshalb macht die Trennkörpermikrofonie meist nur als Hauptmikrofon in akustisch sehr guten Räumen Sinn.

8.8.3 Kugelflächenmikrofon

In einer Kugel aus schallhartem Material mit 20cm Durchmesser sind zwei Druckempfänger eingebaut. Der Aufnahmewinkel beträgt 100° .

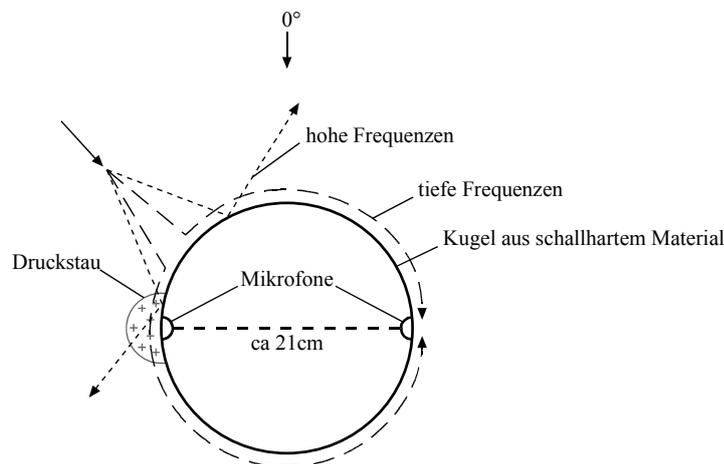


Abb. 11

8.8.4 OSS / Jecklin-Scheibe

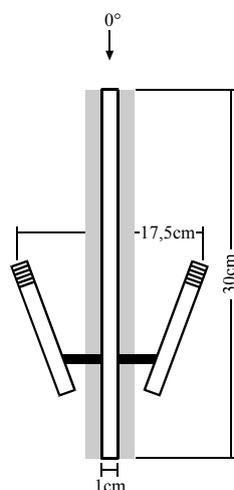


Abb. 12

Zwei Druckempfänger werden durch eine schallabsorbierende Scheibe mit 30cm Durchmesser getrennt. Sie werden in der Mitte mit einem Abstand von 17,5cm an der Scheibe befestigt. Die Absorber vermindern Kammfiltereffekte, die durch Reflexionen hoher Frequenzen an der Scheibe entstehen und somit zu Klangverfärbungen führen. Der Aufnahmewinkel beträgt wie beim Kugelflächenmikrofon 100° .

8.8.5 Clara-System

Als Trennkörper kommt hier ein parabelförmiger Acrylkörper zum Einsatz. Seine Dimensionen entsprechen etwa den Kopfabmessungen. Die Mikrofone die zum Einsatz kommen sind bevorzugt freifeldentzerrte Druckempfänger.

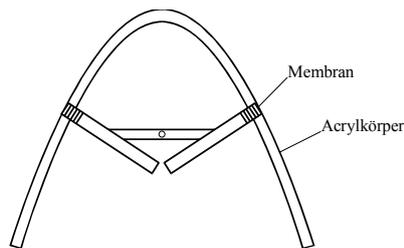


Abb. 13

8.8.6 Crown-SASS

Dieses Stereomikrofon von der Firma Crown ist aus einem speziellen Kunststoff gefertigt. Die massive Rückwand bewirkt eine gewisse rückwärtige Dämpfung obwohl zwei Druckempfänger eingesetzt werden. Des Weiteren ist dieses Mikrofon deutlich leichter als z.B. ein Kugelflächenmikrofon und kann somit auch gut an einer Angel bei O-Tonaufnahmen verwendet werden.

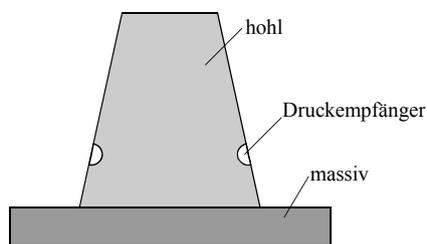


Abb. 14

8.8.7 Kunstkopf

In eine Nachbildung des menschlichen Kopfes werden zwei Druckempfänger eingebaut. Hört man eine Aufnahme von einem Kunstkopfmikrofon mit einem Kopfhörer ab, wird man quasi in den Aufnahmebereich versetzt. Sogar vorne / hinten und oben / unten lässt sich in gewissem Maße unterscheiden. Man spricht deshalb auch von kopfbezogener Stereophonie.



Abb. 15

8.9 Stützmikrofone

Falls bestimmte Instrumente oder Instrumentengruppen im Hauptmikrofon unterrepräsentiert sind, können zusätzliche Stützmikrofone aufgestellt werden. Jedes Monostützmikrofon verschlechtert dabei natürlich die Räumlichkeit. Deswegen sollten immer so wenig Stützen wie möglich benutzt werden. Die Stützmikrofone müssen je nach Abstand zum Hauptmikrofon verzögert und richtig in den Mix eingepannt werden. Da der Chor meistens hinter dem Orchester steht und somit am ehesten auf dem Hauptmikrofon unterrepräsentiert ist, wird dieser als erstes gestützt. Als nächstes stützt man meist Holzbläser und die Streicher (Kontrabass, Celli, Bratsche Violinen). Zuletzt unter Umständen noch die Blechbläser und die Solisten.

8.9.1 3:1-Regel

Der Abstand zwischen zwei Stützmikrofonen sollte mindesten 3-mal so groß sein wie der Abstand der Mikrofone zur Schallquelle

8.10 Tipps zur Planung einer Liveaufnahme

Man sollte unbedingt vor dem Aufnahmetermin eine Raumbesichtigung machen, um schon im vornherein festzustellen ob die Räumlichkeiten überhaupt für eine Aufnahme geeignet sind oder ob der Raum klanglich ungenügend ist (z.B. Sporthalle). Dabei ist es auch wichtig zu klären wo man die Technik aufbauen kann und wo man den benötigten Strom herbekommt. An dem verwendeten Stromkreis sollten keine weiteren Geräte hängen, insbesondere Kühlschränke oder Orgeln können den Stromkreis sehr stark belasten. Bei einer Aufnahme von E-Musik sollte im vornherein mit dem Dirigenten die Besetzung und Aufstellung besprochen werden, ebenso die Klangvorstellungen des Dirigenten. (Welche Instrumentengruppen sind unterrepräsentiert und sollten gestützt werden?)