

Stereomikrofonie



ein
Referat
von
Boris Kellenbenz
im Zuge des
Tonseminars
WS 2003/2004

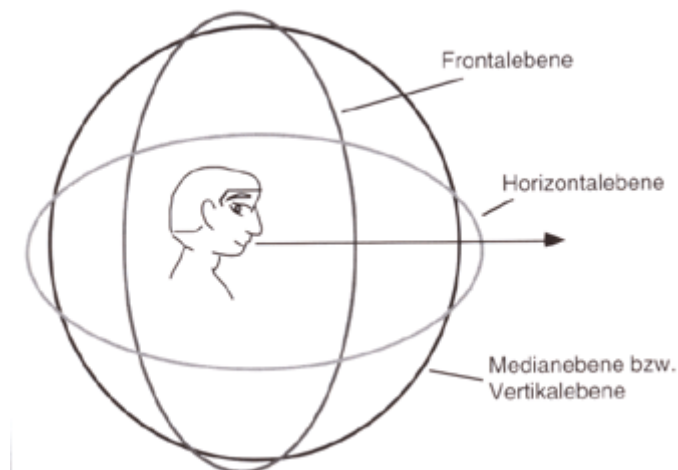
Stereomikrofonie

Räumliches Hören:

Fähigkeit des Gehörs die Einfallsrichtung des Schalls zu bestimmen.

Das Ziel der Stereomikrofonie ist eine naturgetreue Aufzeichnung der Schallquelle mit der Rauminformation.

Das menschliche Gehör wird simuliert. Bei der Aufzeichnung mit den folgenden Aufnahmeverfahren spielt die Raumakustik also immer eine große Rolle.



Eine nähere Beschreibung der Ortung:

Ortung ist die Kombination der Richtungsbestimmung und der Entfernung.

Die Entfernungswahrnehmung ergibt sich aus Veränderungen in :

- Klangfarbe
- Intensität
- Reflexionen

Beispiel: ein Signal aus der Ferne klingt in der Natur:

- dumpfer
- leiser
- halliger

als ein Signal aus der Nähe.

Dies sind Parameter die auch bei der Aufnahme oder bei der Nachbearbeitung künstlich mit Filtern und Effektgeräten beeinflusst werden können.

Bei der Richtungswahrnehmung unterscheidet man folgende Parameter:

- Laufzeit
- Lautstärke/Intensität
- Klangfarbe

Diese Eigenschaften bezeichnet man als interaurale Signaldifferenzen.
Differenzen deshalb, weil man die Unterschiede zwischen den Ohren betrachtet.

Laufzeitdifferenzen:

Kommt ein Signal zum Beispiel früher am linken Ohr als am rechten Ohr an, so wird die Schallquelle auf der linken Seite geortet.

Pro 0.1ms Verzögerung des Schalls zwischen den Ohren bewegt sich die Richtungswahrnehmung um 3° - 5° auf der horizontalen Achse.

In der Natur reicht eine Verzögerung von 0.6 ms zwischen den Ohren aus, um eine Schallquelle von ganz links bzw. rechts zu orten.

Intensitätsdifferenzen:

Kommt ein Signal am linken Ohr lauter als am rechten Ohr an, so wird die Schallquelle auf der linken Seite geortet.

Pro 1dB Pegelunterschied des Schalls zwischen den Ohren bewegt sich die Richtungswahrnehmung um 2° auf der horizontalen Achse.

Einschub:

2 Sonderfälle: ob ein Signal von vorne oder von hinten kommt erkennt das Ohr an der Klangfarbe.

Ob ein Signal von unten oder von oben kommt kann der Mensch durch Schräglegen des Kopfes bestimmen.

Aufnahmeverfahren:

Die Eigenschaften des menschlichen Gehörs macht man sich für die Stereoaufnahmen zunutze.

Man unterscheidet vier Aufnahmeverfahren:

- Laufzeitstereofonie
- Intensitätsstereofonie
- Gemischte Techniken
- Trennkörperstereofonie

Bei den Mikrofonverfahren handelt es sich um Hauptmikrofonverfahren. Das gesamte Klanggeschehen wird mit einem Mikrofonpaar aufgenommen.

Durch die Stereowiedergabe mit 2 Lautsprechern können diese Aufnahmen als raumbezogene Stereofonie wiedergegeben werden. Schallquellen die in der natürlichen Umgebung auf der horizontalen Achse wahrgenommen werden, befinden sich bei der Wiedergabe im Abhörraum als Phantomschallquellen auf der Stereobasis der Lautsprecheranordnung.

Begriffe, die bei der Beschreibung der Verfahren verwendet werden:

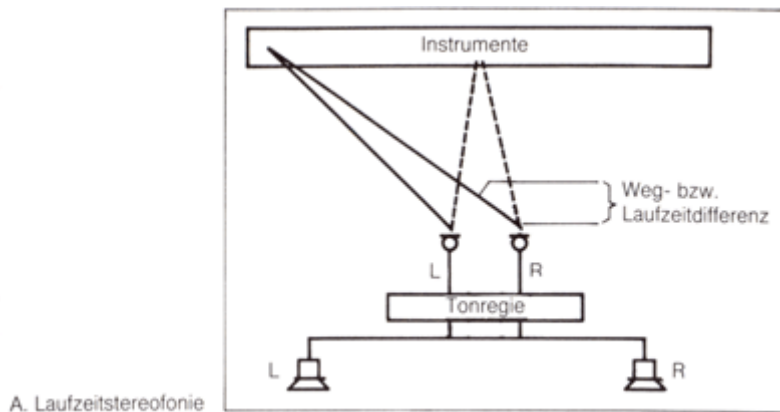
- Versatzwinkel: Winkel, um den das Mikrofon aus der Mitte gedreht werden muß.
- Öffnungswinkel: Winkel, den die Mikrofone gemeinsam einschließen.
(In der Literatur findet man verschiedene Bezeichnungen)
- Aufnahmewinkel/bereich: Winkel den das Mikrofonverfahren auf der Stereobasis der Lautsprecher abbildet. Sollte der Ausdehnung des Klangkörpers entsprechen. Ist der Winkel größer, wird die Stereobasis nicht voll ausgenutzt. Das Klangbild wird schmal.
Ist der Winkel kleiner, werden die seitlichen Schallquellen zusammengedrückt

Laufzeitstereofonie:

Laufzeitstereofonie kommt durch Laufzeitunterschiede zwischen den Signalen zweier Einzelmikrofone zustande. Mikrofonverfahren sind:

- AB Technik
- 3 Punkt Technik
- Delay Technik

AB



Aufnahmeverfahren: Laufzeitstereofonie

Ortungskriterium: Laufzeitunterschiede. Ab einer Differenz von 1.5ms wird die Schallquelle zu 100% links oder rechts auf der Abbildungsbreite der Lautsprecherbasis dargestellt.

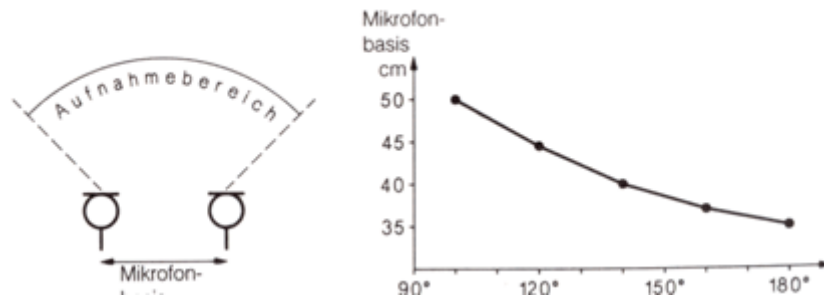
Mikrofonverfahren: AB

Kapselabstand/Mikrofonbasis: für die äußersten Schallquellen muss eine Zeitdifferenz von 1.5ms bzw. eine Wegdifferenz von 50cm erreicht werden. Eine Mikrofonbasis größer als 1m ist kein AB Verfahren, da die für Phantomschallquellen notwendigen Zeitdifferenzen weit überschritten werden. Echos werden hörbar.

Wird der Abstand deutlich größer, vermindert sich auch die Abbildung der Mitte der Schallquelle.

Ein Orientierungspunkt kann die tiefste zu übertragende Frequenz sein. In dem Fall sollte die Mikrofonbasis $\frac{1}{4}$ der Wellenlänge sein. Bässe unter 150 Hz können nicht lokalisiert werden. 150 Hz entsprechen einer Wellenlänge von 2.2m. Das ergibt eine Mikrofonbasis von 55cm. Der minimale Abstand der Mikrofonen ist 17cm, entsprechend dem Abstand der Ohren. 17cm ergeben eine Verzögerung von 0.5ms. Das reicht für eine 100% seitliche Wiedergabe nicht aus.

Anhand der Grafik kann man erkennen, dass Mikrofonbasis und Aufnahmebereich entgegengesetzt verlaufen: je größer die Mikrofonbasis, desto kleiner der Aufnahmebereich.



Oft wird die optimale Mikrofonbasis durch Probieren und Erfahrung bestimmt.

Richtcharakteristik: Kugel, Niere, Breite Niere, Grenzfläche

Je größer die Richtwirkung der Mikrofone, desto mehr wird der Aufnahmebereich ausgeblendet. Meistens wird ein Druckempfänger ohne Richtwirkung verwendet, da diese auch tiefste Frequenzen (auch aus größerer Entfernung) aufnehmen.

Kugeln vermindern die Pegeldifferenzen zwischen den Mikrofonen wenn man eine reine Laufzeitstereofonie anstrebt.

Kugeln erhöhen den Diffusschallanteil der Aufnahme.

Versatzwinkel: 0°

Abstand zur Schallquelle:

Je größer der Abstand, desto wichtiger die gute Raumakustik, desto schmaler wird die Klangquelle abgebildet und umso geringer wird die Tiefenstaffelung abgebildet. Die Homogenität verbessert sich.

Richtwerte:

Ein Vielfaches der Mikrofonbasis.

Direktschall muss noch hörbar vorhanden sein (auf Hallradius achten).

In der Literatur findet man auch Angaben, wonach der Abstand der Mikrofone zur Schallquelle der Ausdehnung der Schallquelle entsprechen soll. Dann befinden sich die Mikrofone meistens im Diffusfeldbereich, in dem die Raumakustik eine entscheidende Rolle spielt.

Raumanteil: variabel durch die Richtwirkung der Mikrofone und den Abstand zur Schallquelle.

Richtungsabbildung: Schlechte Ortung. Große Abbildungsbreite möglich.

Tiefenabbildung: gut

Monokompatibel: nein.

Durch die Summierung der beiden Kanäle links und rechts ergeben sich durch die unterschiedlichen Phasenlagen Auslöschungen und Verstärkungen, also Kammfiltereffekte. Es empfiehlt sich für die Monobildung nur das L oder R Signal zu verwenden.

Anwendung: hauptsächlich E-Musik in akustisch guten Räumen mit Ensembles die akustisch ausbalanciert und ohne Solisten sind.

Jazz, Volksmusik.

Eigenschaften: Spreizung des Zentrums und Verdichtung in den Randzonen des Klangkörpers.

Intensitätsstereofonie:

Die Intensitätsstereofonie entsteht durch Pegelunterschiede zwischen den Kanälen links und rechts. Mikrofonverfahren:

- XY Technik
- MS Technik
- Polymikrofonie oder Einzelmikrofonie

XY



Koinzidenzverfahren: 2 gleiche Mikrofone stehen senkrecht übereinander um Laufzeitdifferenzen zu verhindern.

Aufnahmeverfahren: Intensitätsstereofonie

Ortungskriterium: Pegelunterschiede; 15 dB für 100% L/R

Mikrofonverfahren: XY; X -> links; Y -> rechts

Kapselabstand: 0cm

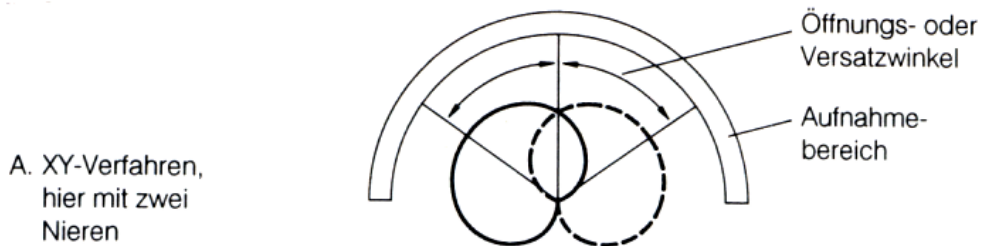
Richtcharakteristik: Niere, Hyperniere, Acht

Die Niere erreicht die 15dB Pegeldifferenz durch einen Winkel von 135°.

Die Superniere bei 115° und die Hyperniere bei 105°.

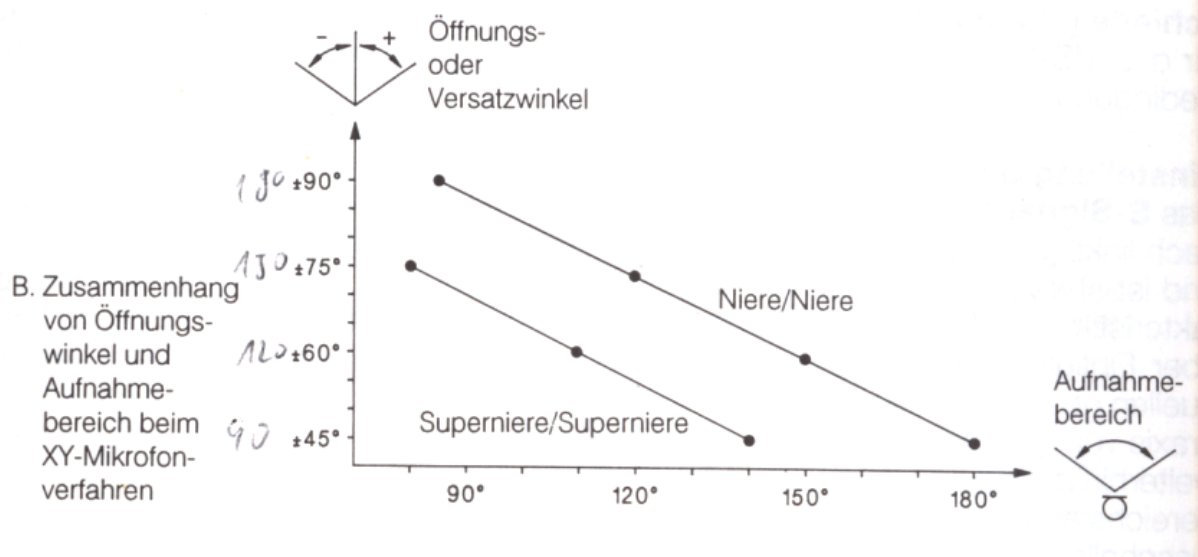
Deshalb ist die Niere für einen großen Aufnahmebereich geeignet.

Versatzwinkel: in der Regel zwischen 70° und 90° .



Öffnungswinkel: 140° - 180°

Aufnahmewinkel: Der Winkel zwischen den Achsen der geringsten Empfindlichkeit des anderen Systems. Der Aufnahmewinkel sollte der Ausdehnung des Klangkörpers entsprechen.



Die Grafik zeigt, dass bei dem XY-Verfahren Versatzwinkel und Aufnahmewinkel entgegengesetzt verlaufen. Je größer der Öffnungswinkel, desto kleiner der Aufnahmebereich.

Eine häufige Fehlerquelle: man setzt den doppelten Versatzwinkel dem Aufnahmewinkel gleich und richtet die Mikrofone auf die äußeren Ränder der Schallquelle. Dies führt zu einem schmaleren Klangbild, da der doppelte Versatzwinkel immer kleiner als der Aufnahmewinkel ist.

Ausnahme: Bei 2 Nieren entspricht der doppelte Versatzwinkel bei 135° dem Aufnahmewinkel.

Abstand zur Schallquelle: 105° zur Schallquelle

Raumanteil: wenig, allgemein: je kleiner der Öffnungswinkel, desto größer der Raumanteil

Richtungsabbildung: gut

Tiefenabbildung: schlecht

Monokompatibel: ja

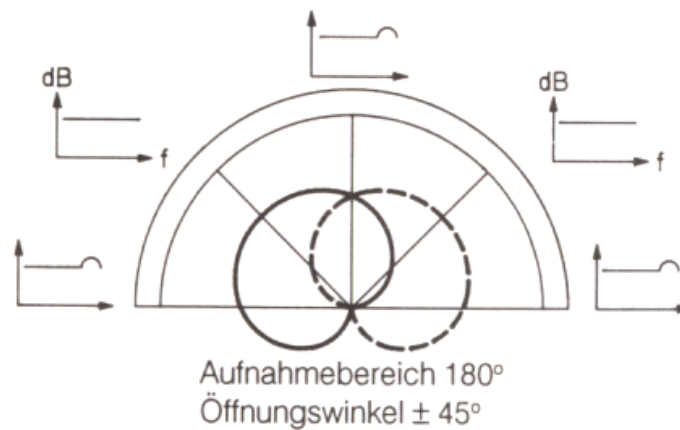
Eigenschaften:

Die Ränder der Schallquelle werden höhenbetont abgebildet, da sich die Richtcharakteristik der Mikrofone bemerkbar macht.

Für größere Schallquellen geeignet (Orchester).

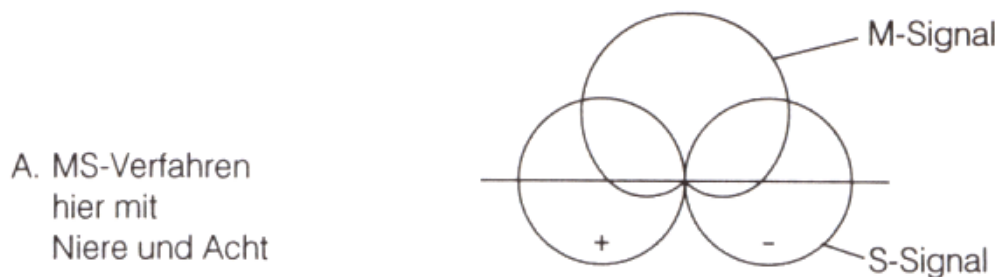
Problematisch sind Klangfärbungen besonders für die Mitte des Klangkörpers:

C. Klangfärbungen
beim
XY-Verfahren
an einem
Beispiel



M/S

Nach diesem Verfahren wurden in 50er Jahren die ersten Stereoaufnahmen von Orchestern durchgeführt.



Aufnahmeverfahren: Intensitätsstereofonie

Ortungskriterium: Pegelunterschiede

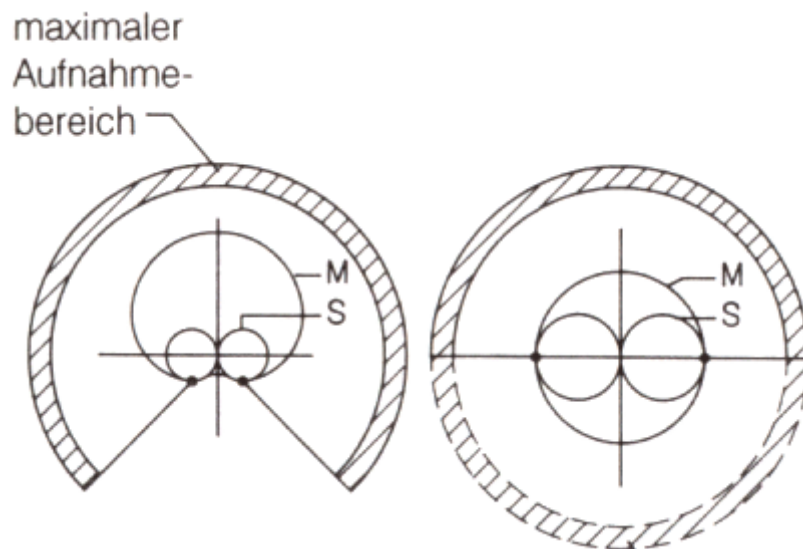
Mikrofonverfahren: M/S

Kapselabstand: 0cm

Richtcharakteristik: Kugel/Niere für das Mittensignal (M) und Acht für das Seitensignal (S)

Versatzwinkel: 90° Seite und 0° Mitte.

Aufnahmewinkel: wird bestimmt durch die Schnittpunkte der S und M Richtcharakteristika und die Richtcharakteristik des Mittensignals



Abstand zur Schallquelle: beliebig

Raumanteil: wenn $\angle Th$ variabel

Richtungsabbildung: gut

Tiefenabbildung: schlecht

Monokompatibel: ja; das Mittensignal. Mono= links+rechts.

Hier: $(M+S)+(M-S)=2M$

Eigenschaften: Stereoumsetzung

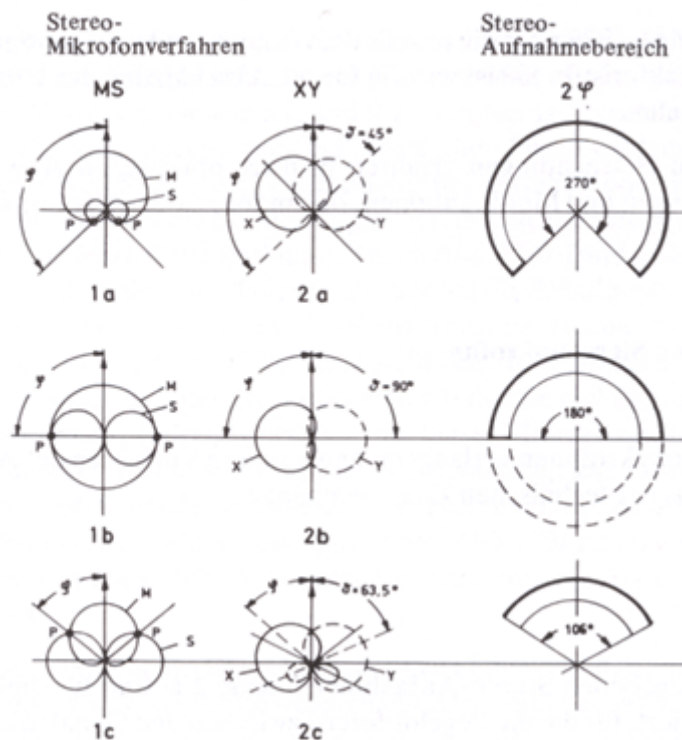
Decodierung des MS Signals: Links= $(M+S)*1/\text{Wurzel aus } 2$; Rechts= $(M-S)*1/\text{Wurzel aus } 2$

Codierung des MS Signals: Mitte= $(L+R)*1/\text{Wurzel aus } 2$; Seite= $(L-R)*1/\text{Wurzel aus } 2$

Der Aufnahmebereich ist durch die Veränderung des Seitensignalanteils auch nachträglich veränderbar.

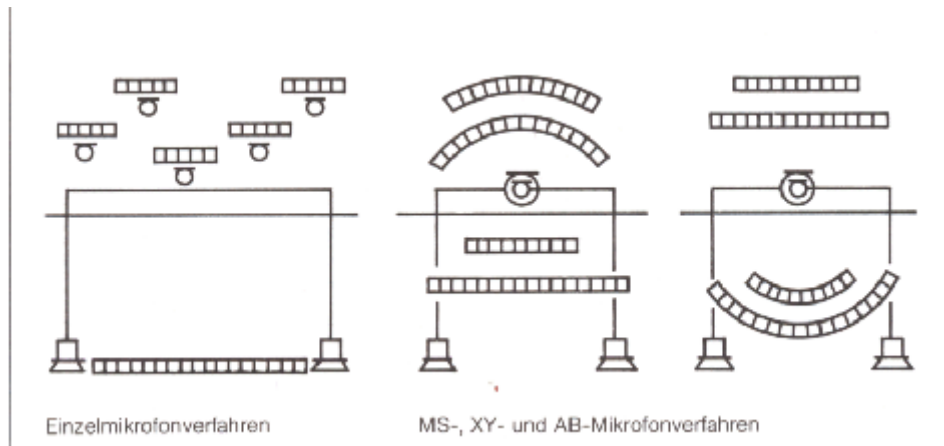
Klanglich bessere Ergebnisse als XY Technik.

Vergleich XY und MS Verfahren und der Zusammenhang zwischen Öffnungs- u. Aufnahmewinkel:



Allgemeine Eigenschaften der Stereomikrofonie:

Folgende Grafik zeigt die Abbildungseigenschaften von Stereoaufnahmeverfahren:



Befindet sich die Schallquelle, hier vielleicht ein Orchester, in einer Halbkreisförmigen Aufstellung, wird das Klangbild räumlich auf einer Ebene wiedergegeben.

Ist die Aufstellung der Schallquelle bei der Aufnahme in einer Ebene, fällt das Klangbild zu den Seiten hin ab. Die Mitte der Schallquelle rückt in den Vordergrund.

Quellen:

Mikrofonaufnahmetechnik (Michael Dickreiter)

Das Tonstudio Handbuch (Hubert Henle)

Handbuch der Tonstudioteknik (Michael Dickreiter)

www.sengpielaudio.com

www.dpa.com

