



Die MS-Aufnahmetechnik für den stereophonen Filmton

Dipl. Ing. Stephan Peus

Vortrag gehalten auf der 3rd Regional AES Convention, Melbourne 1988

Zusammenfassung

Es wird dargestellt, warum für stereophone Film- und Fernsehtonaufnahmen die Verwendung der MS-Stereophonie gegenüber der XY-Stereophonie vorteilhaft ist und welche physikalischen Zusammenhänge zu beachten sind, um eine gute Kongruenz von Szenenbreite und wiedergegebener Stereo-Basisbreite zu erhalten.

Als Beispiel dient ein MS-Richt-Stereomikrophon mit zugehöriger Matrixschaltung für XY-Signale.

Vorteile der MS-Stereomikrophonie für den Filmton

Der Ton für Kinofilme wie auch zunehmend für das Fernsehen wird in der Regel stereophon produziert. Dabei handelt es sich teilweise um Liveton-Aufnahmen und teilweise um Ton-Nachproduktionen.

Für beide Techniken wird der Stereoton entweder aus den Signalen mehrerer Monomikrophone gemischt oder mit Stereomikrophonen aufgenommen, die allerdings meist recht groß und schwer sind und nicht immer übersichtliche Einstellmöglichkeiten für die Richtcharakteristiken und Versatzwinkel der Systeme besitzen.

Meistens sollen - besonders beim Fernsehton - Sprache und Gesang vor allem im Bildbereich erscheinen, während Musik und Geräusche („Atmosphäre“) mit größerer Basisbreite wiedergegeben werden.

Besonders beim Fernsehen ist darüberhinaus die Monokompatibilität zu beachten. Um diese Forderungen zu erfüllen, eignet sich am besten ein MS-Stereomikrophon [1]:

- Ein nach vorn auf die Schallquelle gerichtetes MS-Mikrophon liefert ein Mittensignal guter Qualität. Dagegen fällt von vorn kommender Schall auf ein nach halb links und halb rechts gerichtetes XY-Mikrophon schräg ein, was bei vielen Mikrophontypen zu Klangverfälschungen führt.
- Wird aus dem linken und rechten Signal die Summe (= Monosignal) gebildet, bleibt von einem MS-Mikrophon der Signalanteil des Mittensystems übrig. Das Mittensignal ist das Monosignal.
Es wird also in seiner Qualität nur bestimmt durch die Qualität des Mittensignals.
- Hall kommt vornehmlich aus seitlichen Richtungen und aus dem hinteren Halbraum. Von einem nach vorn gerichteten Mikrophon wird weniger Hall aufgenommen als von zwei schräg zur Seite zeigenden Mikrophonen.
So ist es von Vorteil, für das Mittensignal ein Mitten-Mikrophon, am besten mit Richtwirkung, zu verwenden. Denn ein Monosignal mit starkem Hallanteil stört mehr als ein halliges Stereosignal, weil bei stereophonem Hören das Gehirn die Signale verrechnen und einen zu großen Hallanteil unterdrücken kann.

Ein neues MS-Stereomikrofon

Bei der Entwicklung eines Stereomikrophons insbesondere für Film- und Fernsehzwecke lag es nahe, für das Mittensignal einen Mikrofontyp zu verwenden, der sich bereits bei Monoaufnahmen in diesem Einsatzgebiet bewährt hat:

Mit Hilfe eines Richtrohres ist es möglich, die starke Dämpfung einer Hyperniere für seitlich einfallenden Schall (ca. 10 dB) mit dem großen Vor-/Rückverhältnis der Superniere zu vereinigen, indem von hinten einfallender Schall um ca. 12 dB gedämpft wird. Die Hyperniere hat dagegen nur eine Rückwärtsdämpfung von 6 dB (Abb. 1).

Dadurch ist das Unterscheidungsvermögen zwischen Direkt- und Diffusschall, also zwischen dem von vorn und dem von allen Seiten einfallenden Schall, sehr gut.

Dieses Verhältnis - als logarithmierte Größe das „Bündelungsmaß“ - gibt auch an, wie weit entfernt ein Mikrofon bekannter Richtcharakteristik von der Schallquelle entfernt sein darf, um den gleichen Anteil von direktem und diffusem Schall aufzunehmen. Für eine Niere ist dieser Faktor z. B. 1,7, für eine Hyperniere 2 und für das kurze Richtrohrsystem, das hier vorgestellt werden soll, etwa 2,1. Der Aufnahmeabstand darf also mit diesem Mikrofon etwa doppelt so groß sein wie mit einem Kugelmikrofon bei gleichem Direkt- und Diffusschallanteil.

Dieses Richtrohrsystem als Mittenmikrofon wurde mit einem querliegenden Achtermikrofon für das Seitensignal kombiniert. Ähnliche Kombinationen sind von verschiedenen Toningenieuren mit Hilfe von zwei **Einzelmikrofonen** bereits verwendet worden, indem je ein Richtrohrmikrofon und ein kleines Achtermikrofon zusammengebaut worden ist. [2]

Die Vereinigung der beiden Systeme zu dem hier gezeigten Mikrofon bringt folgende Vorteile (Abb. 2):

- Die Mikrophonsysteme konnten sehr eng zusammengebaut werden. Ihr Abstand voneinander ist nur etwa 21 mm.
- Die Systeme sind hintereinander eingebaut. Daher sind die Richtcharakteristiken symmetrisch zur Horizontalebene des Mikrophons, die durch die Achsen größter Empfindlichkeit der Schallwandler gebildet wird.

- Das Mikrofon ist kürzer als ein Mono-Richtrohrmikrofon mit gleichlangem Interferenzrohr, weil die Impedanzwandler als Hybridbausteine hergestellt und deshalb besonders klein sind und außerdem ein Teil der Elektronik in einem vom Mikrofon abgesetzten Bedienkästchen (Matrixverstärker) untergebracht ist.

Der Matrixverstärker gehört zum Mikrophonsystem. Er ist umschaltbar: Die Mikrophone signale stehen entweder als Mitte/Seite - Information (MS) oder als Links/Rechts - Information (XY) zur Verfügung.

Der Seitensignalpegel kann in 6 Stufen von je 3 dB relativ zum Mittensignalpegel verändert werden. Dadurch sind 6 verschiedene Richtcharakteristiken mit 6 unterschiedlichen Aufnahmewinkeln einstellbar.

Die Matrizierung eines MS-Signals in ein XY-Signal

Es ist bekannt, daß ein Mitte/Seite-Signal mit Hilfe eines Summen-/Differenzübertragers oder mit Hilfe einer Widerstandsmatrix in das übliche Links/Rechts-Signal umgewandelt werden kann.

Es gilt:

$$\begin{aligned} \text{Linkes Signal} &= \text{Mittensignal} + \text{Seitensignal} \\ X = L &= M + S \\ \text{Rechtes Signal} &= \text{Mittensignal} - \text{Seitensignal} \\ Y = R &= M - S \end{aligned}$$

So ergibt z.B. ein nach vorn gerichtetes Cardioidmikrofon (M-Signal) zusammen mit einem 12 dB kleineren Pegel eines Achtermikrophons (S-Signal) nach der Summen-/Differenzbildung zwei unter 60° gekreuzte Cardioiden (Abb.3).

Veränderung der Stereobasisbreite

Ein zunehmender Signalpegel des Seitenmikrophons führt zu einem zunehmenden hinteren Zipfel der sich ergebenden Summen- bzw. Differenzsignal-Charakteristiken,

wie die Abb. 4 zeigt. Es ist ferner zu erkennen, daß sich mit Pegeländerung des S-Signalanteils neben der Richtcharakteristik auch die Spreizung (= Versatzwinkel) der Links-/Rechtsanteile ändert. So läßt sich die Stereobasisbreite elektrisch verändern, ohne die Mikrophonsysteme mechanisch verstellen zu müssen. Das erlaubt dann natürlich auch eine Fernsteuerung der Charakteristiken.

Der monokompatible Aufnahmewinkel

Wird aus dem linken und rechten Signal die Summe, also das Monosignal, gebildet, bleibt von einem MS-Mikrophon der Signalanteil des Mittensystems übrig. Das Mittensignal ist das Monosignal.

An Abb. 5 sind die 3-dB-Grenzen der Mittensignal-Charakteristik des hier als Beispiel gezeigten Richtstereomikrophons dargestellt, um zu zeigen, daß in einem Bereich von etwa 120° ein ungeschwächtes Monosignal zur Verfügung steht, dieses also der monokompatible Arbeitsbereich ist. Dieser Winkel ist **unabhängig** von dem **eingestellten Seitensignalpegel**.

Der stereophone Aufnahmewinkel

Der stereophone Aufnahmewinkel (= Öffnungswinkel) gibt den Arbeitsbereich um die Mikrofonachse herum an, in dem sowohl das Summen- als auch das Differenzsignal positiv und gleichphasig ist (Abb. 6):

- In der XY-Darstellung ist es der vordere Winkel zwischen den nach vorne zeigenden Nullstellen der Polardiagramme.
- In der MS-Darstellung wird derselbe Winkel durch die vorderen Schnittpunkte zwischen der M- und der S-Charakteristik gebildet.

Durch Variation des Seitensignalpegels läßt sich der Aufnahmewinkel verändern und dem gewünschten Bildausschnitt bzw. der vorgesehenen Szenenbreite anpassen.

Diese Anpassung ist wichtig, da nur innerhalb dieses Aufnahmewinkels bei der Wiedergabe eine eindeutige Lokalisierung der Signale innerhalb der Stereobasisbreite möglich ist [3]. Signale außerhalb des Aufnahmewinkels erscheinen bei der Wiedergabe schwer definierbar im Raum, möglicherweise auch der ursprünglichen Szene seitenverkehrt zugeordnet, weil sich außerhalb des Aufnahmewinkels die Phasenlage zumindest eines Kanals umdreht, die Korrelation des Stereosignals also negativ wird.

Der Bereich des Aufnahmewinkels wird bei der Wiedergabe auf die Stereobasisbreite der Lautsprecheranordnung projiziert.

- Wird der Aufnahmewinkel **zu klein** gewählt (zuviel Seitensignal-Anteil), wird nur der mittlere Bereich der Szene richtig ortbar. Dieser Bereich wird auf die ganze Basisbreite gespreizt wiedergegeben. Die seitlichen Szenenbereiche gehen nicht ortbar im Raum unter (Abb. 7a).
- Wird der Aufnahmewinkel **zu groß** gewählt (zuwenig Seitensignal-Anteil), wird die Original-Szenenbreite auf die Mitte der Stereobasis zusammengedrängt und links und rechts mit unkorrelierten Signalanteilen aus dem Raum „aufgefüllt“ (Abb. 7b).

Der Seiten-Signalpegel, Variation des Aufnahmewinkels

Der oben beschriebene Schalter für die Verstärkungsänderung des Seitensignals wirkt sich bei **MS-Betrieb** unmittelbar auf den Ausgangspegel des Kanals II aus. Er kann relativ zum Kanal I (Mittensignal) in sechs 3-dB-Stufen von -9 dB bis $+6$ dB verändert werden (Abb. 8).

Bei **XY-Betrieb** bewirkt die Verstärkungsänderung des Seitensignals die in Abb. 9 dargestellten Richtcharakteristiken.

Man erkennt mit **zunehmendem** S-Signalpegel folgende Auswirkungen:

- Der räumliche, unkorrelierte Signalanteil wird größer, der Aufnahmewinkel wird **kleiner**.

- Die Hauptachsen der beiden Links-/Rechts-Richtcharakteristiken werden aus-einandergedreht. Es stellt sich also ein **größer werdender** (scheinbarer) Ver-satzwinkel zwischen den Systemen ein.
- Beide Richtcharakteristiken werden jeweils seitlich **schmäler**.
- Für beide Kanäle wird deren jeweils hinterer Aufnahmebereich **größer**.
- Das Bündelungsmaß beider Richtcharakteristiken wird jeweils **kleiner**.

Mehr Seitensignal bedeutet also einerseits „mehr Stereo“, aber andererseits einen klei-neren Aufnahmewinkel mit positiv korrelierten Signalen.

Abbildungseigenschaften bei der Wiedergabe

Anhand der Richtcharakteristiken in Abb. 9 kann abgelesen werden, mit welchem Pegelanteil eine Schallquelle im linken und im rechten Kanal aufgenommen wird. Ent-sprechend der Pegeldifferenz wird die Schallquelle bei der Wiedergabe innerhalb der Stereobasisbreite unter einem bestimmten Winkel abgebildet [4].

Im Idealfall sollte sie bei radialer Bewegung um das Mikrofon innerhalb des Arbeits-winkels stetig z.B. vom linken Lautsprecher zum rechten wandern. Dies sollte in der Ebene der Lautsprecher-Verbindungsline geschehen. Tatsächlich ist aber bei den üb-lichen Koinzidenzmikrofonen die Wiedergabeebene zwischen den Lautsprechern gewölbt:

Bei **zwei** unter 90° gespreizten **Cardioidmikrofonen** z.B. in Richtung **auf** den Hörer, so daß die mittleren Signale **näher** erscheinen als die äußeren. Häufig werden auch gleichmäßig um das Mikrofon verteilte Schallquellen unregelmäßig innerhalb der Basisbreite abgebildet:

Sie erscheinen dann z.B. um die Lautsprecherorte zusammengedrängt. Diese Abbil-dungsfehler können zudem frequenzabhängig sein und sind deshalb nur teilweise mit Stützmikrofonen korrigierbar.

Abb. 10 zeigt in drei Beispielen die Abbildungsverhältnisse bei dem hier vorgestellten Richtrohr-Stereomikrophon:

Fünf bzw. drei Schallquellen sind in gleichem Abstand gleichmäßig im Arbeitsbereich um das Mikrophon postiert und werden gleichmäßig innerhalb der Lautsprecherbasis wiedergegeben. Bei $S = 0$ dB (s. Abb. 9) ist die Wiedergabeebene innerhalb ± 1 dB gerade (Abb. 10 b), sonst bis 3 dB nach hinten gewölbt (Abb. 10 a,c).

Die richtige Wahl des S-Signalpegels und der damit verbundenen Richtcharakteristik hängt u.a. von der aufzunehmenden Szenenbreite bei einem bestimmten Mikrophonabstand und von der Position evtl. vorhandener Störschallquellen ab, die ausgeblendet werden müssen. Mikrophonabstand und Position werden sich wiederum nach den akustischen Eigenschaften des Raumes richten müssen sowie auch den optischen Forderungen, wie Bildausschnitt der Kamera und möglichem Schattenwurf des Mikrophons durch die Beleuchtung.

Schlußbemerkung

Wir glauben, mit der beschriebenen Kombination eines kurzen Richtrohr-Mikrophons mit einem Achtermikrophon den Toningenieuren vor allem für die Film- und Fernseh-tonproduktion ein leichtes, hochwertiges Stereomikrophon in die Hand geben zu können, das wegen seiner akustischen Eigenschaften den speziellen Anforderungen dieser Produktionen gerecht wird, durch seine elektrischen Schaltmöglichkeiten dem individuellen Problem angepaßt werden kann und sich gleichermaßen für die Life-Produktion wie auch für die Tonnachbearbeitung eignet.

Literaturverzeichnis

- [1] W.L. DOOLEY and R.D. STREICHER: M-S Stereo: A Powerful Technique for Working in Stereo, vol. 30 J. AES No. 10, 1982 October.
- [2] H.J. HAAS: Die Kongruenz zwischen Bild und Ton bei Stereophonie im Fernsehen. Vortrag auf der 14. Tonmeistertagung in München, November 1986.
- [3] M. WILLIAMS: Reprint 2466 (H 6) of the 82nd Convention 1987 March 10-13, London Unified Theory of Microphone Systems for Stereophonic Sound Recording
- [4] DE BOER, Plastische Klangwiedergabe. Philips Technische Rundschau, 5 (1940).

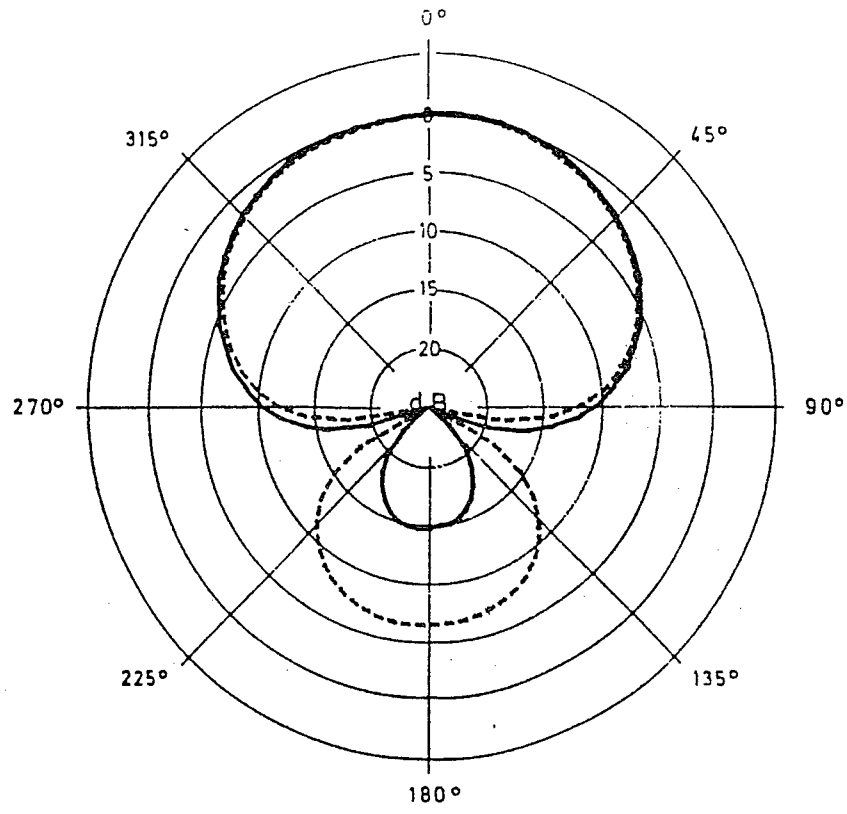


Abb. 1 Vergleich der Polardiagramme eines Mikrophons mit kurzem Interferenzrohr (—) mit einem Mikrophon mit Hypernieren-Charakteristik (- - -)

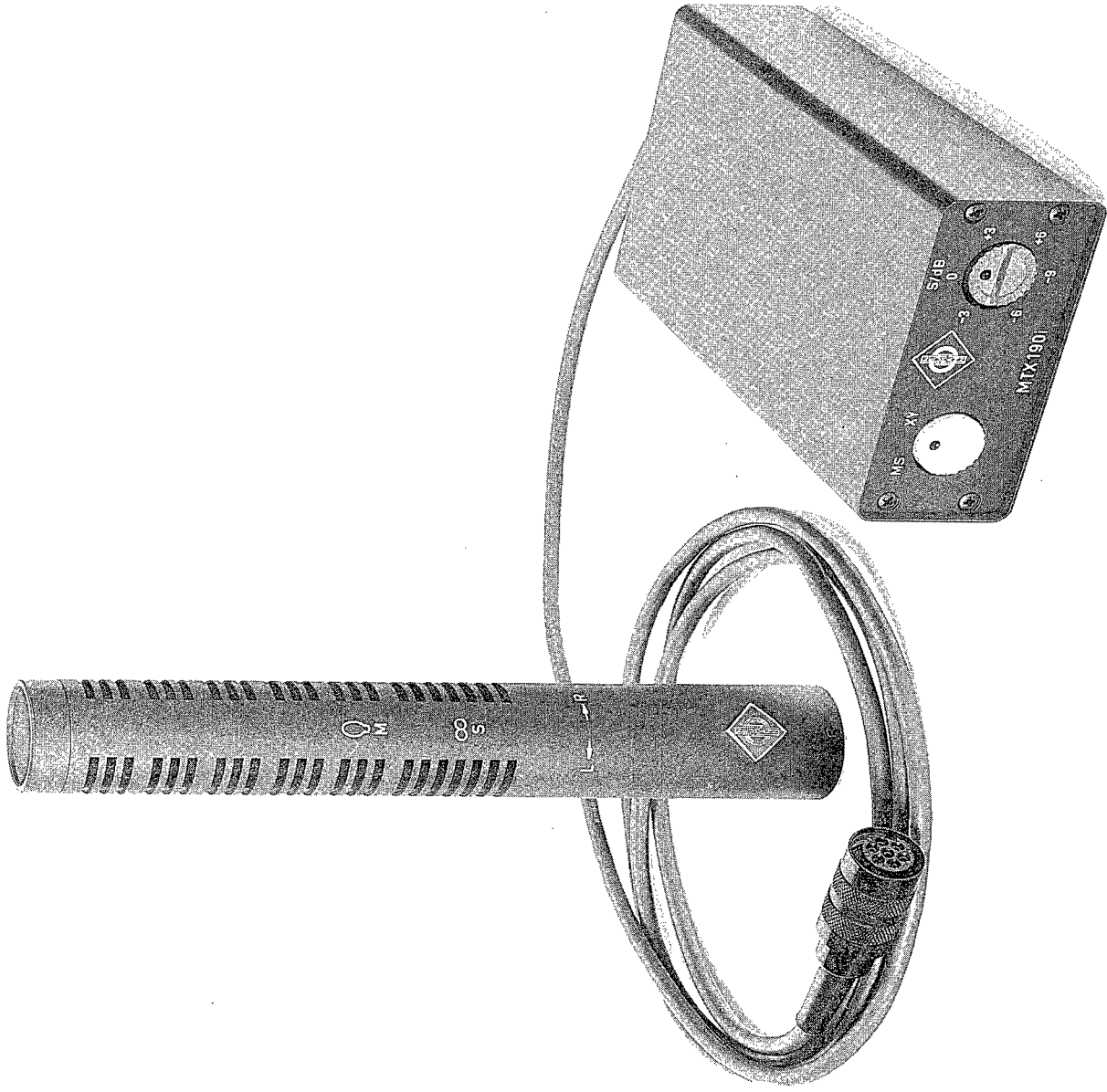


Abb. 2 Das Richtrohr-Stereomikrofon RSM 190 mit zugehörigem Matrixverstärker MTX 190 i

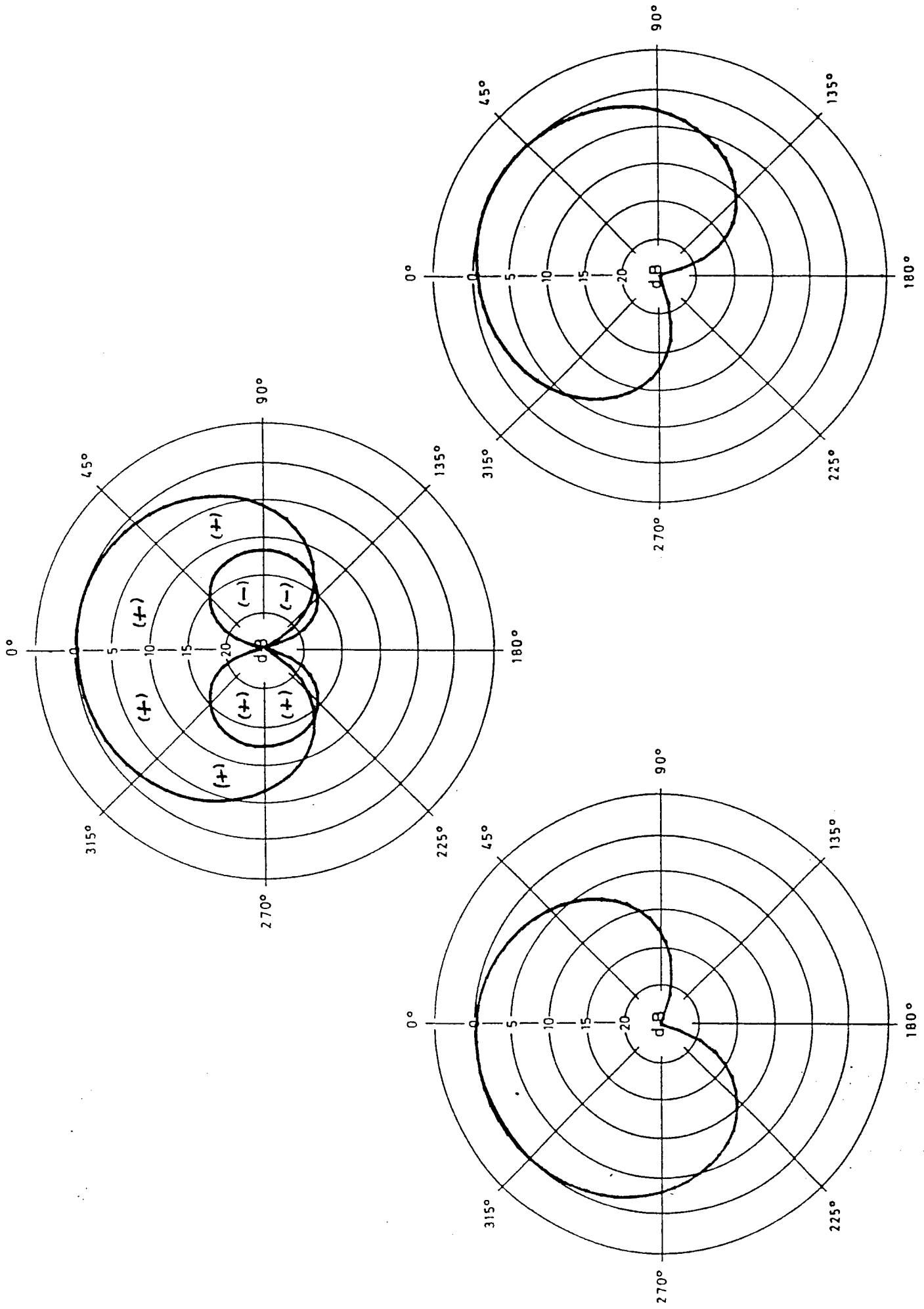
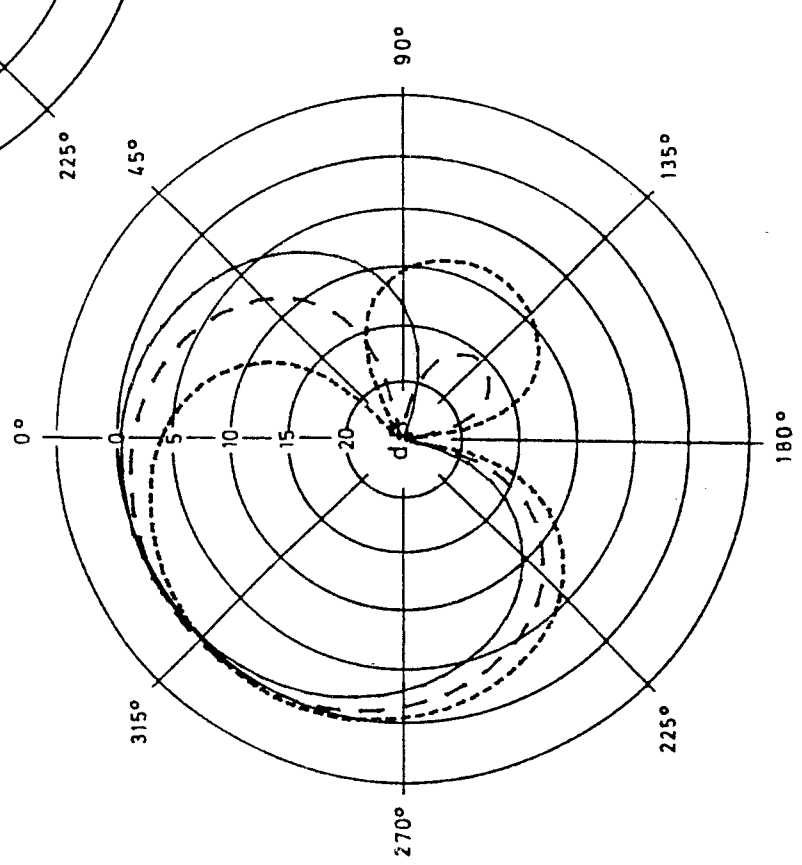
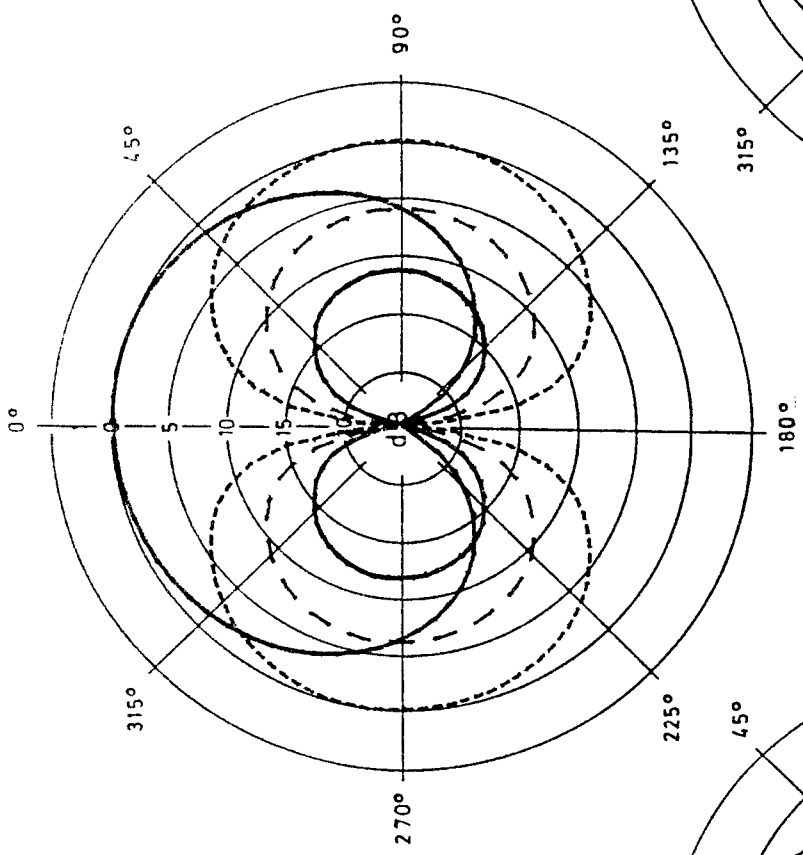
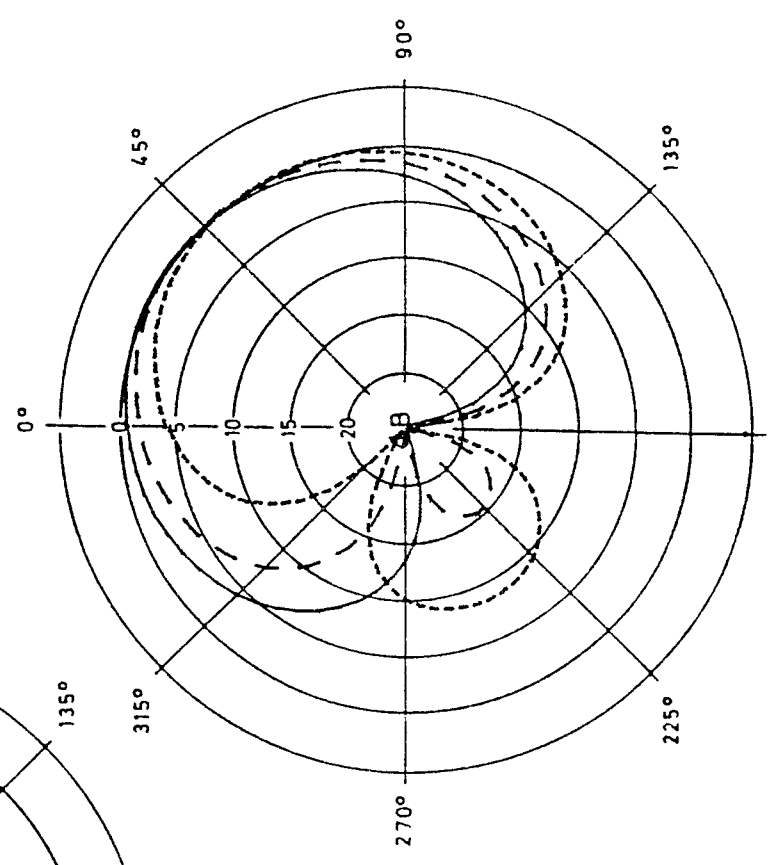


Abb. 3 Addition (a) und Subtraktion (b) eines Kugel- und eines Achtecksignals zum Übergang von der MS- in die XY-Ebene.
 (+) Phasenlage der jeweiligen Signalanteile



LINKS = MITTE + SEITE



RECHTS = MITTE - SEITE

Abb. 4 Wie Abb. 3, aber mit zunehmendem Pegel des Seiten- (Achter)-Signals

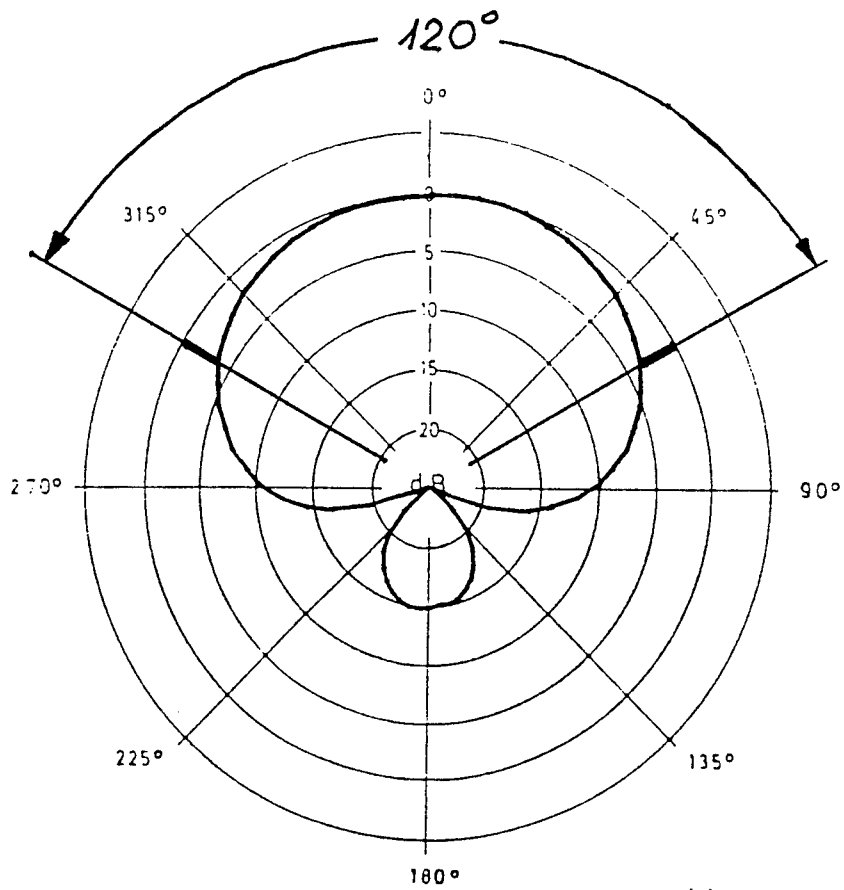


Abb. 5 Die 3-dB-Grenzen der Mittensignalcharakteristik. Monokompatibler Arbeitsbereich

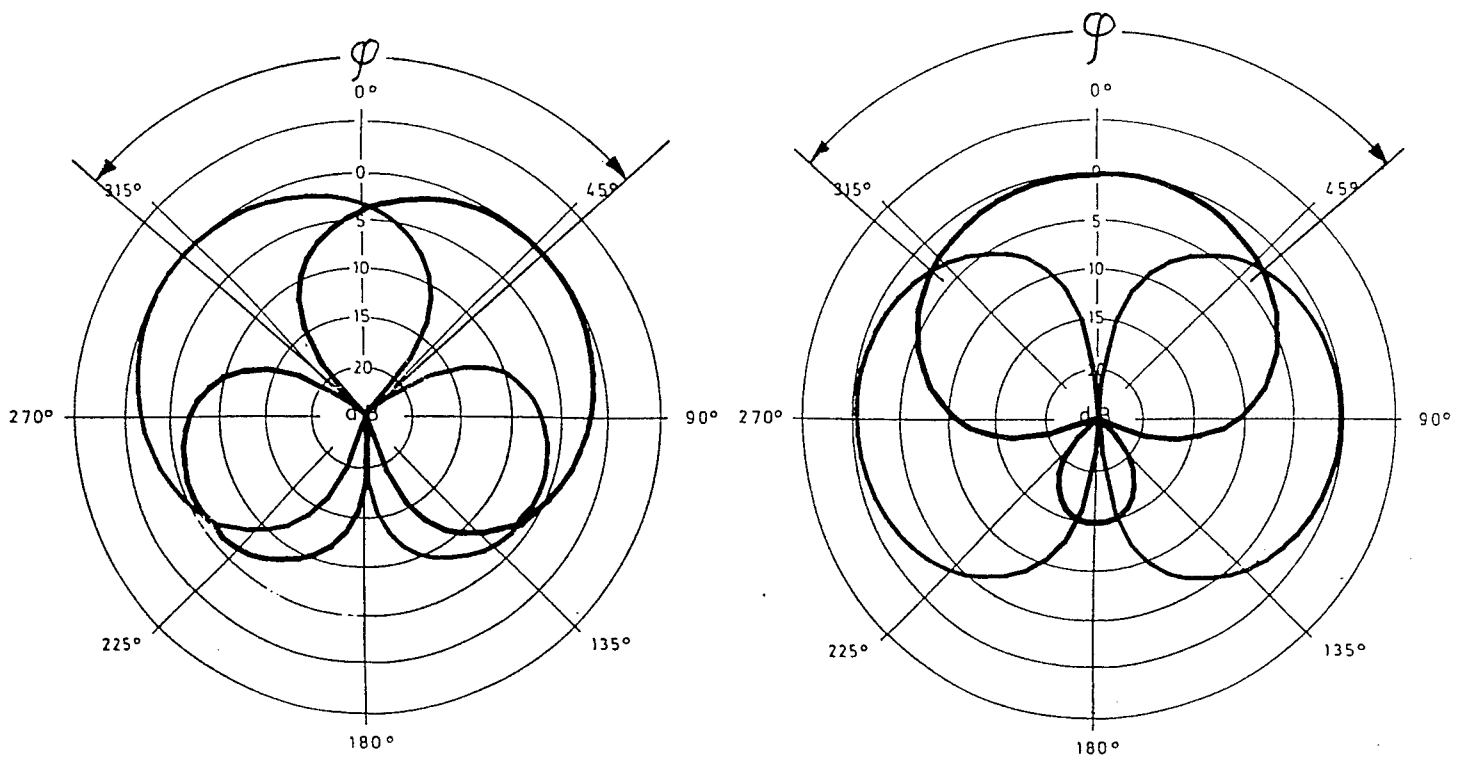


Abb. 6 Der Öffnungswinkel φ (Aufnahmewinkel) in der XY- bzw. MS-Darstellung

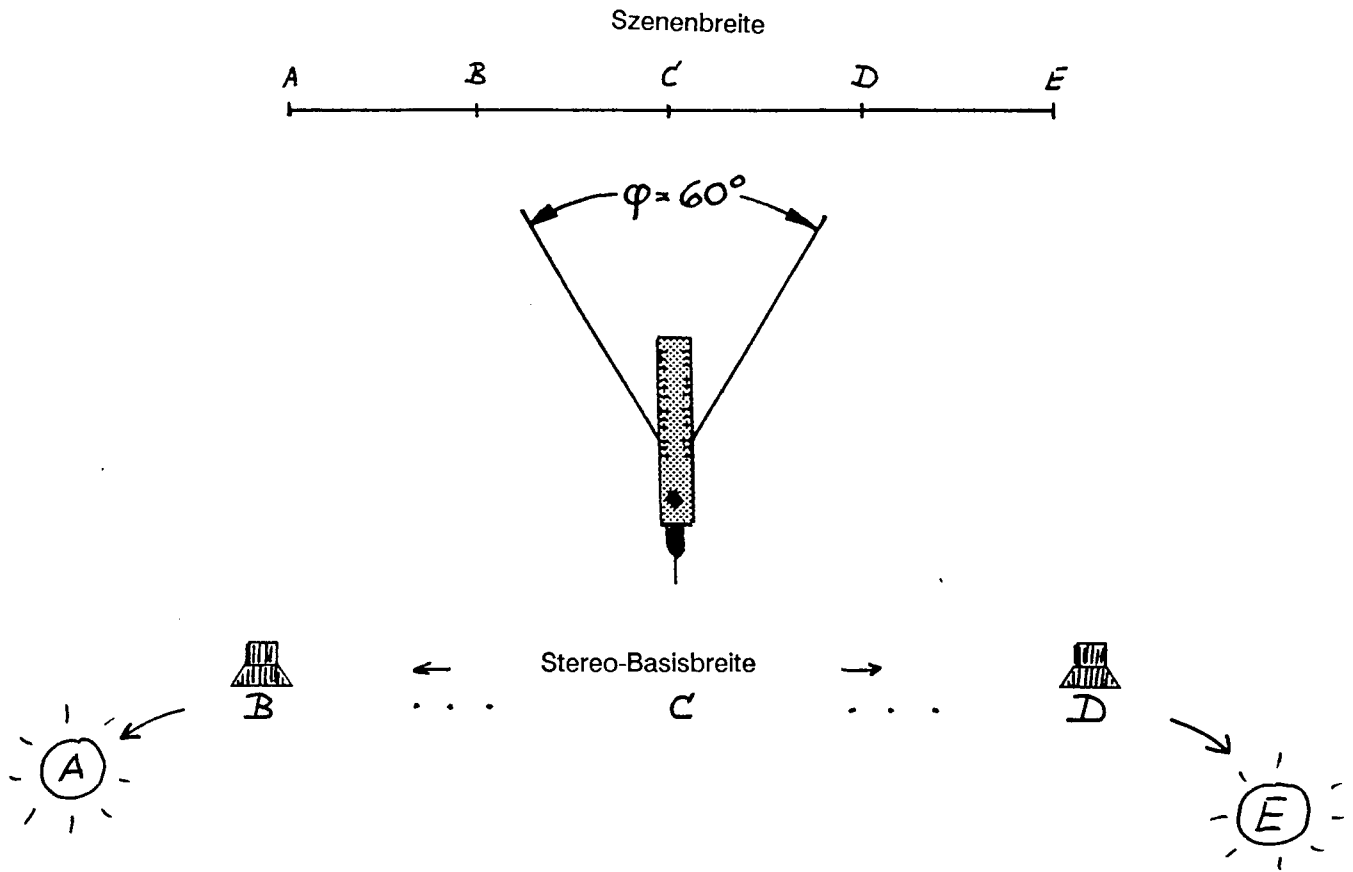


Abb. 7a Wiedergabesituation bei einem zu kleinen Aufnahmewinkel
(= zuviel Seitensignalanteil)

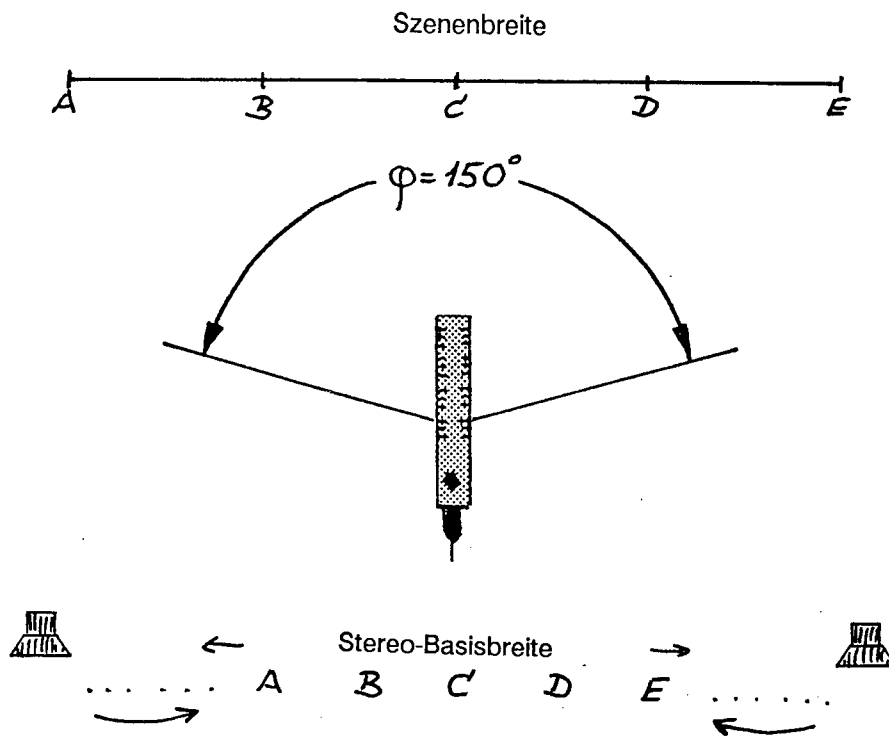


Abb. 7b Wiedergabesituation bei einem zu großen Aufnahmewinkel
(zu wenig Seitensignalanteil)

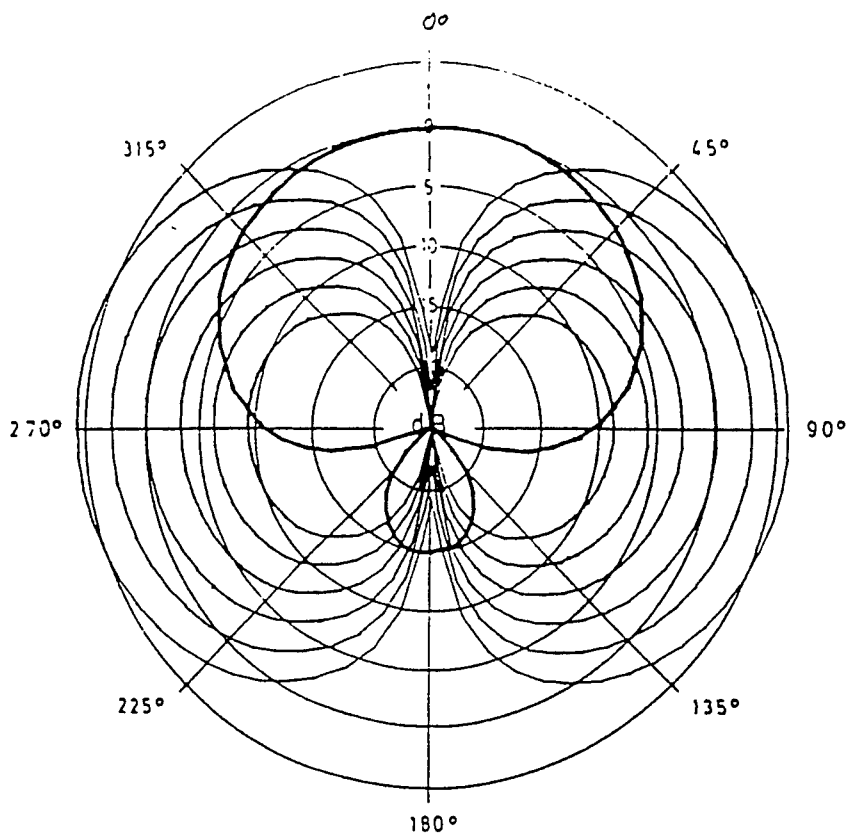


Abb. 8 Die sechs einstellbaren Seitensignalpegel im Vergleich zum Mittensignalpegel (= 0 dB) beim Richtrohr-Stereomikrophonsystem

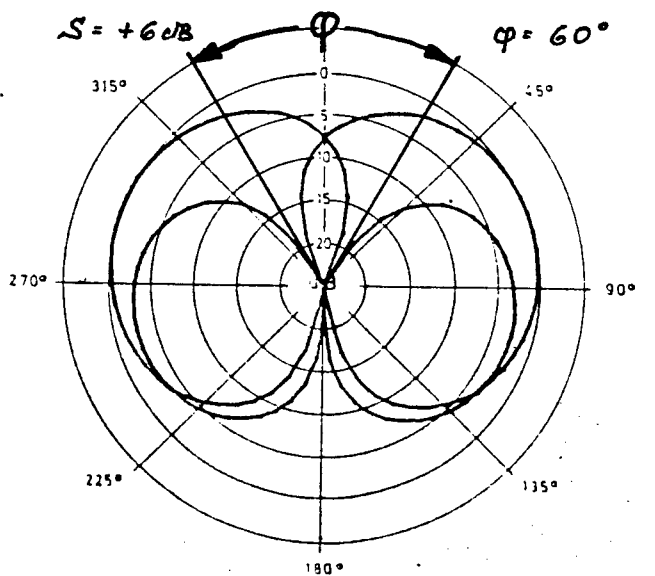
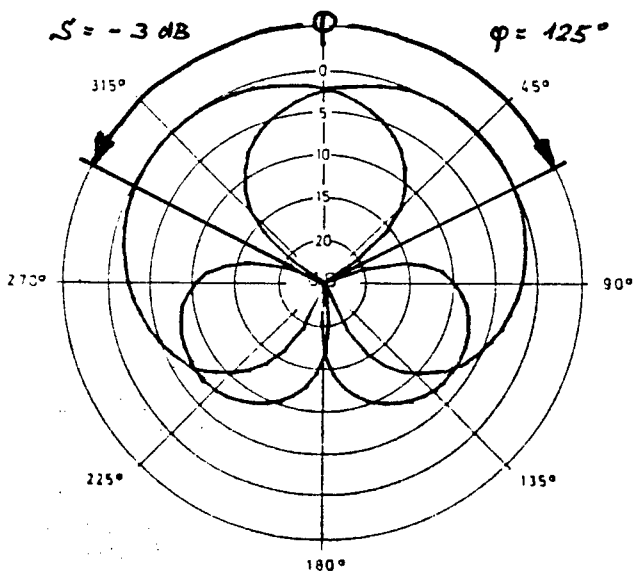
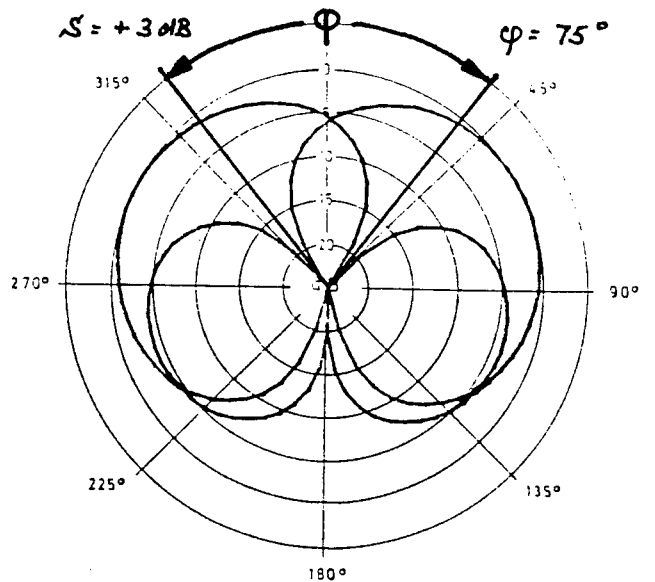
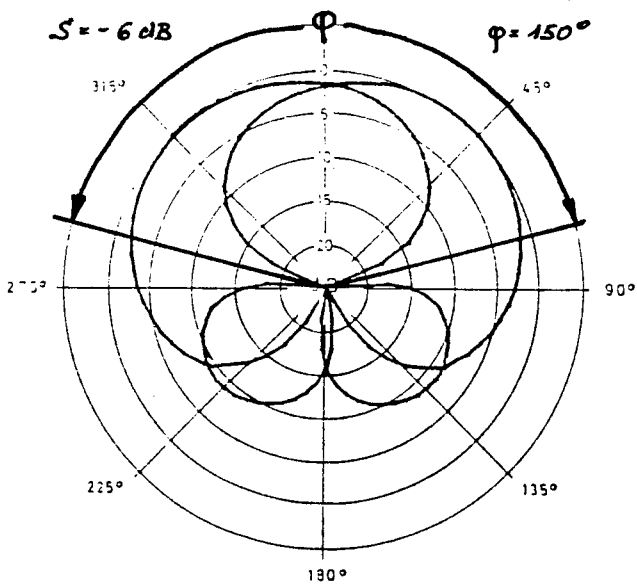
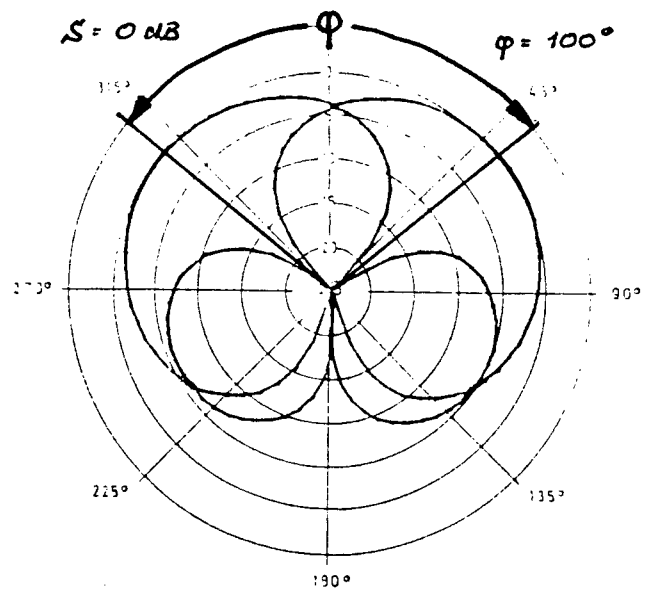
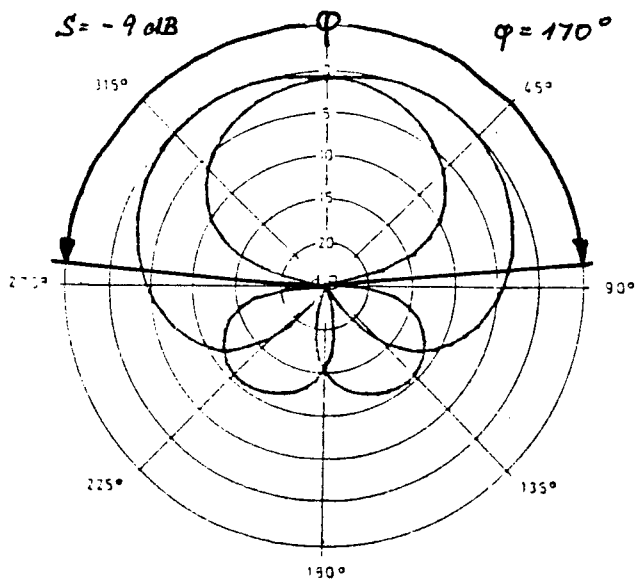


Abb. 9 Die sich aus Abb. 8 ergebenden sechs unterschiedlichen Richtcharakteristiken beim XY-Betrieb. φ = Aufnahmewinkel

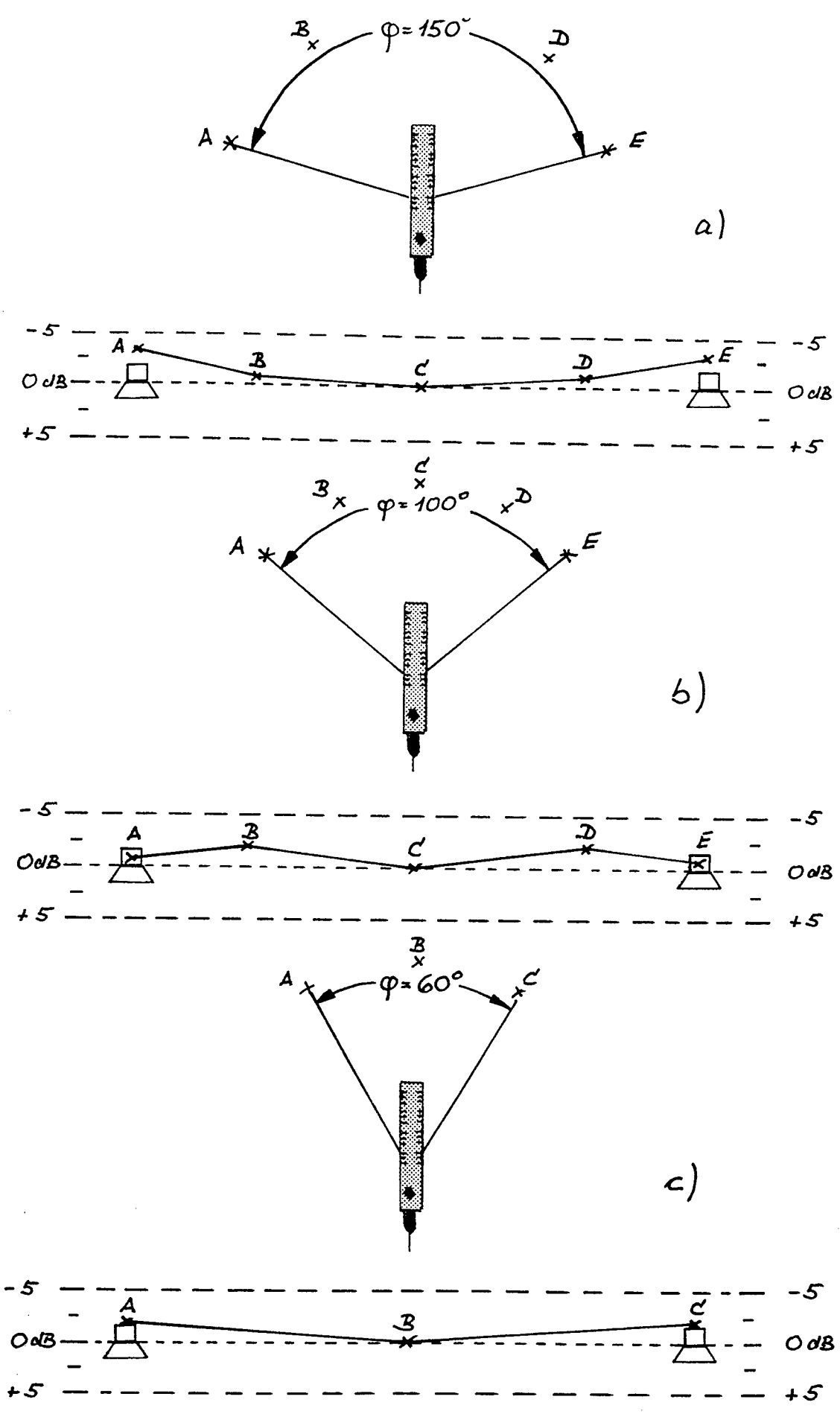


Abb. 10 Abbildungsverhältnisse beim XY-Betrieb für drei verschiedene S-Signalpegel.
 φ = Aufnahmewinkel