

Stereo-Rundfunk in den USA

DK 654.19:681.84.087.7

Nachdem die Stereophonie so schnell den Schallplattenmarkt erobert hat, ist nun auch eine starke Entwicklung zu stereophonischem Rundfunk im Gange. Die Rundfunkstationen versprechen sich einen großen Erfolg im Konkurrenzkampf mit dem Fernsehen, die Reklamefachleute denken an besonders eindrucksvolle Schalleffekte und die Möglichkeit, die Ware „mitten ins Zimmer zu stellen“; für das breite Publikum ist es eine „erregende Neuigkeit“, und die Musikfreunde erwarten Darbietungen, die dem Original wiederum einen Schritt näher kommen. Verschiedene Radiostationen haben, um die ersten auf diesem neuen Gebiete zu sein, zu Provisorien gegriffen, aber sie haben damit wegen der minderen Qualität der Sache einen schlechten Dienst erwiesen, denn sie verwenden AM-FM-Kombinationen in einer Station oder Zusammenarbeit zweier AM- oder zweier FM-Stationen. In jedem Falle ist die Wiedergabequalität beider Stereo-Kanäle ungleich, und deshalb ist auch kein gleichmäßiger räumlicher Eindruck vorhanden, abgesehen davon, daß das mit einem gewöhnlichen Monaural-Empfänger aufgenommene Programm eines einzigen Kanals äußerst „einseitig“ ist.

Kompatibilität wird das wichtigste Kriterium für die endgültige Entscheidung der FCC sein, und auch das neugeschaffene *National Stereo Radio Committee (NSRC)*, dem alle interessierten Industrieunternehmen angehören, arbeitet an Standards für kompatiblen Stereo-Rundfunk (in ähnlicher Weise wie seinerzeit das *NTSC* für Farbfernsehen).

Besonderes Interesse hat ein Verfahren der *Crosby Laboratories, Inc.*, Syosset, N. Y., erregt, das bereits erfolgreich im Sendedienst der Stationen WBAI-FM in New York City und WJBR in Wilmington, Del., angewendet wurde (unter Experimental-Lizenz der FCC). Eine Firma, *Madison Fielding Corp.*, hatte sogar schon zur Zeit der vorjährigen New Yorker High-Fidelity-Show eine Serienfertigung von Multiplex-Adaptern für Stereo-Empfang nach dem Crosby-Prinzip laufen, obwohl eine endgültige Entscheidung der FCC wohl noch eine Weile auf sich warten lassen wird. Die Aussichten für die Annahme des Crosby-Verfahrens sind jedoch recht günstig.

1. Das Crosby-FM-Verfahren

Das Crosby-Verfahren ist ein FM-Multiplexverfahren, bei dem die Summe der beiden Stereo-Signale den Hauptträger moduliert und die Differenz einen 50-kHz-Hilfsträger. Der Hilfsträger wiederum moduliert den Hauptträger zusätzlich zum Summensignal (Bild 1). M. G. Crosby, der Erfinder dieses Verfahrens, gibt noch eine andere Möglichkeit mit dem grundsätzlich gleichen Ergebnis an. Bild 2 zeigt hierzu das Blockbild. Vorerst sollen der Frequenzhub im Hilfsträger 25 kHz und der Modulationsgrad bei jedem Träger 50% sein. Es laufen aber auch Experimente mit 70% Modulation im Hauptkanal und 30% im Hilfskanal.

Auf der Empfängerseite erscheinen das Summensignal und der Hilfsträger am Ausgang des ersten Diskriminators. Während das Summensignal direkt dem Aufteilungsnetzwerk zugeführt werden kann, muß zur Erzeugung des Differenzsignals der Hilfsträger erst noch in einem Hilfsträgerempfänger demoduliert werden. Die Aufteilung auf die beiden Tonkanäle erfolgt nach dem Prinzip

$$\begin{aligned}(A + B) + (A - B) &= 2A & (1a) \\ (A + B) - (A - B) &= 2B & (1b)\end{aligned}$$

Im Bild 3 ist das Blockbild des Stereo-Empfängers zu sehen. Ein einfacher Monaural-Empfänger nimmt nur das Summensignal wahr; der über der Hörgrenze liegende, mit dem Differenzsignal modulierte Hilfsträger stört nicht.

Das Crosby-Verfahren hat sehr günstige Rausch- und Verzerrungsbedingungen. Die beiden Übertragungssignale werden im Empfänger linear addiert (siehe oben) und ergeben so Tonsignale doppelter Amplitude (1a), (1b), während sich das Rauschen nur quadratisch addiert. Da im übrigen das Rauschen des Hauptträgerkanals klein gegenüber dem des Hilfsträgerkanals ist, ist das resultierende Rauschen praktisch gleich dem des Hilfsträgers und das Signal/Rauschverhältnis im Ausgang um 6 dB verbessert. Ähnliches gilt auch für die Verzerrungen, die im wesentlichen vom Hauptträger herrühren; auch hier erhält man eine 6-dB-Verbesserung.

Obwohl für Stereo-Übertragung guter Klangqualität UKW-FM wegen der grö-

ßeren Bandbreite vorzuziehen ist, sind starke Bestrebungen im Gange, auch MW-AM für Stereo-Übertragungen zu verwenden. Die meisten amerikanischen Rundfunkstationen sind MW-AM-Stationen, und viele der von Reklame-Auftraggebern bezahlten populären Programme verlangen ohnehin keine hohe Tonqualität. So ist unter Umständen mit einem gleichzeitigen Erscheinen von AM- und FM-Stereo-Rundfunk zu rechnen.

2. Das Philco-AM-Verfahren

Die *Philco Corporation*, Philadelphia, Pa., hat ein Verfahren entwickelt und der FCC eingereicht, bei dem die zwei Stereo-Informationen A und B als Amplitudenmodulation zweier um 90° gegeneinander phasenverschobener Träger vorliegen oder, anders ausgedrückt, als Amplitudenmodulation A + B und Phasenmodulation A - B in einem resultierenden 45°-Träger enthalten sind. Laboratoriumsversuche hatten ein zufriedenstellendes Ergebnis; Großversuche konnten bisher noch nicht durchgeführt werden, da hierzu erst die Genehmigung der FCC abgewartet werden muß.

Die folgenden Einzelheiten sind der der FCC eingereichten Petitionsschrift entnommen. Für die Modulation auf der Senderseite schlägt die Firma zwei Methoden vor:

- 1) Die Ausgangsleistung eines Steuersenders wird in zwei um +45° und -45° in der Phase gedrehte Träger aufgespalten, die die zwei Modulationen A und B von den beiden Audio-Kanälen erhalten. Darauf werden die beiden Teilträger addiert und der Leistungsstufe oder der Antenne zugeführt.
- 2) In einer Matrix bilden sich aus den beiden Audio-Signalen A und B das Summensignal A + B und das Differenzsignal A - B. A + B moduliert den Träger in der Grundphase, A - B einen um 90° in der Phase verschobenen Träger, wobei der Träger unterdrückt wird. Beide Signale werden im Ausgang addiert.

Um die Abstimmung des Empfängers zu erleichtern, um Verzerrungen, auf die weiter unten noch eingegangen ist, kleinzuhalten und weil, wie Experimente zeigten, das menschliche Gehör erst oberhalb von 250...500 Hz richtungsempfindlich ist, werden alle Frequenzen unter 300 Hz nur monaural übertragen. Bei der oben beschriebenen ersten Methode laufen beide Audio-Signale durch Hoch- und Tiefpaßfilter, und alle Frequenzen unter 300 Hz sind in beiden Trägerkanälen enthalten. Bei der zweiten Methode sind im A-B-Zweig zusammen mit dem Träger alle Frequenzen unter 300 Hz unterdrückt. Die Bilder 4 und 5 zeigen die beiden Verfahren im Blockbild. Für monaurale Übertragung ist A = B.

Das Empfängerproblem ist in der Petitionsschrift an die FCC naturgemäß nur gestreift, und Einzelheiten sind deshalb nicht bekannt. Ein normaler Monaural-Empfänger nimmt die AM des resultierenden Trägers, das heißt das Summensignal A + B, auf. Für Stereo-Empfänger ergeben sich mehrere Wege. Zum Beispiel könnte die Aufspaltung in die zwei Audio-Kanäle durch einen phasenemp-

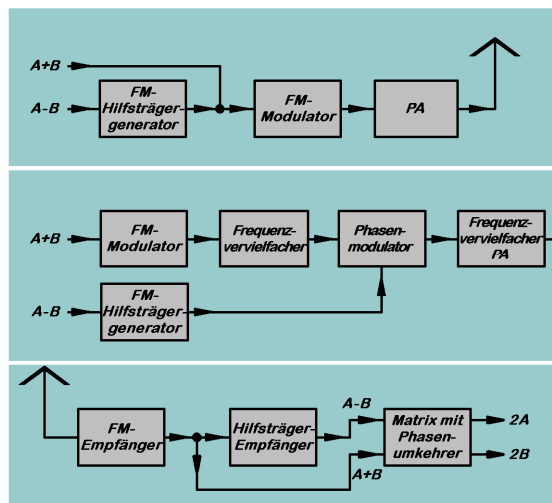


Bild 1. Die Summe der beiden Stereo-Signale A und B wird direkt dem Hauptträger zugeführt, die Differenz als Multiplex-Modulation einem Hilfsträger

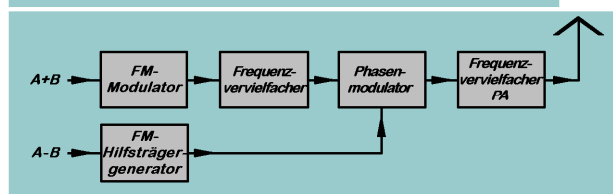


Bild 2. In einer anderen Modulationsart würde der Hilfsträger die Phase des Hauptträgers modulieren

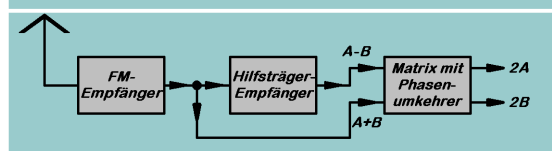


Bild 3. Stereo-Empfänger mit Hauptempfänger, Hilfsträger-Empfänger und Matrix mit Phasenumkehrer

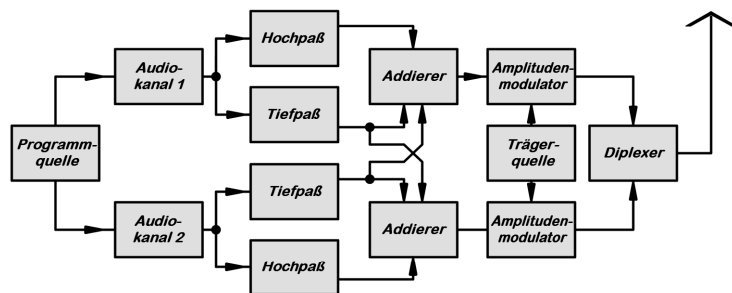


Bild 4. Sender mit zwei Vollträger-Amplitudenmodulatoren

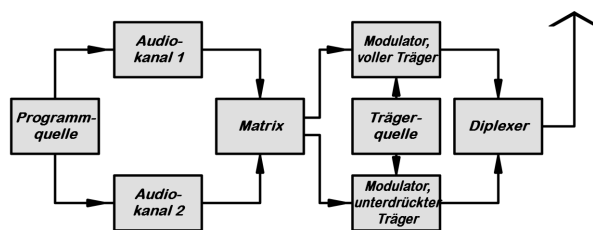


Bild 5. Sender mit Amplituden- und Phasenmodulation

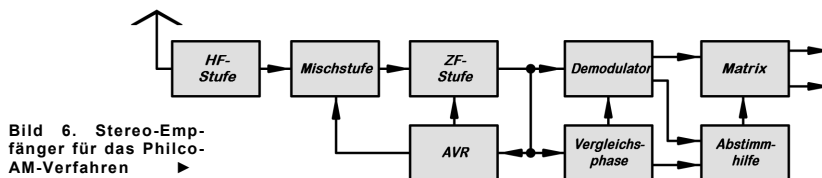
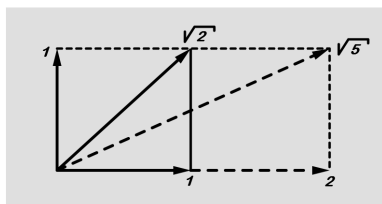


Bild 6. Stereo-Empfänger für das Philco-AM-Verfahren

findlichen Detektor und einen Amplitudendetektor mit anschließender Matrix erfolgen (Bild 6) oder auch durch zwei phasempfindliche Detektoren ohne Matrix. Leichte Abstimmbarkeit des Empfängers (nicht schwieriger als die eines normalen Rundfunkempfängers, wie es heißt) ist mit der im übertragenen Signal enthaltenen Information gesichert.

Das *Philco*-Verfahren bringt bei Empfang mit einem üblichen Monaural-Empfänger zwangsläufig gewisse Verzerrungen mit sich, die von dem Amplitudenverhältnis der beiden Stereo-Kanäle abhängen. Bild 7 zeigt graphisch die Verhältnisse bei 100% Modulation des einen Trägers und 0% Modulation des anderen. Die ausgezogenen Pfeile geben die unmodulierte Amplitude der beiden Trägerkomponenten und ihrer Resultierenden wieder, die gestrichelten Pfeile die Maximalamplitude bei 100% Modulation des einen Trägers.

Bild 7. Komplexes Diagramm für 100% Modulation der Realkomponente und 0% Modulation der Imaginärkomponente (*Philco*-Verfahren)

Wie man sieht, schwankt die Amplitude des resultierenden Trägers, der vom Monaural-Empfänger demoduliert wird, zwischen 1 und $\sqrt{5}$, aber mit dem Nullpunkt bei $\sqrt{2}$, so daß die positive Halbwelle eine größere Amplitude hat als die negative.

Obwohl eine solche Verzerrung unter Laboratoriumsbedingungen nachgewiesen werden kann, soll sie praktisch nicht wahrnehmbar sein. Folgende Gründe sind in der Petitionsschrift angegeben:

- 1) Die Übertragung aller Frequenzen unter 300 Hz erfolgt monaural, so daß Verzerrungen nur oberhalb 300 Hz auftreten können.
- 2) Allein geradzahlige Harmonischen können vorkommen, und da die meisten AM-Rundfunkempfänger nur bis maximal 7,5 kHz übertragen, sind alle Harmonischen von Frequenzen über 3,75 kHz unterdrückt.
- 3) Infolge der Phasencharakteristik üblicher Filter ist im komplexen Diagramm die Ortskurve des resultierenden Trägers

gers bei mittleren Frequenzen nicht eine Gerade, sondern eine Ellipse. Das trägt - wie sich zeigen läßt - zur Verringerung der Verzerrungen bei.

- 4) In normalen Programmen ist der extreme Fall, daß die gesamte Information nur in einem Kanal enthalten ist, sehr selten und tritt nur kurzzeitig auf. Je gleichmäßiger aber die Information auf beide Kanäle verteilt ist, um so geringer sind die Verzerrungen.
- 5) Im Durchschnitt ist der Energieinhalt hoher Frequenzen beträchtlich kleiner als derjenige niedriger Frequenzen. Deshalb kommen sehr hohe Modulationsgrade im allgemeinen nur bei den niedrigen Frequenzen vor, die monaural übertragen werden.

6) In normalen stereophonischen Programmen tritt ein bedeutender Unterschied zwischen den beiden Kanälen nur kurzzeitig und statistisch verteilt auf. So kurzzeitige, statistisch auftretende Verzerrungen sind aber subjektiv schwer wahrnehmbar.

Unter Berücksichtigung aller dieser Faktoren (besonders der Punkte 1, 4 und 6) ist, wie es weiter heißt, die bei monauralem Empfang mit diesem Verfahren - verbundene Möglichkeit für Verzerrungen ohne Bedeutung. Im übrigen ließe sich absolut unverzerrter Empfang bei Anwendung des Synchronempfänger-Prinzips erreichen.

*

Das *Philco*-Verfahren liegt mit Datum vom 3. Dezember 1958 der FCC vor. *Philco* ersucht die Kommission um Erlass von Regeln und Standards und um die Genehmigung von Testsendungen. Eine Entscheidung ist jedoch nicht vor Ende 1959 zu erwarten. Man kann annehmen, daß auch hier die Vorschläge und Hinweise des *National Stereo Radio Committee* einen großen Einfluß auf die Entscheidung der FCC haben werden.