

Gerhard Steinke - RFZ

### Von der Ambiofonie zur Heimbeschallung

#### 1. Die Forderung nach "TELEPRÄSENZ"

Anlaßlich der "Pro Media Convention '90" in Köln (Oktober '90) wurde im Rahmen von HDTV-Vorträgen vom Vertreter einer großen Rundfunkanstalt die Meinung vertreten, daß zur Entwicklung der HDTV-Bildseite sehr viel geschieht, aber "auf der Tonseite allgemeine Ratlosigkeit" herrsche und "keine einheitliche Richtung vertreten wird."

Dieser Beitrag soll das Gegenteil zeigen. Schließlich braucht man nur die Berichte der Tonmeistertagungen von 1954 (der 3. TMT') bis jetzt durchblättern - eine Fundgrube von Ideen und Erstlösungen zur Verbesserung der stereofonen Tonwiedergabe liegt dort vor (siehe /1/ sowie Lauridsen, Kuhl, Kleis, Keibs /2/), und zur Frage des Ton's im Fernsehen gibt es seit längerem grundlegende Erkenntnisse und Forderungen (u. a. Augustin /3/, Danilenko /4/, /5/, Marschner /6/). Neuere Untersuchungen im IRT von Theile /7/, bei BBC, NHK und schließlich die Zusammenführung wesentlicher Erfahrungen und Anforderungen in Standardisierungsvorschlägen im CCIR /8/ lassen ziemlich klar die (realistische) Richtung erkennen.

Begünstigt werden derartige Ansichten über Unsicherheiten beim HDTV-Ton, weil bisher aus der Sicht der "Programm-Macher" meist nur über Bildfragen diskutiert wird und der Ton - ebenso wie auch schon bei der Einführung der Zweikanal-Stereofonie im Fernsehen - lediglich als "Begleitton" angesehen wird. Auch der jetzt häufiger strapazierte Begriff "TELEPRÄSENZ" der Bild-Kollegen definiert /5/ lediglich die "erhebliche Vergrößerung

des durch das wiedergegebene Bild ausgefüllten Gesichtsfeldes". Man schätzt diesen Gewinn auf ca. 30 % bei einem Betrachtungsabstand von 3 H.

Ableiten kann man aber daraus auch eine Definition für "Telepräsenz bei bildgerechter Tongestaltung" als die notwendige, "erhebliche Vergößerung des durch die wiedergegebenen Hörereignisse ausgefüllten Hör-raumes." Hieraus kann man auch eine entsprechende Aufgabenstellung für ein neues Tonsystem ableiten.

## 2. Erfahrungen mit Zweikanal-Stereofonie im Fernsehen

---

Welche Bedeutung dem Ton für HDTV zukommt, erkennt man bereits aus dem Vergleich der vergrößerten Bild- und Hörwinkel (Abb. 1, 2 und 4) beim konventionellen TV mit Stereoton und der HDTV-Tonsystemanwendung.

Bei der Stereofonie im Fernsehen, die wir seit 1968 betreiben, haben wir uns an zwei unterschiedliche Betrachtungsweisen gewöhnt:

Begonnen wurde mit Simulcast-Betrieb, d. h. separater Bildsendung und Stereofonie-UKW-Übertragung und somit einer üblichen akustischen Basisbreite von ca. 3 m - 3,5 m, was heute noch vom Musikliebhaber bevorzugt wird (Abb. 1).

Hierbei erkannten wir, - sowohl bei der Verwendung von konventionellen Zweikanalaufnahmen als auch bei live-Veranstaltungen und speziellen Produktionen - daß eine hinreichende Übereinstimmung von optischer und akustischer Perspektive dann gegeben ist, wenn die Lokalisationsrichtung der akustischen Quelle und des optischen Bildes um nicht mehr als  $\pm 6$  Grad abweicht /9/, /10/.

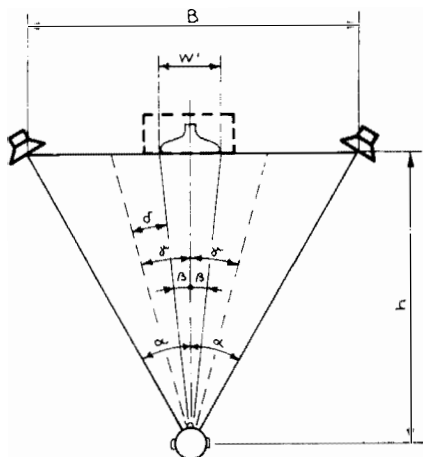


Abb. 1 -- Wiedergabebedingungen bei bildbezogener Zweikanal-Stereofonie

### LISTENING AND VISUAL CONDITIONS WITH PICTURE-RELATED TWO-CHANNEL STEREOPHONY

- B = ACOUSTICAL (STEREO) BASIS
- h = REFERENCE LISTENING DISTANCE
- w' = OPTICAL BASIS (PICTURE WIDTH)
- $2\alpha = 60^\circ$  MAXIMUM ACOUSTICAL BASIS ANGLE
- $2\beta = 12^\circ$  MAXIMUM OPTICAL BASIS ANGLE
- $2\gamma = 30^\circ$  MAXIMUM USABLE ACOUSTICAL BASIS ANGLE WITH PICTURE-RELATED SOUND (FOR PARTIAL SOUND SOURCES)
- $\delta = \gamma - \beta = 9^\circ$  MAXIMUM PERMITTED ANGLE DIFFERENCE BETWEEN OPTICAL PICTURE AND ACOUSTICAL SOUND SOURCES

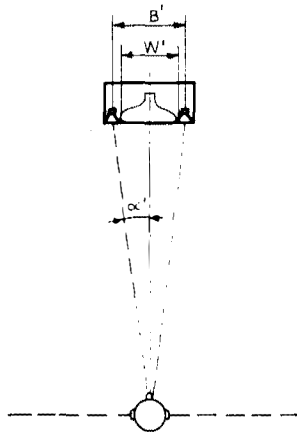


Abb. 2 - Wiedergabebedingungen bei stereophonem TV-Empfänger

REPRODUCTION CONDITION WITH  
STEREOPHONIC TV-SET

$B'$  = ACOUSTICAL BASIS

$\alpha \approx 15^\circ$  .

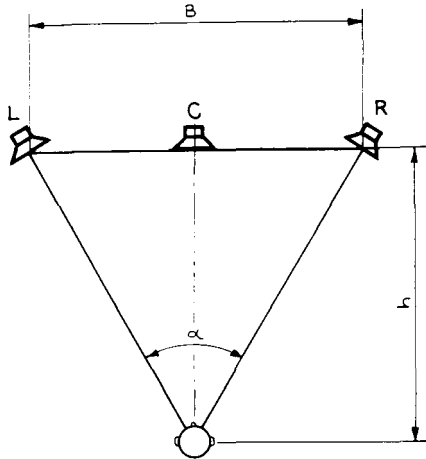


Abb. 3 - Standard-Wiedergabebedingungen bei Zweikanal-Stereofonie gemäß OIRT-E B6 (mit alternativer Mono-Kontrolle)

**REFERENCE LISTENING CONDITION  
WITH TWO-CHANNEL STEREOHONY  
(OIRT - REC 86) WITH ALTERNAT. MONO-CHECK**

$B$  = BASIS = 3 ... 4,5 m

$h$  = LISTENING DISTANCE  $\approx 0,7$  dB (TOL : 0,5 - 1,5 dB)

$\alpha$  = BASIS ANGLE  $\approx 60^\circ$   
(TOL :  $37 \dots 90^\circ$ ; OPTIM  $\approx 70^\circ$ )

Eine so weitgehende exakte Übereinstimmung zeigt sich aber nur dann als erforderlich, wenn damit besondere dramaturgische Akzente gesetzt werden sollen - bisher ein relativ geringer Prozentsatz bei stereofonen Fernsehsendungen.

Es geht bei der Zweikanal-Stereofonie im Fernsehen nicht um formale Übereinstimmung der optischen und akustischen Perspektive - im Vordergrund stand und steht die optimale Übermittlung des Informationsgehalts und höherer Erlebniswerte. Da ein voll bildgerechter Ton, insbesondere bei live-Sendungen, aus Aufwandsgründen nicht realisierbar ist, wurde die These von der "bildgerechten Tongestaltung" geprägt /10/, wonach die o. a. Übereinstimmung sinnvoll auf ein notwendiges Maß eingeschränkt werden kann.

Bei Aufkommen der stereofonen TV-Empfänger mit ca. 75 cm Bild-diagonale war dies noch mehr zu beherzigen, wie auch Marschner (1981 /6/) erläuterte (s. Abb. 2), wonach Solisten und Dialoge eben nur einigermaßen bildgerecht in der Mitte abgebildet werden können und oft separate Abmischungen für den Rundfunk-Stereoton und die Fernsehtonfassung notwendig sind. Dadurch wird aber mitunter der Hörer, der Vergnügen am Simulcastverfahren mit großer (üblicher) Stereobasis gewonnen hat (Abb. 1 - Abb. 3), wieder benachteiligt.

Das ist sicher - neben fernsehproduktionstechnischen Problemen - einer der vielen Gründe, warum das Interesse am Fernsehstereoton inzwischen wieder zurückging und tatsächlich erst durch einen neuen, qualitativ aber viel höheren Schritt (verglichen mit dem Mono-Stereo-Sprung) wieder geweckt werden kann. Dies sollte zur Vorsicht mahnen und nicht durch zu anspruchsvolle technische

Bedingungen die Einführung eines neuen Mehrkanalsystems bei HDTV - und womöglich nur dort! - gefahrden.

### 3. Zur Zielstellung für HDTV

-----

Bei HDTV kann der Bildwinkel (unter sog. Bezugsbedingungen, s. Abb. 4a) von 12 Grad (bei 75 cm Bilddiagonale) - was übrigens etwa dem Sehwinkel mit hoher Schärfe entspricht, darüber wird der Rezipient zu Kopfbewegungen veranlaßt - auf 33 Grad vergrößert werden. Der Tonbereich könnte dann aber einen Hörwinkel von 360 Grad für die "Atmosphäre" und 60 Grad für einen mit detaillierter Stereoaufholung versehenen Frontalwinkel für die Direktsignale erreichen (wie in Abb. 4a gezeigt). Dazu werden 4 Frontlautsprecher und 4 Surroundlautsprecher als optimal angesehen /8/.

Über den "Bezugs-Hörabstand" ist man sich durch die Stereo-Abhörbedingung (gleichseitiges Dreieck) seit langem international (Abb. 3) einig. Für den "Bezugs-Betrachtungsabstand" bestehen aber noch unterschiedliche Auffassungen.

Abb. 4a ist auf  $3H$  bezogen, wie es in EBU und CCIR diskutiert wird. Es gibt damit bestimmte Ausgangsbedingungen für die Zuordnung der Direktsignal-Lautsprecher (3 oder 4 Positionen) bei den verschiedenen (abwärtskompatiblen) Anwendungen im HDTV bzw. Film.

Andere, auch ernst zu nehmende Meinungen vertreten dagegen die Notwendigkeit eines wesentlich größeren Bildwinkels von etwa 48 %, um wirklich von "Telepräsenz" sprechen zu können. Dies bedingt einen Bezugsabstand von  $2H$ , wie es in Abb. 4b dargestellt ist. Hierbei könnte die Kompatibilität zwischen HDTV und Film,

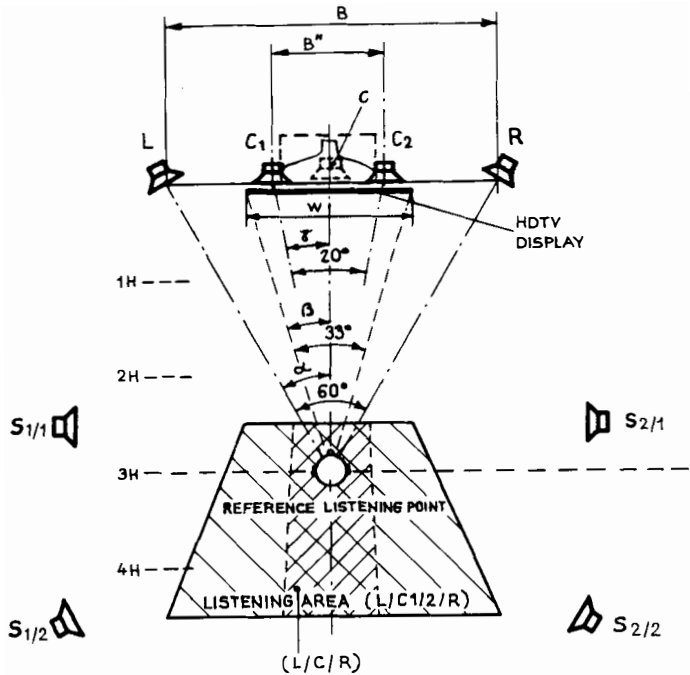
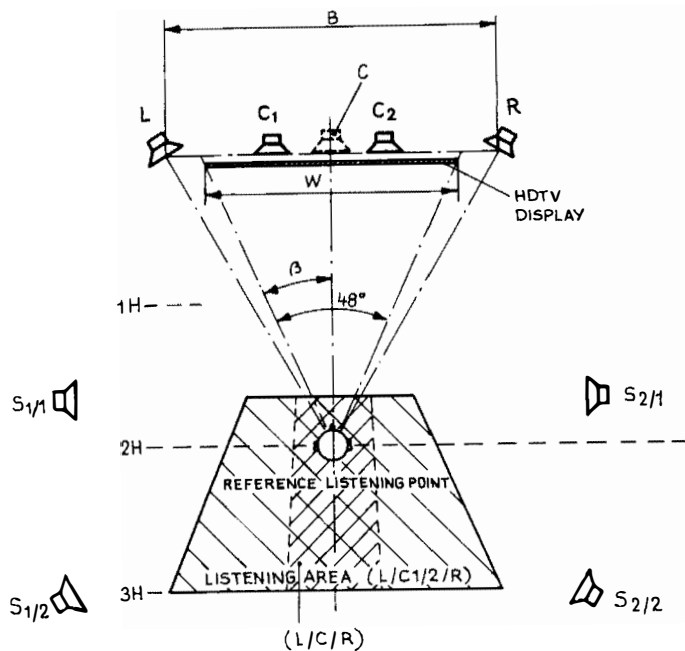


Abb. 4 - Wiedergabebedingungen bei Mehrkanal-Tonsystem  
(Hierarchie gemäß CCIR-IWP 10/12-TG//IRT) für HDTV,  
Mehrkanal-CD etc.

- a) - Bezugsabstand  $3H$  (sowie mit HDTV-Empfänger in  
 $4H$ -Abstand)





b) - Bezugsabstand 2 H

insbesondere bei einer 3-Frontlautsprecher-Variante leichter herbeiführbar sein.

Bei stärker bewegten Bildereignissen (Action Film) soll dagegen der Wunsch nach einem größeren Abstand, etwa 4 H, vorherrschen. Dies entspricht etwa der Betrachtung eines HDTV-Empfängers mit 1 - 1,20 m Bildbreite (mit eingebauter Hörbasis B) aus dem in Abb. 4a eingezeichneten Betrachtungsabstand, wie es als Kombination mit der konventionellen Stereo-Anordnung (und somit einer auch möglichen 4-Frontlautsprecher-Version) angedeutet ist.

Zwar kann man aus dieser Gegenüberstellung auf einen mittleren Bezugsabstand 3 H schließen, dennoch ist die Frage von hier nicht zu kommentierenden unterschiedlichen Bezugsabständen bei den weiteren Bild- und Tonuntersuchungen stets zu berücksichtigen.

Welche realistischen Schritte und Entwicklungstendenzen zeichnen sich für ein neues Tonsystem ab?

#### 4. Unvollkommenheiten der Zweikanal-Stereofonie

Wir sollten uns immer die Zielstellung für die elektroakustische Übertragung vor Augen halten:

Ziel sollte sein, für den Hörer in seinem Wohnraum ein bestmögliches Hörerlebnis, d. h. eine überzeugende Vorstellung vom jeweiligen Schallereignis, einschließlich dessen akustischer Umgebung, der Zuordnung der einzelnen Teilschallquellen im Raum und in entsprechendem Abstand zum Zuhörer zu vermitteln. Dabei ist die optimale Übermittlung des Inhaltes der Darbietung durch

geeignete Übertragung von Richtungs- und Rauminformationen zu intensivieren, so daß - sofern erforderlich - der Hörer den Eindruck erhält, sich in den Ursprungsraum einbezogen zu fühlen.

Aus technischen und wirtschaftlichen Gründen haben sich Rundfunk und Schallplatte bisher auf die Zweikanal-Stereofonie beschränken müssen. Hierbei ist es durch die Übertragung von Richtungsinformationen möglich, eine Aussage über die Lage der Schallquellen im Raum sowie über ihre Ausdehnung und Zuordnung zueinander zu vermitteln. Die Durchsichtigkeit des Klangbildes erhöht sich dadurch, und eine Übertragung von Bewegungsvorgängen ist möglich. Dennoch sind eine Reihe von Kompromissen zu akzeptieren.

Auf der 13. TMT (1984) war der Autor bereits auf Unzulänglichkeiten und Entwicklungstendenzen der Stereofonie eingegangen /1/:

- Starke Platzabhängigkeit, d. h. nur in einer sehr schmalen Hörbereichszone ("Schlauch") um die Mittelachse einer Stereoanordnung sind korrekte Richtungs-, vor allem Mitteneindrücke zu gewinnen.
- Die gesamte Wiedergabe der Hörereignisse ist auf den Hörwinkel (Basiswinkel) beschränkt, d. h. maximal 60 - 70 Grad.
- Die Wiedergabe wird von den akustischen Eigenschaften (Unvollkommenheiten) des Raumes beeinflusst.
- Die Wiedergabe erfolgt nur in der Lautsprecherebene, somit gibt es nur geringe Tiefenstaffelung, und es können keine ausreichenden räumlichen (ambienten) Hörereignisse erzeugt werden.

Der Hörer kann daher auch nicht ausreichend in das künstlerische Geschehen einbezogen werden.

Die Notwendigkeit entscheidender Änderungen ist unbestritten; die bisherigen Verfahrensverbesserungen wurden jedoch nicht ausreichend praxiswirksam.

Wie wichtig die Einbeziehung der räumlichen, der ambienten Toninformation vom Hörer, insbesondere vom Musikliebhaber, angesehen wird, zeigte eine Befragung von 2000 Besuchern von Vorführungen mit Stereophonie und Stereo-Ambiofonie in einem akustisch hochwertigen Abhorräum anlässlich der Einführung der Rundfunkstereophonie. 65 % gaben dabei deutlich einer räumlichen, den Hörer einbeziehenden Wiedergabe den Vorzug vor der bloßen Richtungsinformation auf der Lautsprecherbasis.

Die Empfänger-Industrie hatte sich jedoch bereits für die Richtungswiedergabe entschieden. Daraufhin konzentrierten sich die Arbeiten in verschiedenen Instituten und auch im RFZ auf eine Verbesserung der Richtungsauflösung durch Einfügen eines Mittenlautsprechers. Entsprechend der OIRT-Empfehlung 86 (s. Abb. 3) ist innerhalb der Stereoanordnung für das Abhören von Monowiedergabe ohnehin ein separater Mittenlautsprecher vorgeschrieben. Die Kontrolle der kompatiblen Monoversion über die beiden (äußeren) Stereo-Abhöreinrichtungen ist wegen der entstehenden Frequenzgangverzerrungen im Schallfeld (Tiefenanhebung, Phantomquellenunscharfe) nicht sinnvoll. Für die Ableitung eines Mitten-signals gaben schon Keibs/Tismer eine patentierte Lösung /11/ mit Logikschaltung an; ein ähnlicher Vorschlag, wie ihn seit 1983 Dolby in seinem Filmsystem für 3 Frontlautsprecher nutzt (s. Abb. 5).

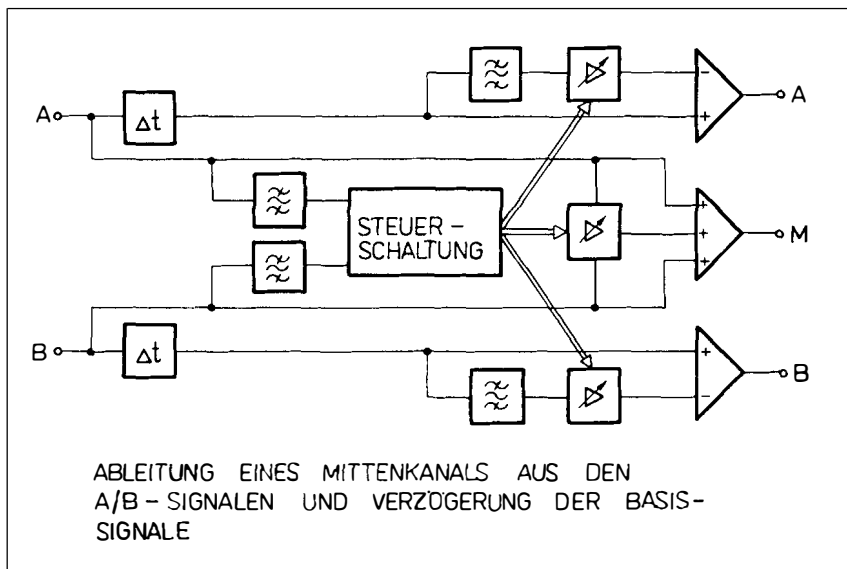


Abb. 5 - Ableitung eines Mittensignals aus den A/B-Signalen

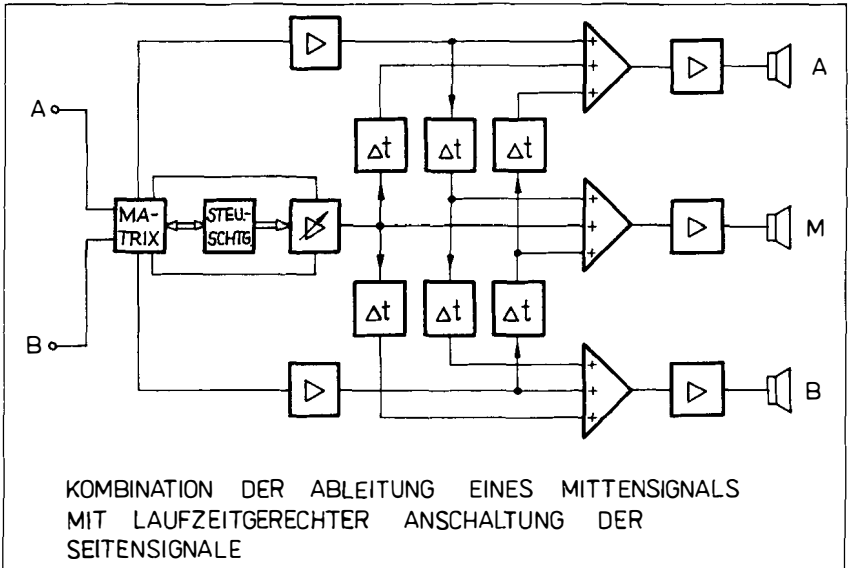


Abb. 6 - Kombination der Ableitung eines Mittensignals mit laufzeitgerechter Anschaltung der Seitensignale

Für größere Studio- und Vorführräume, wo aufgrund der eingenommenen Hörerfläche das Gesetz der ersten Wellenfront für alle von der Mittelachse entfernteren Hörer gilt, kann das vom DSS-Beschallungssystem bekannte Prinzip modifiziert Anwendung finden (Abb. 6).

Obwohl das Dolby-Verfahren durch intelligente Logikschaltung verbessert wurde, sind die Nachteile aller dieser bisher bekannten Lösungen noch zu groß. Vorhandenes widerspricht zwischen den Kanälen, Ortungsverschiebungen bei gleichzeitig auftretenden Maximalamplituden u. a.

Mit Hilfe digitaler Schaltungstechnik sollte inzwischen das Problem besser lösbar sein. Es erscheint dem Autor nach wie vor geboten. Bei einem künftigen HDTV-Tonsystem ist zwar die Zahl der benötigten Kanäle aufgrund moderner Bitratenreduktionsverfahren von untergeordneter Bedeutung, aber der täglich sich erhöhende Bestand hochwertiger Zweikanal-Stereoaufnahmen erfordert auch künftig eine sinnvolle Nachbearbeitung im Studio bzw. durch den Heim-Prozessor im Endgerät /1/.

##### 5. Stereo-Ambiofonie

-----

Intensiv haben wir uns schon vor Jahren mit der Wiedergabe ambienter, räumlicher Signale befaßt und nach einer Idee von Keibs /2/ das stereo-ambiofone Verfahren entwickelt und produziert /13/, das später die Grundlage der sich international fehl-orientierenden Quadrofonie der Industrie war, vor allem auch der Pseudo-Quadrofonie, worunter die Rückgewinnung eines Raumsignals aus dem entsprechend vorbehandelten Stereosignal zu verstehen ist.

Die Abb. 7 und 8 zeigen noch einmal die bereits 1961 angegebene (und patentierte) Lösung. Hierbei sind auch heute noch folgende Merkmale, die für die weitere Entwicklung von Mehrkanaltonsystemen, die für HDTV anwendbar sind, beachtenswert:

- Während die Aufnahme der Direktinformationen in üblicher Art und Weise erfolgt, werden die Informationen aus dem weitgehend indirekten Schallfeld (Rauminformationen) dort mit Raummikrofonen bzw. Kunstkopf aufgenommen, wo dichte und energiereiche Reflexionen entstehen (also vorwiegend am hinteren Ende eines größeren Saales bzw. Studios).  
(Es ist verständlich, daß das Raumsignal vorzugsweise als S-Signal, ggf. aber auch mit entsprechend dosiertem Direktanteil für angemessene Kompatibilität, genutzt werden sollte, Abb. 8.)
- Um die dabei zwangsläufig auftretende Zeitdifferenz zwischen Direkt- und Raumsignal auszugleichen (in großen Studios in der Größenordnung von ca. 60 ms) ist dabei - entgegen oft fälschlicherweise geäußerten Vorstellungen - das Direktsignal gegenüber dem Raumsignal zu verzögern, nicht umgekehrt! Man hat dabei die Möglichkeit, unterschiedliche akustische Verhältnisse, d. h. Hörerplätze nachzubilden, indem man durch Verändern der Verzögerungszeit zwischen 20 und ca. 60 ms praktisch den Hörer entweder ins vordere Parkett oder in hintere Sitzplatzbereiche versetzen (aufgrund der jeweils unterschiedlichen Steilheit der Hüllkurve und Dichte der Raumreflexionen in den ersten 200 ms, s. Abb. 9) und dabei auch die gewünschte Dominanz der Frontlautsprecher mit dem Direktsignal gegenüber dem ambienten Signal erreichen kann, entsprechend auch der mitunter zu erwartenden größeren Anzahl von Hörern (im "High-End-Heimkino").



Schematische Darstellung der Anordnung zur Übertragung und Wiedergabe in 4-4-4-Technik Stereo-Ambiofonie

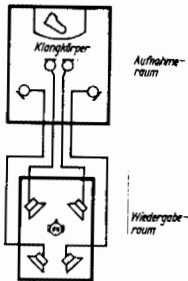


FIG. 7

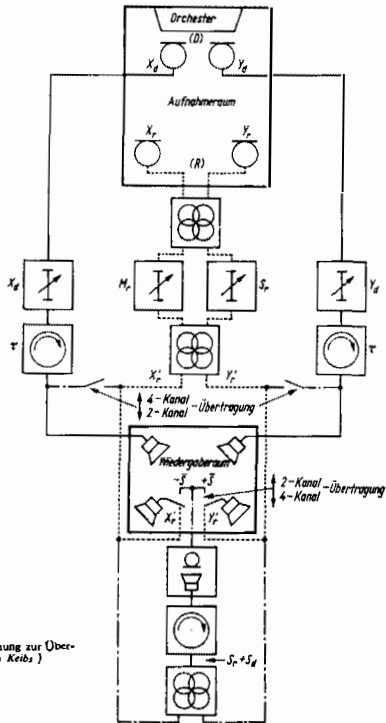


FIG. 8

Schematische Darstellung der Anordnung zur Übertragung von Stereo-Ambiofonie (nach Keibz)  
 ----- Direktsignal (D)  
 ..... Raumsignal (R)  
 - - - - - Kombinationssignal (D + R)

Abb. 7 - Schematische Darstellung der Anordnung zur Übertragung und Wiedergabe von Direkt- und Raumsignalen (Stereo-Ambiofonie) in 4-4-4-Technik

Abb. 8 - Anordnung zur Übertragung von Stereo-Ambiofonie (nach /2/, /13/)

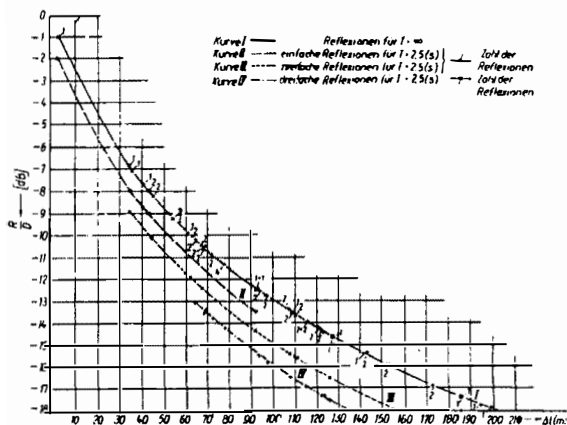
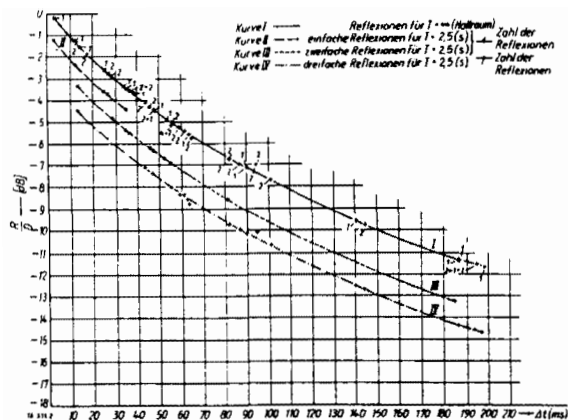


Abb. 9 - Verlauf des R/D-Verhältnisses in einem Rechteckraum von  $10.000 \text{ m}^3$  in Abhängigkeit von der Laufzeitdifferenz  $\Delta t$  gegenüber dem Direktschall  $d/2$

a) Abstand Schallquelle - Hörer  $d = 24 \text{ m}$

b) Abstand Schallquelle - Hörer  $d = 10 \text{ m}$

Es ist dies ein entscheidendes Merkmal der Stereo-Ambiofonie, was für unsere neuen Betrachtungen wieder Aktualität gewinnt.

Auf die Verzögerung verzichten kann man bekanntlich nur, wenn das Raumsignal bei einem Abstand von  $< 12$  m von den Direktmikrofonen zu erhalten ist, was z. B. in einem Saal hoher Diffusität unterhalb der gegliederten Saaldecke möglich sein kann.

- Sofern eine Übertragung von Direktsignal und Raumsignal über getrennte Wege (4-4-4) nicht möglich ist, kann eine Matrizierung in der in /2/ angegebenen Art erfolgen. (Dies führt allerdings zu einer Verringerung der Durchsichtigkeit des Direktsignals.) Die Rückgewinnung erfolgt dann aus dem Differenzsignal (S). Das Raumsignal wird sowohl gegenphasig als auch zusätzlich mit konphasen Anteilen zur Erhaltung von Raumschall in einer monokompatiblen Fassung über Lautsprecher seitlich oder hinter den Hörern abgestrahlt.

Dabei werden entweder sogenannte Diffusstrahler oder gegen die seitlichen bzw. hinteren oberen Raumkanten gerichtete Lautsprecher verwendet, damit diese nicht geortet werden können. Zusätzliche Nachbearbeitung der Raumsignale (Frequenzkorrektur, Verzögerung, Verhallung usw.) kann je nach Programmgenre und Anforderungen die Qualität des Raumsignals verbessern (einschließlich De-Korrelation). Derartige Einrichtungen erschienen auch bereits in den 70er Jahren, unter Benutzung der Lösung von Keibs, um auch Stereoaufnahmen ohne ausreichenden Raumanteil im S-Signal nachzubearbeiten (bekannt als Pseudo-Quadrofonie).

Nachdem es seinerzeit um die falsch angewendete Vierkanaltechnik als "Quadrofonie" bald ruhig wurde und wegen geringen Interesses in der Empfänger-Industrie auch die Stereo-Ambiofonie nicht in

größeren Umfang eingeführt werden konnte, gibt es wieder viele "neue" Ideen, durch Raumsignalgewinnung die konventionelle Stereophonie attraktiv zu machen.

Hierbei wird das Raumsignal nicht mehr als ambientes Signal (von Ambience = Umgebung) bezeichnet, sondern als "Surround-Signal" = Rundum- bzw. Umgebungssignal. Allerdings gibt es noch keine internationalen Vereinbarungen, ob man nur indirekte oder auch direkte Schallanteile über die "Surround-Lautsprecher" abstrahlen sollte; die Festlegung sollte bald getroffen werden.

überprüft man Programmmaterialien, live-Übertragungsfälle, auch Kinofilme (die seit Walt Disneys "Fantasia" 1940 und nun dem Dolby-Surroundverfahren zunehmend ambiente Informationen enthalten) und schließlich auch Hörgewohnheiten, kann man schließen, daß bis auf wenige Fälle, wo Applaus, Effekte u. ä. seitlich oder von hinten sinnvoll sind (Film), Surround-Kanäle nur Informationen aus dem indirekten Schallfeld tragen sollten. Daraus ergeben sich dann eindeutige und einheitliche Bedingungen für die Wiedergabeseite beim Hörer.

Viele weitere Verfahren nach der Ambiofonie wären zu erwähnen (wie Ambisonics, Eidophonie), an denen z. T. auch weitergearbeitet wird; sie wurden jedoch schon an anderer Stelle (u. a. Theile /7/) zitiert und zu erhaltende Aspekte gewürdigt.

6. Zur weiteren Entwicklung eines Tonsystems für HDTV und anderen Anwendungen

-----

Zur Beschleunigung und Koordinierung internationaler Arbeiten auf dem Tongebiet sowie im Hinblick auf rechtzeitige Realisie-

rung weiter- und neuentwickelnder Tonsysteme wurde (wie o. a.) auf Initiative des Autors als Vorsitzender der Arbeitsgruppe 10-C im CCIR eine Task Group 10/1 (bisher bezeichnet IWP 10/12) unter Leitung von Dr. Theile, IRT, gegründet - "Multichannel Sound Systems". Wie die Bezeichnung der Arbeitsgruppe zeigt, soll die Arbeit nicht auf MDTV beschränkt bleiben.

Die erste Beratung (Marz 1990, Genf) /8/ verabschiedete den vom IRT und auch von der EBU eingebrachten Vorschlag einer Wiedergabeanordnung, wie sie etwa der Abb. 4a entspricht, als mögliche optimale Anordnung einer Tonsystemfamilie. Von diesem Stand aus sind dann abwärts kompatibel verschiedene sinnvolle Lautsprecher-Kombinationen für Direkt- und Surroundsignale denkbar:

4 (D) - 4 (S)	(optimale Anordnung)	
4 - 2	3 - 4	2 - 4
4 - 0	3 - 2	2 - 2
	3 - 0	2 - 0
		(1 - 0)

Anordnungen mit nur einem Surround-Lautsprecher werden (siehe auch die Stereo-Ambiofonie-Wiedergabe) als nicht sinnvoll angesehen.

Die angegebenen Stufen werden als "Performance-Level" bezeichnet; man kann sie auch als Komfort-Stufen ansehen.

Prinzipiell ist die Zahl der zugehörigen Übertragungskanäle nicht mehr das relevante Problem; sie sind stets exakt von der Anzahl der Wiedergabelautsprecher zu unterscheiden. Wie schon erwähnt, ist durch die modernen Bitratenreduktionssysteme

(speziell MUSICAM) die Anzahl der Kanäle (und die dafür erforderliche Übertragungskapazität) nicht mehr ausschlaggebend für eine Systemauswahl.

Es ist daher zu untersuchen, ob man - zumindest in vielen Anwendungsfällen - auf diskrete "transparente" Kanäle verzichten kann und auf einen "Komplexkanal" orientiert, in dem die durch die Stereophonie korrelierten Signale (+ Datenkanäle) "verdichtet" (digital) untergebracht sind. Vorschläge gibt es dazu von anderen Autoren (u. a. /7/), so daß hier von weiterer Erörterung abgesehen werden kann. Zu beachten sind aber auch die Entwicklungen auf dem Gebiet der Schallplattenaufzeichnungstechnik.

Zur Berücksichtigung allgemein höherer Qualitätsansprüche sollte nicht vorzugsweise und schon gar nicht allein nur auf eine auf HDTV gerichtete Tonsystemlösung orientiert werden.

Ziel sollte vielmehr sein, nach nunmehr 30 Jahren vergeblicher Bemühungen die Zweikanal-Stereophonie drastisch und effektiv zu verbessern und mit der Hierarchie abwärtskompatibler Tonsysteme den folgenden Bedingungen zu entsprechen:

- Erfüllung unterschiedlich hoher Ansprüche der Hörer (speziell auch der Musikliebhaber bezüglich der Qualitätsparameter, Akzeptanz einer höheren Anzahl von Wiedergabelautsprechern als zwei);
- Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Wiedergabebedingungen (im Auto, am Strand, im Heim, in größeren Vorführ- und Wiedergaberäumen usw.);

- Erfüllung der Bedingungen für eine bildbezogene Tongestaltung bei Kombinationen mit Film und TV - sowohl beim klassischen 3 : 4- als auch 16 : 9-Format, für Simulcastbetrieb sowie bei gemeinsamer Bild-Tonübertragung;
- Geeignet für die Übertragungs- bzw. Aufzeichnungsmedien

DAB, DSR, HDTV, Mehrkanal-Audio-CD, Mehrkanal-Video-CD.

Nur eine komplexe Betrachtungsweise und Einbeziehung der Tendenzen der übrigen Consumerindustrie und die Berücksichtigung der möglichen Akzeptanz sichern Aussicht auf Realisierung und Einführung neuer Tonsysteme. (Beispiel CD: Erst die Vergleichsmöglichkeiten auf dem Markt machten das Erscheinen und Weiterbestehen der CD erfolgreich - gefordert wurde sie allein nur wegen einer versprochenen höheren Qualität vom Hörer nicht!) Die z. Z. sich abzeichnende Euphorie für HDTV und dessen ab ca. 1995 geplante Einführung sollte als Katalysator benutzt werden, um neben einer evolutionären Verbesserung der Tonqualität zugleich auch die Möglichkeit einer revolutionären Verbesserung zu erreichen - d. h. schrittweises Erreichen einer optimalen Mehrkanaltechnik, wie sie im Studio-/Produktionsbereich anzustreben ist.

Neben der Ausrichtung auf optimale Ton-Wiedergabequalität für die klangqualitätsbewußten Hörer und im Hinblick auf HDTV, wie sie im CCIR, TG 10/1 diskutiert wird, (entsprechend Abb. 4a) muß man aufgrund der in den letzten 30 Jahren mit der Rundfunkstereofonie gemachten Erfahrungen nüchtern und realistisch bleiben und erkennen, daß ein (nicht bestimmbarer) Teil der Rundfunk/TV-Teilnehmer nicht bereit sein wird, die Wohnung nach Bild- und

Tonansprüchen umzufunktionieren, sondern sich auf die Tonwiedergabe aus dem einen oder maximal zwei Lautsprechern des TV-Gerätes bei allen Rundfunk- und TV-Programmen beschränken will (vom Frühstücks-TV bis zum Nachtprogramm). Auch die Kostenfrage und die Unannehmlichkeit der Aufstellung von mehreren (bis zu 8) Lautsprechern können eine solche Auffassung begünstigen.

Zwischen den beiden genannten Extremen wird sich die Basis eines akzeptierten Qualitätssprungs einpendeln, also ist die Vorgehensweise im CCIR, nach einer Tonsystemfamilie zu suchen, durchaus zu rechtfertigen, und man kann die These aufstellen, daß

- für höchste Ansprüche 8 Wiedergabelautsprecher (maximal 8 Kanäle bzw. ein Komplexkanal) sinnvoll sind, aber
- für geringere Ansprüche (d. h. etwa bisheriger Stand) 2 Wiedergabekanäle mit 2 (bis 4) Lautsprechern benutzt werden können.

Daraus ist auch für das große Mittelfeld ableitbar, daß ein Vorzugs-Heimwiedergabestandard mit 4 bis 5 Lautsprechern (4 - 5 diskrete Kanäle bzw. ein Komplexkanal) möglicherweise akzeptiert werden kann (3 Front-, 2 Surround-Lautsprecher), unter Berücksichtigung gleicher Anwendung für HDTV, Mehrkanal-DAB bzw. -DSR, Audio-CD, Video-CD und somit als praktikable Alternative zum optimalen o. a. HDTV-Produktionsstandard. Hierbei könnten die Kanäle sowohl mit 4 - 8 Lautsprechern als auch mit 2 - 3 Frontlautsprechern und offenen Kopfhörern für das Raumsignal genutzt werden (letztere Variante als eine preiswerte und hausfrauenkompatible Lösung!).



Erforderlich sind hier auch noch soziologische Untersuchungen - wieviel Zeit wird ein TV-Seher denn täglich in solch neuer akustischer Umgebung verbringen wollen? Werden die Lautsprecher womöglich auch so falsch stehen wie z. Z. bei Zweikanal-Stereo? Wie pegelt der Hörer solche Anlagen ein?

Natürlich müssen damit die gängigen Filmformate einschließlich Dolby-Versionen bestmöglich wiedergegeben werden können (nicht etwa umgekehrt!).

Aus dem Gesagten ist es zusätzlich zu den im Eureka-Programm schon laufenden Arbeiten auch notwendig, daß Rundfunkinstitutionen sowie Empfänger- und Schallplattenindustrie über Einführungslosungen diskutieren, aussichtsreiche Matrixverfahren weiter optimiert werden, die Aufnahme-(Produktions)- und Bearbeitungstechnik (unter den Bedingungen der Abwärtskompatibilität) eingehend zu erarbeiten und schließlich nach subjektiven Systemqualitätsbewertungen dann Feldversuche in HDTV und auch DAB sowie dabei auch soziologische Untersuchungen durchzuführen. Dann wird es auch möglich sein, eine einheitliche Terminologie zu entwickeln.

Bei allen Untersuchungen ist zu bedenken - nur der erwähnte qualitativ "hohe Sprung" gegenüber der konventionellen Zweikanal-Stereofonie bei wirtschaftlichen Lösungen wird bei den Produzenten in den Studios sowie auch bei den Hörern Akzeptanz erreichen. Die langjährigen Erfahrungen mit der Stereofonie im Fernsehen sind dabei zu berücksichtigen. Die Aussicht, bei sehr gutem Ton einmal umgekehrt vom "Fernsehbegleitbild" zu sprechen (wenn das Programm ausnahmsweise nicht den Erwartungen genügt), dürfte dann wohl nicht sehr abwegig sein.

## Literatur

-----

## /1/ Steinke, G.

Entwicklungstendenzen der Stereophonie

Vortrag zur Tonmeistertagung, München, 1984,

Bericht S. 137 - 157 sowie in Bild und Ton 39 (1986) 6,

S. 174 - 179

## /2/ Keibs, L.

Universelles System zur stereo-ambiofonen Aufnahme und

Wiedergabe

Vortrag zur 7. Tonmeistertagung, Köln, 1966

(Bericht S. 10 - 14)

## /3/ Augustin, J.

Stereo-Ton im Fernsehen/Aufnahme

Vortrag zur 9. Tonmeistertagung, Köln, 1972

(Bericht S. 57 - 60)

## /4/ Brook, M.; Danilenko, L.; Strässer, W.

Wie bewertet der Zuschauer das stereofone Fernsehen?

Vortrag zur 13. Tonmeistertagung, München, 1984

(Bericht S. 367 - 377)

## /5/ Danilenko, L.

Die audiovisuelle Wahrnehmung auf dem Wege von Television

zu Telepräsenz

Vortrag zur "Pro Media Convention", Köln, Oktober 1990

## / 6/ Marschner, W.

Technische und ästhetische Probleme der Stereophonie im  
Fernsehen - eine Bestandsaufnahme

Vortrag zur 12. Tonmeistertagung, München, 1981

(Bericht S. 161 - 172)

## / 7/ Theile, G.

Multi-Channel Sound in the Home: Further Development of  
Stereophony

Perception of Reproduced Sound, August 1990

## / 8/ CCIR, Meeting of IWP 10/12

Multichannel Sound Systems

Telecommunication Journal, Geneva, 57 (1990) VI,

S. 358 - 360

## / 9/ Hoeg, W.; Wagner, K.

Aspekte der stereofonen Tonübertragung im Fernsehen

Techn. Mitt. d. RFZ, Berlin, 16 (1972) 4, S. 104 - 106

## /10/ Wagner, K.

Das Fernsehen und der gute Ton

Ästhetisch-technische Aspekte der Fernsehtongestaltung  
und -übertragung

Theorie und Praxis, Berlin (Diskussionsmaterialien des  
Fernsehens der DDR) Heft 49/50, 1974, S. 93 - 150

## /11/ Keibs, L.; Tismer, W.

Verfahren zur Wiedergabe stereophoner Schallübertragung  
und -aufzeichnungen

DD-Patent 42908 (1961) und 47205 (1965)

/12/ Dolby, R.

Schaltungsanordnung zur Ableitung eines Mittenkanalsignals für stereofone Tonwiedergabe (DD-Patent 2551 326)

/13/ Steinke, G.

Stereo-Ambiofonie - Die Grundlage der Quadrofonie  
Techn. Mitt. des RFZ, 16 (1972) 2, S. 59 - 64