

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

**Band:** 60 (1982)

**Heft:** 3

**Artikel:** Feldmessungen des Zwei-Tonträger-Verfahrens im Fernsehen

**Autor:** Gysel, Hermann

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-876151>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 08.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

**Zusammenfassung.** Im 7-MHz-Raster der Bänder I und III kann 242 kHz oberhalb des ersten Tonträgers im Fernsehkanal ein 2. Tonträger ausgestrahlt werden, während im 8-MHz-Raster der Bänder IV und V bis zu vier Zusatzträger denkbar sind [1]. Es werden zwei Feldmessungen an Umsetzernetzen und Untersuchungen des Geräuschabstandes im 2. Tonkanal beschrieben.

## Programmes de mesures en campagne du procédé à deux canaux son en télévision

**Résumé.** Dans les canaux espacés de 7 MHz des bandes I et II, il est possible de diffuser une deuxième porteuse son à 242 kHz au-dessus de la première porteuse son TV, alors que dans ceux espacés de 8 MHz des bandes IV et V, on pourrait théoriquement loger jusqu'à quatre porteuses supplémentaires [1]. L'auteur décrit deux programmes de mesures en campagne touchant les chaînes de réémetteurs ainsi que des analyses du rapport signal/bruit dans le 2<sup>e</sup> canal son.

## Misurazioni di campo del sistema televisivo con doppio canale audio

**Riassunto.** Nella spaziatura di 7 MHz, 242 kHz sopra la prima portante audio nel canale televisivo delle bande I e III può essere trasmessa una seconda portante audio, mentre nella spaziatura di 8 MHz delle bande IV e V potrebbero essere allocate fino a quattro portanti supplementari [1]. Si descrivono due misurazioni di campo alle catene di ripetitori e le indagini sul rapporto segnale-rumore nel secondo canale audio.

## 1 Einleitung

In gebirgigem Gelände werden oft wesentliche Ausbreitungseffekte in der Form von Verzerrungen des hochfrequenten Fernspektrums angetroffen [2]. Diese überlagern sich, wenn mehrere Umsetzernetzen hintereinandergeschaltet werden. Vor allem leistungsstarke Kurzzeitechos (um 100 ns) können den Bild-/Tonträgerpegelabstand empfindlich stören. Wird der Bildträger abgesenkt, nehmen die Intermodulationsprodukte im Kanal zu, da der Umsetzer hauptsächlich die Bildträgerleistung auf ihren Sollwert regelt. Abgesenkte Tonträger führen zu schlechten Ton-/Geräuschabständen.

In zwei Messreihen im Berner Oberland wurde festgestellt, dass ausgeprägte Spektrumsverzerrungen bei etwa 10 % der Umsetzernetzen der Bänder III, IV und V anzutreffen sind. Es zeigten sich auch jahreszeitliche Ausbreitungsänderungen einzelner Strecken. Die statistische Erfassung von über 100 umsetzerversorgten Messpunkten ergab eine Streuung des Pegelabstandes zwischen Bild- und Haupttonträger von 4...5 dB. Die Streuung zwischen den beiden Tonträgern betrug nur 1 dB. Bildstörungen durch ein 242-kHz-Moiré wurden immer gleichzeitig mit dem bekannten 1,07-MHz-Moiré beobachtet. Der subjektive Störeindruck war ähnlich, so dass man kaum von wesentlichen neuen Bildstörungen durch Einführen des Zweitontbetriebes sprechen kann.

Der zweite Ton selbst wird in Geräten, die Bild- und Tonträger gemeinsam verarbeiten, durch Intermodulationsprodukte, die in den 2. Tonkanal fallen, gestört. Kritische Bildinhalte können den Geräuschabstand bis etwa 22 dB gegenüber dem Wert bei normalem bewegtem Bild verschlechtern. Es wurde aber festgestellt, dass nur zu 5 % der Zeiten Geräuschabstände auftreten, die mehr als 3 dB unter dem Geräuschmittelwert liegen. Der Geräuschabstand ist proportional dem Intermodulationsabstand der Übertragungsstrecke, falls im 2. Tonkanal die Intermodulationsleistung wesentlich über der Rauschleistung liegt.

Ein weiterer Aspekt der Übertragung eines zusätzlichen frequenzmodulierten Trägers über heutige Umsetzer ist, dass 5,74 MHz oberhalb des Bildträgers Amplitudengang und Gruppenlaufzeit nicht mehr flach sind. Die Filterflanken führen zu Verzerrungen im demodulierten

Signal sowie zu Laufzeitunterschieden zwischen den Stereokanälen. Die Verzerrungen lagen unter 0,3 % und werden nicht weiter betrachtet. Laufzeitforderungen werden hergeleitet.

In Gemeinschaftsantennenanlagen können Probleme mit dem Kopfstellenmaterial und dem Nachbarkanalbetrieb entstehen.

## 2 Zweitontmessungen an Umsetzernetzen

Im Februar 1980 wurde die kritische Umsetzernetz Niederhorn—Hahnenmoos—Hornfluh—Gstaad—Gsteig auf ihre Zweitonttauglichkeit im Jetzt-Zustand untersucht. Es zeigte sich, dass die apparativen Einflüsse sich hauptsächlich auf die Bildung von Intermodulationsprodukten, die in den 2. Tonkanal fallen, beschränken. Stark vom Umsetzerfabrikat abhängig ist die Laufzeitdifferenz zwischen den beiden Tonträgern. Typische Werte lagen um 75 ns. Der Amplitudengang der Filterflanke betrug zwischen den beiden Tonträgern im Mittel 0,4 dB je Umsetzer. Zum Erfassen der Ausbreitungseinflüsse wurden 54 Stichproben bei diskreten Frequenzen im Fernsehkanal gemessen. Die Summenhäufigkeit der Abweichungen vom Amplitudensollwert ist in *Figur 1* dargestellt. Etwa 6 % der Stichproben fallen aus der übrigen Verteilung. Sie stammen von einer Strecke, die auf einer Fre-

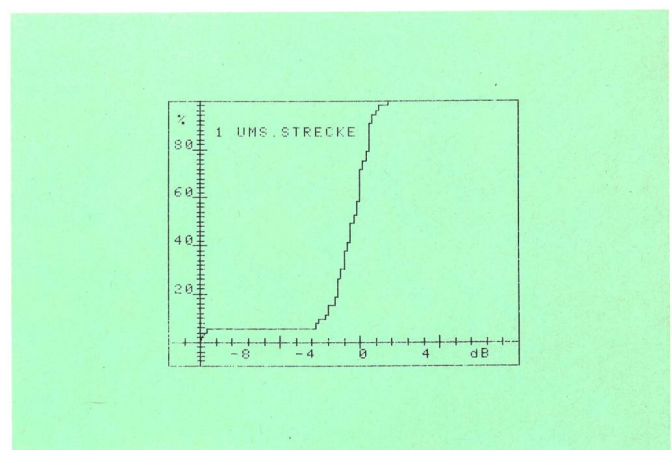


Fig. 1  
Ausbreitungseinfluss auf einer Umsetzernetzstrecke



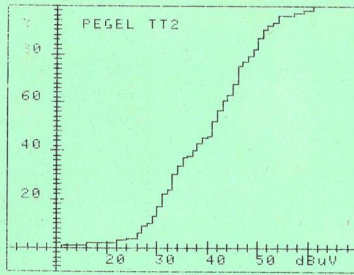


Fig. 2  
Pegel des 2. Tonträgers

quenz wegen Mehrwegempfang unbenützbar war. Sonst erkennt man, dass für jede Strecke mit etwa 1 dB Streuung des Amplitudenganges gerechnet werden muss. Für eine Kaskade mit fünf Umsetzern folgt aus der Summe der Varianzen eine Gesamtstreuung von gut 2 dB.

Nach der Ausmessung der einzelnen Strecken wurde im Juni 1980 am Sender Niederhorn der Kanal 12 mit einem 2. Tonträger betrieben. Wegen Störungsmeldungen musste der Pegelabstand des 2. Tonträgers 3 dB höher eingestellt werden, als in der deutschen Zweitonnorm vorgesehen [3]. Alle Geräuschangaben aus dieser Messreihe sind daher gegenüber Normalbetrieb um mindestens 3 dB zu tief. Gemessen wurde mit einem Zweitonn-Intercarriereempfänger (Quasiparallelton) und einer Messantenne, die etwa die Daten einer guten Hausinstallation erbrachte. Über 100 Messpunkte wurden in den Versorgungsgebieten der jeweiligen Umsetzer so ausgewählt, dass sie etwa der Bevölkerungsdichte entsprachen.

Figur 2 zeigt die angetroffenen Pegel des 2. Tonträgers. Die resultierenden Geräuschabstände im 2. Tonkanal, CCIR-spitzenbewertet [4], sind als Summenhäufigkeit in Figur 3 dargestellt. 50 % betragen 41 dB (44 dB mit Normpegeln) oder mehr. 20 % lagen unter 40 dB. Sie stammten entweder von zu niedrigen Pegeln oder von zu hohen Intermodulationsleistungen im 2. Tonkanal. Bessere Werte als 46 dB konnten mit dem verwendeten

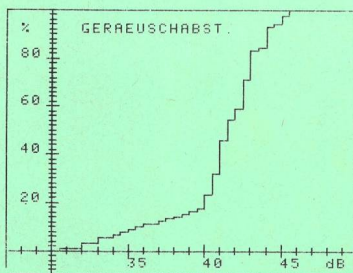


Fig. 3  
Summenhäufigkeit der Geräuschabstände

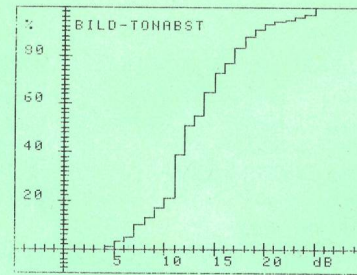


Fig. 4  
Summenhäufigkeit der Bild-Ton-Abstände

Empfänger und der reduzierten Ausstrahlungsnorm nicht erreicht werden.

Ein bemerkenswertes Resultat dieser Messreihe kann den Figuren 4 und 5 entnommen werden. Diese zeigen nämlich, dass im betrachteten Gebiet die Streuung der Differenz von Bild-/Tonträgerpegel etwa viermal grösser als jene zwischen den beiden Tonträgern ist. Die Erklärung liegt darin, dass Echos mit grossen Umwegen stark gedämpft auftreten, da die Reflexionsflächen ungünstig liegen. Kurzzeitechos hingegen, meist vom Antennenvorgelände herrührend, sind oft fast der direkten Welle betragsgleich. Die Wahrscheinlichkeit einer wesentlichen Spektrumsverzerrung nimmt demnach mit dem Abstand der Träger zu.

### 3 Geräuschabstand im 2. Tonkanal

Es ist bekannt, dass Rauschen im HF-Kanal eines FM-Systems zu einem NF-Geräusch nach der Demodulation führt, dessen spektrale Leistungsdichte dem Quadrat der Modulationsfrequenz proportional ist. Die Deemphase macht dieses Spektrum flach [5]. Geräuschabstände  $\hat{a}_g$ , CCIR-spitzenbewertet [4], entsprechen im 2. Tonkanal bei Berücksichtigung der Zweitonnorm und nach Deemphase gemessen etwa

$$\hat{a}_g = P_T - F + 138 \text{ [dB]}$$

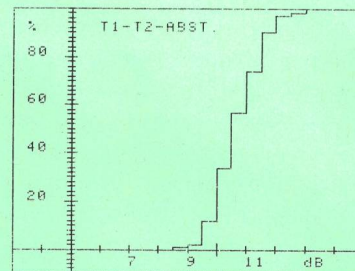


Fig. 5  
Summenhäufigkeit der T1-T2-Abstände



mit

$P_T$  Leistung des 2. Tonträgers in dBm

F Empfängerrauschzahl in dB

Weniger bekannt dürfte der Einfluss des im Umsetzer erzeugten Intermodulationsgeräusches, das in den 2. Tonkanal fällt, auf den niederfrequenten Geräuschabstand sein. Man trifft im 2. Tonkanal zwei Haupterscheinungsformen der Intermodulationsprodukte 3. Ordnung an

- ein Produkt aus Bildträger, seinen Modulationsseitenbändern und dem 2. Tonträger (Kreuzmodulation)
- ein Produkt aus Bildträger, Modulationsseitenbändern im Abstand von rund 250 kHz und dem Haupttonträger

Das letztgenannte Produkt stellt ein Problem dar, das vom 1. Fernsehsehton her nicht bekannt war. Während sich die Kreuzmodulation im Amplitudenbegrenzer des Empfängers weitgehend verliert (Verschlechterung des Geräuschabstandes etwa 3 dB), wirkt sich das zweite Produkt wie ein Interferenzstörer aus. Kennt man den sogenannten Kreuzmodulationsabstand des Umsetzers [6], so lässt sich der hochfrequente Störabstand im 2. Tonkanal ableiten. Es gelten

- angenommener Kreuzmodulationsabstand 57 dB
- halbe erste Tonträgerleistung +3 dB
- zwei Modulationsseitenbänder –6 dB
- Abstand Bildträgerpegel 2. Tonträgerpegel –20 dB
- Störabstand im 2. Tonkanal 34 dB

Figur 6 zeigt vereinfacht die Entstehung des zweiten Produktes bei einem 250-kHz-Videosignal der Amplitude 100 % Weissmodulation. In Figur 7 sind die Störer im 2. Tonkanal beim gleichen Videosignal zu sehen. Man erkennt den Hauptstörer 250 kHz oberhalb des ersten und 7,8 kHz oberhalb des 2. Tonträgers. Die Kreuzmodulation ist im (mehrfachen) Abstand der Zeilenfrequenz um den 2. Tonträger zu sehen.

Der unbewertete niederfrequente Störabstand berechnet sich als Interferenzproblem zu 46 dB [7]. Berücksichtigt man den Einfluss der Kreuzmodulationsanteile mit –3 dB, der Bewertung mit –12 dB bei 7,8 kHz und der Deemphase mit +8 dB, so kommt man auf 39 dB, eine gute Näherung des Geräuschabstandes, der, gemessen, 37 dB betrug. In [7] wird gezeigt, dass der niederfrequente Stör- oder Geräuschabstand proportional dem Abstand Nutzträger – Interferenzstörerpegel ist. Man kann daher bei Umsetzer(ketten) aus dem gemess-

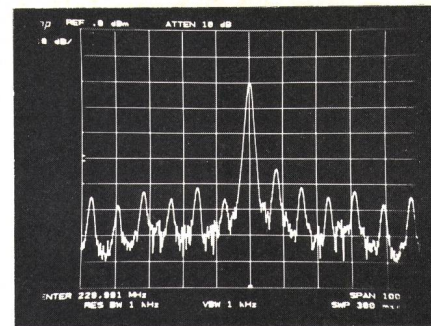


Fig. 7  
Intermodulationsprodukte im 2. Tonkanal nach einem Umsetzer (horizontal 10 kHz/div, vertikal 10 dB/div) [Bildmodulation: 250 kHz]

senen Kreuzmodulationsabstand [6] direkt auf den erreichbaren Geräuschabstand im 2. Tonkanal schließen. Tabelle I zeigt diesen Zusammenhang mit Korrekturwerten für verschiedene Bildinhalte.

Tabelle I. Geräuschabstand im 2. Tonkanal in Funktion des Bildinhaltes

Bildinhalt	250 kHz Rechteck	PTT-Testbild	Bewegtes Bild
Geräuschabstand	$a_{KM} - 20$ dB	$a_{KM} + 1$ dB	$a_{KM} + 2$ dB

$a_{KM}$  Kreuzmodulationsabstand nach [6], (Bildträger –8 dB, Seitenband –6 dB, Tonträger –10 dB)

Tabelle I zeigt, dass der Geräuschabstand im 2. Tonkanal bei vernachlässigbarem Rauschen sehr stark durch den Bildinhalt beeinflusst wird und dass er eine direkte Funktion der Linearität des Gerätes ist. Da bei 250-kHz-Rechteckmodulation unbrauchbare Geräuschabstände auftreten, stellt sich die Frage, wie häufig solch ungünstige Bildinhalte überhaupt sind. Um dies zu ermitteln, wurden während dreier Programmstunden in der Sekunde zwei Geräuschproben festgehalten. Das Ergebnis dieses Tests, die relative Summenhäufigkeit der Amplitude der Geräuschspannung im zweiten Ton, zeigt Figur 8. Der Mittelwert entspricht dem Kreuzmodulationsabstand plus 2 dB nach Tabelle I. Man erkennt, dass nur 5 % der Stichproben mehr als 3 dB schlechter als der Mittelwert sind. Dies zeigt, dass der 250-kHz-Test zwar informativ, statistisch aber unbedeutend ist.

Setzt man in Tabelle I den Kreuzmodulationsabstand einer 5er-Umsetzer-Kette ein, also (57...14) dB, so darf bei bewegtem Bild zu 95 % der Zeit mit einem Geräuschabstand am Umsetzerkettenende von 40 dB und

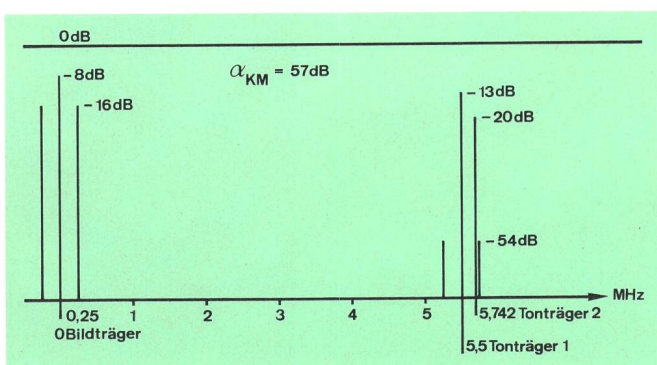


Fig. 6  
IM-Produkte im 2. Tonkanal

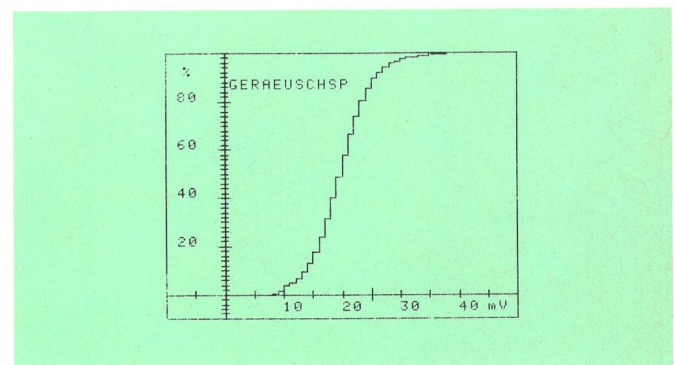


Fig. 8  
Zeitliche Summenhäufigkeit der Geräuschspannung



besser gerechnet werden, vorausgesetzt, dass keine Strecke besondere Ausbreitungsprobleme aufweist.

#### 4 Laufzeiten bei Stereoübertragung

In [8] wurde eine neue Stereomatrix für das Zweitontonfernsehen vorgestellt, die zum Ziele hat, korrelierte Inter-carriergeräusche gleichmässig auf R und L zu verteilen. Übersprechen kann in dieser Matrix nur von R nach L erfolgen, da im Hauptkanal  $\frac{L+R}{2}$  und im 2. Tonkanal nur R übertragen wird. Abgesehen von Senderzuführungen, Empfängerfilter usw. erzeugen auch Umsetzer durch Laufzeitunterschiede zwischen den beiden Tonträgern R  $\rightarrow$  L Übersprechen. Im Falle von

$$R = A \cos \omega t \quad (2)$$

wird bei der Dematrizierung in L ein R-Rest der Form

$$R(t) - R(t - \tau) = A \cdot \sin \omega \tau \cdot \sin \omega t \quad (3)$$

auftreten. Die R  $\rightarrow$  L-Übersprechdämpfung  $a_{\bar{u}}$  ist dann

$$a_{\bar{u}} \approx 1/\omega \tau \quad (4)$$

Für UKW-Rundfunk verlangt man 35 dB bei 3 kHz, was bedeutet, dass ein gesamter Laufzeitfehler zwischen den beiden Tonträgern, wie er in den Filterflanken der Umsetzer entsteht, von 1  $\mu$ s akzeptabel ist.

#### 5 Gemeinschaftsantennenanlagen

Kopfstationen, die Bild- und Tonträger nicht getrennt umsetzen, weisen die gleichen Probleme auf wie die beschriebenen Umsetzer. Wird der Tonträger getrennt umgesetzt, ist der Ton-ZF-Teil üblicherweise schmalbandig und enthält einen Amplitudenbegrenzer. Die Ton-ZF-Filter müssen dann umgestimmt werden, und statt begrenzt, sollte das Summensignal der beiden Tonträger in der Amplitude geregelt werden. Dies verhindert allerdings eine individuelle Pegelung der Tonträger. Ein weiteres Problem ist die Eigentonfalle im Bild-ZF-Filter. Diese muss verbreitert werden, ohne die Gruppenlaufzeit im Bildkanal zu stören.

Ein HF-Rauschabstand von 43 dB im Bildkanal — ein üblicher Wert an der Teilnehmerdose — lässt sich um-

rechnen in etwa 53 dB bewerteten Geräuschabstand im 2. Tonkanal, bei einer Differenz zwischen Bild- und Zweitontonträgerpegel von 20 dB. Weitere wesentliche Pegelabsenkungen im 2. Tonkanal sind daher nicht ratsam.

Bei Nachbarkanalbetrieb wird das Problem der Demodulation des 2. Tonträgers des unteren Nachbarkanals besonders bei älteren Geräten aktuell, die noch nicht mit Oberflächenwellenfiltern und automatischer Frequenzkontrolle (AFC) ausgerüstet sind.

#### 6 Schlussfolgerungen

Im 2. Tonkanal des Fernsehens scheint es recht schwierig zu sein, auf den verschiedenen Verteilnetzen auf Geräuschabstände von über 50 dB zu kommen. Wahrscheinlich ist dies auch nicht nötig, da das Bild weiterhin die Hauptinformation darstellt. Es darf erwartet werden, dass über 80 % des Versorgungsgebietes kritischer Umsetzernetzen mit dem 2. Ton und mit Geräuschabständen von über 40 dB bedient werden können. Bei Gemeinschaftsantennenanlagen wird das Nachbarkanalproblem etwas verschärft.

#### Bibliographie

- [1] Bernath K. und Klingler R. Nutzung des freien MHz im UHF-Fernsehkanaal der CCIR-Norm G mit FM-Tonträgern. Bern, Techn. Mitt. PTT 54 (1976) 7, S. 244.
- [2] Bernath K. und Brand H. Über den Einfluss der Mehrwegausbreitung auf das trägerfrequente Spektrum des Fernsehsignals. Bern, Techn. Mitt. PTT 35 (1957) 10, S. 401.
- [3] Ausstrahlungsnorm für das Zweiträgersystem. München, Funkschau 52 (1980) 8, S. 11.
- [4] Recommendation 468-2: Measurement of Audio-Frequency Noise in Sound Broadcasting, in Sound-Recording Systems and on Sound Programme Circuits. Kyoto, Recommendations and reports of the CCIR, XIVth plenary assembly, 1978, p. 162.
- [5] Mäusl R. Modulationsverfahren in der Nachrichtentechnik. Heidelberg, Uni-Taschenbücher 536, 1976.
- [6] Pflichtenheft für Fernsehumschalter in den Frequenzbereichen I, III, IV und V. Bern, Generaldirektion PTT, 1979.
- [7] Küpfmüller K. Die Systemtheorie der elektrischen Nachrichtenübertragung. Stuttgart, 1974.
- [8] Aigner M. und Gorol R. Eine neue Stereomatrixierung für den Fernsehkanal. Hamburg/München, Rundfunktechn. Mitt. 23, (1979) 1, S. 10.