Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = 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 Telegrafenbetriebe

Band: 42 (1964)

Heft: 10

Artikel: Empfangsprobleme bei mehreren Fernsehsignalen im Frequenzband III

Autor: Brand, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-875178

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: 09.12.2025

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

Nº 10 - BERN, X. 1964 - JAHRGANG - ANNÉE - ANNO XLII

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

BULLETIN TECHNIQUE

PTT

BOLLETTINO TECNICO

Herausgegeben von den Schweizerischen Post-, Telephon- und Telegraphen-Betrieben – Publié par l'entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses – Pubblicato dall'Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

H. Brand, Bern

621.397.62:621.391.82.018.2

Empfangsprobleme bei mehreren Fernsehsignalen im Frequenzband III

Zusammenfassung. *In vielen Landesteilen der Schweiz ist es möglich, zwei oder drei Fernsehsender im Frequenzband III zu empfangen. In der Empfangspraxis können in der Umgebung starker Sender die schwächer einfallenden Signale gestört werden, da die Trenneigenschaften von Empfängern und andern Anlageteilen begrenzt sind. Die vorliegende Arbeit untersucht und diskutiert diese Eigenschaften im Hinblick auf ganze Empfangsanlagen. Soweit dies bei der Vielfalt des angebotenen Installationsmaterials immer möglich ist, werden auch quantitative Angaben gemacht, die dem Fernsehinstallateur unmittelbar helfen sollen, die nötigen Massnahmen zu treffen. Aus dem gleichen Grunde wird auch ein konkreter Störfall behandelt und dieser an verschiedenen Anlagebeispielen ausführlich besprochen.*

Résumé. Problèmes de réception à plusieurs signaux de télévision dans la bande de fréquences III. *Dans de nombreuses régions de la Suisse, il est possible de capter deux ou trois émetteurs de télévision dans la bande de fréquences III. A la réception, les signaux plus faibles peuvent être perturbés au voisinage d'émetteurs puissants, vu que les caractéristiques de coupure de récepteurs et d'autres parties d'installation sont limitées. Le présent article analyse et discute ces caractéristiques sur la base d'installations réceptrices complètes. En tant que cela est possible du fait de la multiplicité du matériel d'installation offert, des indications d'ordre quantitatif sont aussi données; elles doivent aider l'installateur de télévision à prendre les mesures nécessaires. Pour le même motif, l'auteur traite un cas concret de dérangement et l'étudie en détail d'après différents exemples d'installations.*

Riassunto. Problemi di ricezione di parecchi segnali televisivi nella banda III. *In parecchie regioni della Svizzera è possibile captare due o tre trasmettitori televisivi nella banda III. In pratica, i segnali deboli possono essere perturbati nelle zone in prossimità di stazioni potenti, poichè le caratteristiche di selettività dei ricevitori e di altre parti dell'impianto ricevente sono limitate. Il presente articolo esamina e discute queste caratteristiche sulla base d'impianti nel loro insieme. Per quanto ciò sia possibile, vista la varietà di materiale d'installazione offerto sul mercato, l'autore dà anche indicazioni quantitative permettenti all'installatore di prendere direttamente i provvedimenti necessari. Per la medesima ragione viene pure trattato un caso concreto di disturbo e questo viene discusso in modo particolareggiato per diversi esempi d'impianti.*

Einleitung

Mit dem ständig fortschreitenden Ausbau des Fernsehsendernetzes gelangen immer neue Landesteile der Schweiz in den Genuss von zwei oder mehr Fernsehprogrammen. Die Inbetriebnahme neuer Sender oder Umsetzer bedingt in deren Versorgungsgebiet auf der Empfangsseite meistens einen Ausbau der Antennen- und Verteileranlage. Dabei wird der ortsansässige Fernsehinstallateur oft vor Probleme gestellt, die nicht immer leicht zu lösen sind. So hat zunächst der Fernsehteilnehmer selbst nur dann Verständnis für die an seiner Anlage erforderlichen Neuaufwendungen, wenn sich deutlich sichtbare Empfangsverbesserungen oder -erweiterungen, beispielsweise ein weiteres Programm, ergeben.

Den schweizerischen PTT-Betrieben fällt die Aufgabe zu, eine möglichst vollständige Versorgung aller Bevölkerungs- beziehungsweise Landesteile mit den schweizerischen Programmen anzustreben. Bei dem stetigen, aber notgedrungen schrittweise vor sich gehenden Weiterausbau des Sendernetzes ist es nun nicht zu vermeiden, dass gelegentlich eine kleine Zahl Fernsehteilnehmer ihre Empfangsanlage anpassen muss, ohne das sich dabei die Empfangsverhältnisse sichtlich verbessern. Dies ist jeweils für alle Beteiligten – Teilnehmer, Installateure und PTT-Betriebe – unangenehm, aber im Interesse einer weit grösseren Teil-

nehmerzahl unumgänglich, die durch die Änderung oder Erweiterung in den Genuss besserer Empfangsbedingungen gelangt.

Mit der zunehmenden Belegung der verfügbaren Fernsehkanäle mehren sich also nicht nur die Empfangsmöglichkeiten, sondern treten auch vermehrte Störmöglichkeiten auf. Eine kürzlich erschienene Arbeit gibt in allgemeiner Form eine willkommene Übersicht und Zusammenstellung der wegleitenden Gesichtspunkte [1]. Im vorliegenden Aufsatz wollen wir uns mit Empfangsstörungen im Frequenzband III befassen (Kanäle 5...12), und zwar mit Störungen, die durch Fernsehsignale in einem andern als dem gerade eingestellten Kanal hervorgerufen werden. Derartige Nebenkanalstörungen treten besonders dann auf, wenn das eine Signal sehr stark einfällt, also in der näheren Umgebung eines Senders. Im wesentlichen hat man es demnach mit einem *Trennschärfeproblem* zu tun, wobei – wie wir sehen werden – nicht nur der *Empfänger*, sondern auch *Antennenverstärker* und *andere Anlageteile* für ungenügendes Trennvermögen verantwortlich sein können. Die Zahl der möglichen Signal- beziehungsweise Kanalkombinationen am Empfangsort ist vielfältig und für jeden Landesteil anders. Wir wollen auf eine Darstellung verschiedener Möglichkeiten verzichten, dagegen einen uns naheliegenden Fall, der für viele ähnliche Fälle grundlegende Bedeutung hat, eingehend behandeln. Dabei soll die übliche Bau- und Installationspraxis für Empfangsanlagen wegleitend sein, für die auch zweckmässige Massnahmen zur Bekämpfung derartiger Störungen angegeben werden.

Die PTT-Betriebe nehmen in diesen Wochen auf dem Bantiger einen neuen Band-III-Sender in Betrieb, der anstelle des bisherigen Umsetzers das Welschschweizer Programm (Programme romand) auf Kanal 10 ausstrahlen wird. Mit diesem neuen Sender sollen besonders Teile der Westschweiz versorgt werden, die durch den Sender La Dôle nur ungenügend erreichbar sind, wie der Jura-Südfuss. Die äquivalente Strahlungsleistung des neuen Senders beträgt 100 kW. Für Bern und Umgebung ergeben sich somit grosse Empfangsfeldstärken, die sowohl bei Einzel- als auch bei Gemeinschaftsanlagen den Empfang des Deutschen Fernsehens auf Kanal 8 beeinträchtigen können. Die Art und das Wesen dieser Störungen werden nun untersucht und anschliessend die gegebenen Massnahmen besprochen.

1. Das Trennvermögen von Heimempfängern

Untersucht man Heimempfänger verschiedener Herkunft auf ihre Trennschärfe, so stellt man zunächst fest, dass die Gesamtdurchlasskurven (vom Antenneneingang bis zur Steuerelektrode der Bildröhre) für die meisten Empfänger der 625-Zeilennorm (CCIR) praktisch dieselben sind. Ihr Verlauf, der besonders auch für die Unterdrückung des obern und untern Nachbarkanales eine grosse Bedeutung hat, beschreibt allerdings das Trennvermögen des Empfängers nicht vollständig. Infolge von Nichtlinearitäten, besonders in der Hochfrequenzstufe, führen grosse Signale in Nebenkanälen zu Intermodulationsstörungen, das heisst aus den beteiligten Signalen entstehen Störanteile, die in den Zwischenfrequenzbereich fallen und so ungedämpft bis zur Bildröhre gelangen. Häufig lässt sich die sogenannte Kreuzmodulation beobachten, bei der der ganze Modulationsinhalt – also das Videosignal – vom starken Störträger auf den schwachen Nutzträger hinüberwechselt.

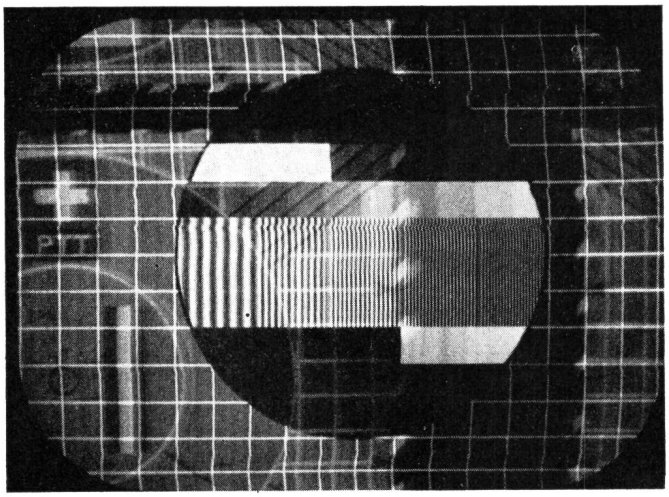

Fig. 1

Beispiel einer Nebenkanalstörung. Empfänger auf Kanal 8 eingestellt. Einwirkung eines sehr grossen Kanal 10-Signals

Figur 1 zeigt eine derartige Kreuzmodulation. Der Empfänger ist auf Kanal (K) 8 eingestellt und gibt das Testbild des Deutschen Fernsehens wieder. Gleichzeitig liegt ein sehr viel grösseres K 10-Signal mit dem Schweizer Testbild am Eingang des Empfängers. Das störende K 10-Bild erscheint gleichzeitig mit dem gewünschten Bild, die beiden schieben sich gewissermassen übereinander. Dabei synchronisiert der Empfänger auf das

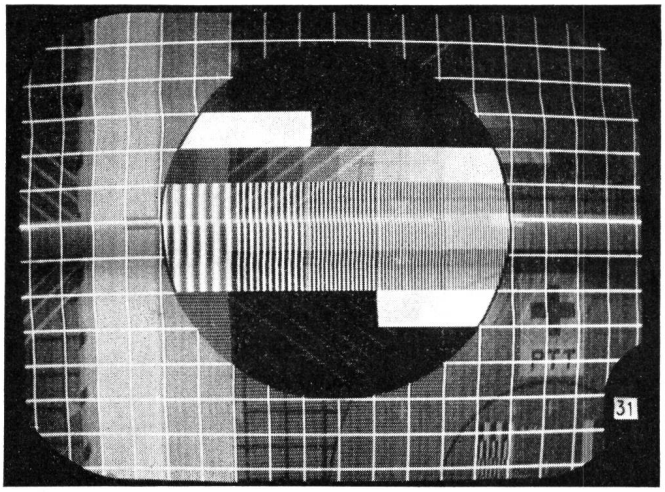

Fig. 2

Wie Fig. 1, aber Kanal 10-Signal etwas schwächer. Das Störbild erscheint mit umgekehrter Polarisation

hier überwiegende Nutzbild. Deutlich zu erkennen sind die Austastbalken des Störbildes. *Figur 2* zeigt den gleichen Fall mit etwas schwächerem Störsignal. Das Störbild hat gegenüber Figur 1 seine Polarität gewechselt, die Austastbalken erscheinen hier weiss. (Dieser Effekt ist auf die Arbeitsweise der Regelung beziehungsweise auf die Kennlinienkrümmung der HF-Stufe zurückzuführen.)

Als Momentaufnahme zeigen die Photos den Störeindruck unvollständig. In Wirklichkeit bewegt sich das eine Bild, beispielsweise das unerwünschte, entsprechend der Frequenzdifferenz der Taktgeber der beiden Sender ständig. Bei schwachem Störsignal erkennt man zunächst die ständig hin- und herwandernden Austastbalken, wobei sich die Bildaustastung in vertikaler Richtung sehr langsam bewegt, während die Horizontalbewegung der Zeilenaustastung vom Stillstand bis zu sehr raschen Durchgängen wechselt. Der Störeffekt ist gerade wegen des ständig und unregelmässig wechselnden Bewegungsablaufes für das Auge sehr lästig. Vielen Schweizer Fernsehteilnehmern ist er übrigens bekannt als Gleichkanalstörung in Band I, wo sie gelegentlich in den Sommermonaten infolge sogenannter Überreichweitenausbreitung auftritt.

Störbeobachtungen und Messungen

Zur zahlenmässigen Ermittlung des Trennvermögens standen zehn Heimempfänger verschiedener Marken der Jahrgänge 1959-1964 zur Verfügung. Der zu untersuchende Empfänger wurde mit den beiden Signalen K8 und K10 angespeist *(Figur 3)*. Dabei benützten wir die Original-Empfangssignale des deutschen Senders Feldberg (K8) und des schweizerischen Umsetzers Bantiger (K10). Über Filter gelangten sie zu den Kanalverstärkern und schliesslich über einstellbare Dämpfungen und einen linearen Mischer reflexionsfrei an den Empfängereingang. Der Empfänger selbst bleibt auf den gewünschten K8 eingestellt. Die beiden Signalpegel lassen sich mit den Dämpfungsreglern beliebig verändern und einstellen. Für verschiedene Nutzsignalpegel (U_8) wurde nun der noch zulässige Störsignalpegel (U_{10}) von verschiedenen Beobachtern bei allen Empfängern festgestellt. Durch Ausmittlung der Beobachtungen gelangt man zu Durchschnittswerten, die in den *Figuren 4* und *5* dargestellt sind. In einem früheren Aufsatz sind die Beobachtungs- und Ausmittelmethoden ausführlich besprochen worden [2]. Alle angegebenen Spannungen sind Synchronpegelwerte und beziehen sich auf das 60 Ohm-System. Demgemäss sind für den symmetrischen Empfängereingang die Spannungswerte zu verdoppeln. Spannungsangaben erfolgen auch in dB über 1 μV (dBμ). Die Kurven zeigen *zulässige* Signalabstände, das heisst bei den Kurvenwerten ist die Störung mit Sicherheit noch nicht zu erkennen. Zu berücksichtigen ist eine Streuung um etwa $\pm$ 6 dB über alle geprüften Empfänger. Erwähnenswert ist ferner, dass ein Empfänger mit der PCC 189 bestückt war, alle andern mit der PCC 88. Über Empfänger mit volltransistorisierten Tunern liegen heute noch ungenügende Messresultate vor.

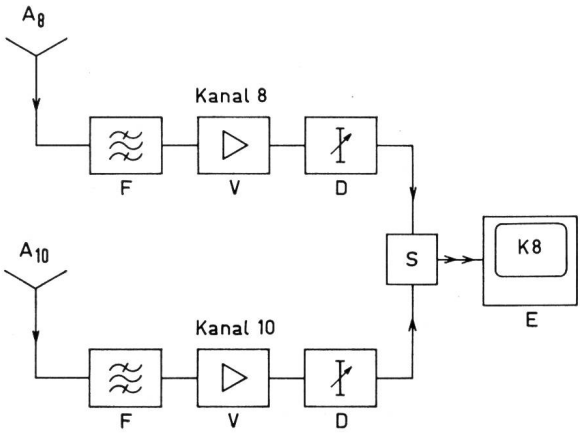

Fig. 3

Versuchsanordnung zur Beobachtung von Nebenkanalstörungen an Heimempfängern

A = Kanalantennen
F = Kanalfilter (Bandpässe)
V = Kanalverstärker
D = regelbare Dämpfungsglieder
S = linearer Mischer mit Anpassglied
E = Heimempfänger auf K8 eingestellt

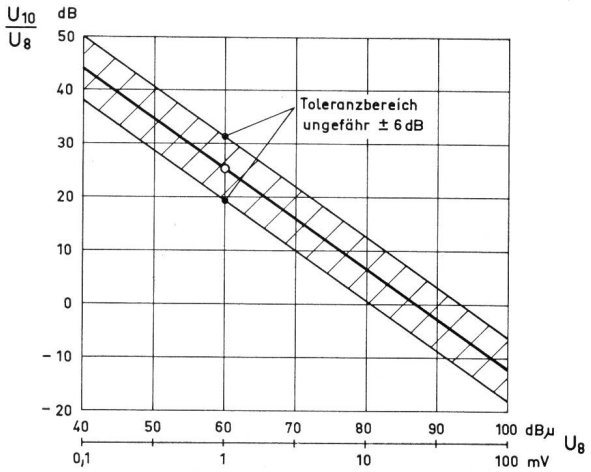

Fig. 4

Durchschnittlich zulässiger Signalabstand für Nutzkanal 8 (U_8) und Störkanal 10 (U_{10})

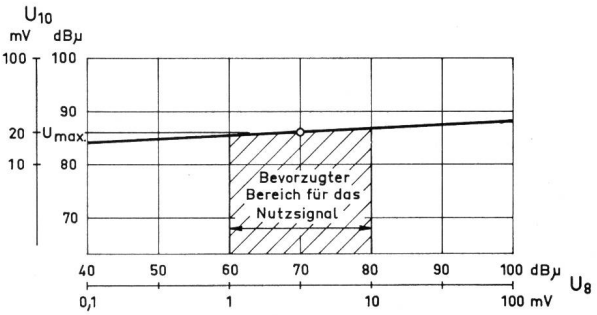

Fig. 5

Durchschnittlich zulässiges Störsignal (U_{10}) für den Nutzkanal 8. Maximal zulässige Eingangsspannung im Mittel $U_{max} \approx 86$ dBμ (20 mV)

Diskussion der Ergebnisse

Die zulässigen Signalabstände (U_{10}/U_8) nehmen mit zunehmendem Nutzsignal (U_8) ab und zwar nahezu in dem Masse, wie das Nutzsignal zunimmt (siehe Fig.4). In anderer Darstellung (Fig. 5) zeigt sich deutlich, dass das zulässige Störsignal (U_{10}) in Funktion des Nutzsignals (U_8) nahezu konstant bleibt, also nur sehr wenig vom Nutzsignal abhängig ist. Das Auftreten von Nebenkanalstörungen ist also in erster Linie vom Pegel des Störsignals bestimmt, der im vorliegenden Fall etwa 86 dBμ (20 mV) betragen darf.

Für die Empfangspraxis wesentlich ist der Umstand, dass man wahlweise auch die hier als Störsignal bezeichnete Spannung U_{10} als Empfangssignal ausnützen will. In diesem Fall wird U_8 zum Störsignal und darf seinerseits 20 mV nicht übersteigen. Für andere Kanalabstände liegen die zulässigen Werte anders, nämlich etwas günstiger für die Kanalnummerndifferenz 3 oder grösser und wesentlich ungünstiger für die Kanalnummerndifferenz 1, das heisst für die direkten Nachbarkanäle oben oder unten [2, 3].

Zusammenfassend ist über das Trennvermögen von Heimempfängern festzustellen:

Sollen im gleichen Frequenzband mehrere Signale empfangen werden, so sind grosse Empfängereingangsspannungen zu vermeiden. Bei zwei oder mehr erwünschten Signalen im Frequenzband III und einer Kanalnummerndifferenz von 2 (zum Beispiel K 8 und K 10) darf der Pegel des stärksten Signals 20 mV (86 dBμ) nicht übersteigen (Richtwert).

2. Intermodulationseffekte in Antennenverstärkern

Wie die Empfänger, enthalten auch die handelsüblichen Antennenverstärker Nichtlinearitäten und erzeugen unerwünschte Nebenprodukte, die sich empfangsstörend auswirken können. Wie wir sehen werden, sind wiederum die Spannungspegel an den Verstärkereingängen von grosser Bedeutung, wobei wir sogleich voraussetzen wollen, dass der Verstärker durch das Nutzsignal nicht übersteuert wird.

Kreuzmodulation durch Nebenkanalsignale

Hat diese hier die gleiche Bedeutung wie beim Empfänger? ist die naheliegendste Frage, denn in Gemeinschaftsanlagen arbeitet man heute zur Hauptsache mit selektiven Kanalverstärkern, die über die entsprechende Antenne grundsätzlich nur das ihnen zustehende Kanalsignal erhalten. Die Selektionsfähigkeit sogenannter Kanalantennen wird aber meistens überschätzt (vgl. Abschnitt 4). Tatsächlich gelangen ausser dem gewünschten Nutzsignal auch ganz beträchtliche Anteile unerwünschter Nebenkanalsignale an den Verstärkereingang. Falls durch Kreuzmodulation die Modulation des unerwünschten Signals auf den Nutzträger übergeht, gelangt das so infizierte Signal über den «geschlauften» Ausgang in das Verteilsystem und kann weder durch den Empfänger noch durch andere Siebmittel wieder entfernt werden.

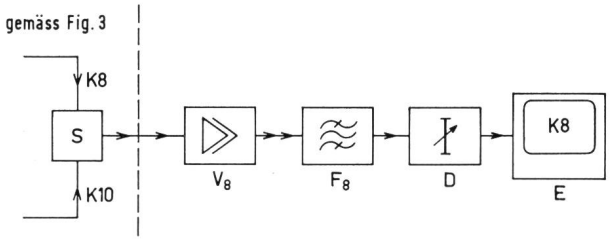

Fig. 6

Versuchsanordnung zur Beobachtung von Kreuzmodulationseffekten in Antennenverstärkern

V_8 = Antennenverstärker K 8 (Prüfling)
F_8 = Kanalfilter K 8 (Bandpass)
E = Heimempfänger auf K 8 eingestellt
D = regelbare Dämpfung, U_e = konstant (ca. 10 mV)

An etwa zehn Kanalverstärkern verschiedener Fabrikate wurden, ähnlich wie bei den Empfangsmessungen, die zulässigen Signalabstände durch Bildschirmbeobachtungen ermittelt *(Figur 6)*. Als Nutzsignal wurde wiederum das K 8-Signal des deutschen Senders Feldberg, als Störsignal das K 10-Signal des Umsetzers Bantiger verwendet. Die angegebenen zulässigen Störspannungen gelten als Richtwerte für den gleichen Kanalabstand im ganzen Band III.

Es würde zu weit führen, hier alle Messungen anzuführen, auch ist der Vergleich verschiedener Verstärker nicht so einfach, da verschiedene Eigenschaften berücksichtigt werden müssen, wie Verstärkungsgrad, Bandbreite, Aussteuerung. Mit andern Worten: sie müssen gemäss ihrem vorgesehenen Verwendungszweck betrieben werden. Die folgenden Richtlinien kann man sich merken:

a) *Das Nutzsignal darf den Verstärker nicht übersteuern (die maximale Ausgangsspannung darf nicht überschritten werden).*

Beispielsweise:
Verstärkung...50 dB (1 Kanal)
Maximale Ausgangsspannung: 1 V (120 dBμ)
Maximale Eingangsnutzspannung:
120—50 = 70 dBμ ($\approx$3 mV)

b) *Die zulässige Störspannung für die Kanalnummerndifferenz 2 (etwa K 8 und K 10) ist konstant, also unabhängig vom Eingangsnutzsignal. Sie darf bei Röhrenkanalverstärkern höchstens etwa gleich gross werden wie das maximale Eingangsnutzsignal.*

Die handelsüblichen *Breitbandverstärker*, meistens für ein Frequenzband ausgelegt, weisen im allgemeinen schlechte Kreuzmodulationseigenschaften auf. Bei der Verstärkung von zwei Signalen darf das grössere oder jedes der beiden höchstens einen Wert von 10 dB unterhalb der maximalen Eingangsnutzspannung aufweisen.

Beispielsweise:
Verstärkung 50 dB (Frequenzband III)
Maximale Ausgangsspannung 1 V (120 dBμ)
Maximale Eingangsspannung für ein Signal
120—50 = 70 dBμ ($\approx$3 mV)
Maximale Eingangsspannung für jedes Signal bei 2 Signalen
60 dBμ (1 mV)

Bei *transistorisierten Kanalverstärkern* sind die Verhältnisse heute im allgemeinen noch ungünstiger. Die zur Zeit angebotenen Verstärker eignen sich für Einzel- oder kleine Gemeinschaftsanlagen, indem maximale Ausgangsspannungen (über 60 Ohm) von etwa 100 mV erreicht werden. Anhand der vier von uns geprüften Fabrikate lässt sich nichts Allgemeines über die zulässige Störspannung aussagen, als dass sie hier ebenfalls konstant und unabhängig von der Eingangsnutzspannung ist. Für die untersuchte Kanalnummerndifferenz 2 darf sie bei dem einen Fabrikat gleich gross der maximalen Eingangsnutzspannung sein (wie bei den Röhrenkanalverstärkern), bei einem andern aber nur einen Wert um 20 dB unterhalb dieser erreichen. Ausser den Eigenschaften der verwendeten Transistoren spielt die Selektivität des Eingangskreises eine ausschlaggebende Rolle.

Nebenwellenbildung in Verstärkern

Auch wenn am Eingang kein Störsignal vorhanden ist, kann ein Verstärker selbst, infolge seiner Nichtlinearitäten, Störfrequenzen, sogenannte Nebenwellen, erzeugen. Es entstehen im wesentlichen Produkte, die sich aus der Kombination von Bild- und Tonträger ergeben. Sie können sich als Störer in benachbarten Kanälen bemerkbar machen und sind auch durch die Anwendung der Schlauftechnik (vgl. Fig. 9) direkt auf das Verteilsystem geschaltet. *Figur 7* veranschaulicht die Verhältnisse bei einem K10-Verstärker. Das Nebenprodukt (B-2 · 5,5 MHz) liegt direkt im Kanal 8. Über die Grössenordnung dieser Nebenwellen orientiert folgende Tabelle:

Abstand der erzeugten Nebenwellen vom Nutzbildträger (B) bei maximaler Aussteuerung der Verstärker

Art des Verstärkers	Nebenwelle in dB unterhalb des Nutzbildträgers	
	B—5,5 MHz oder T+5,5 MHz	B—2 · 5,5 MHz oder T+2 · 5,5 MHz
Röhren-Kanalverstärker	45...55	60...70
Röhrenbreitbandverstärker (1 Frequenzband)	30...40	40...50
Transistorverstärker	25...40	35...60

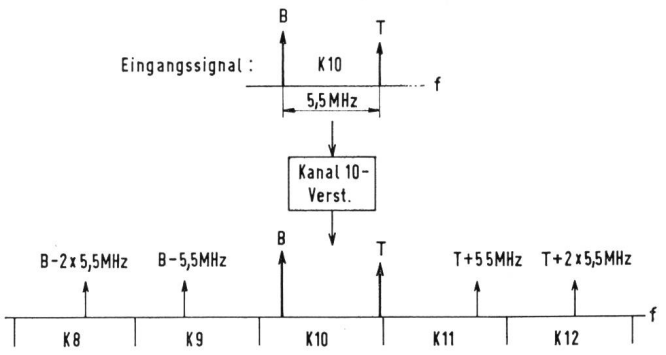

Fig. 7
Nebenwellenbildung durch Nichtlinearitäten in Verstärkern

In der Empfangspraxis spielt die hier lediglich der Vollständigkeit halber beschriebene Nebenwellenbildung eine unbedeutende Rolle, indem die Nebenwellen meist weit unter den entsprechenden Nutzpegeln liegen. Wir wollen deshalb hier nicht weiter auf den Effekt eintreten. Es sei erwähnt, dass innerhalb des Kanals der nötige Abstand solcher Nebenwellen je nach Frequenzlage etwa 30...40 dB beträgt.

3. Trennung und Zusammenschaltung verschiedener Fernsehkanäle

Das Konzept der Empfangsanlage bei mehreren Signalen

Der anspruchsvolle Fernsehteilnehmer will mit seinem Apparat alle Empfangsmöglichkeiten ausschöpfen und auf einfache Weise zwischen allen verfügbaren Programmen auswählen können. Während der Empfänger diese Kanalwahl ohne weiteres durch Verstellen des Tuners zulässt, gibt es für den Aufbau der Antennenanlage verschiedene Varianten, deren Zweckmässigkeit vor allem durch die örtlichen Empfangsverhältnisse bestimmt wird. Weiter für den Aufbau der Anlage massgebend ist die Zahl der angeschlossenen Teilnehmer, wobei zunächst zwischen Einzelanlagen und Gemeinschaftsanlagen unterschieden werden muss.

Wenn wir an eine Einzelanlage denken, so besteht die technisch einfachste Lösung in einer Breitbandantenne, die mit einem Rotor in die Richtung des jeweils gewünschten Senders gedreht wird. Die Antenne wird durch eine Zuführleitung mit dem Empfänger verbunden. Aus verschiedenen Gründen wird diese Methode in der Schweiz fast nicht angewendet. Breitbandantennen für alle Frequenzbänder sind verhältnismässig gross und aufwendig (Rotor), haben nur einen mittelgrossen Gewinn (zu wenig für schwache, zuviel für starke Signale) und auch das Empfangsdiagramm zeigt nur mittlere Qualitäten (Reflexionsunterdrückung).

Weit verbreitet ist die Methode, für jedes einfallende Signal eine eigene und für dieses Signal passende, das heisst qualitativ ausreichende Antenne einzurichten. Bei Gemeinschaftsanlagen ist das gleichzeitige Vorhandensein aller verfügbaren Signale ein Erfordernis, aber auch bei Einzelanlagen führt das Prinzip «jedem Signal seine eigene Antenne» zur weitaus saubersten Lösung, wie noch gezeigt werden wird. Unbestritten ist das Prinzip der gemeinsamen Niederführung der verschiedenen Signale, wobei neuerdings auch die Frequenzbänder IV und V einbezogen werden. Die Verteilarmaturen aller Fabrikate sind dementsprechend in ihrem Frequenzbereich erweitert worden.

Eine technisch unsaubere Methode, die aber unter Umständen trotzdem zu noch brauchbaren Empfangsergebnissen führt, sieht man oft bei Einzelanlagen angewendet: Sie besteht darin, dass man für das am schwächsten einfallende Signal eine gute Antenne montiert und die stärker einfallenden Signale einfach über diese Antenne empfängt. Man erspart sich so mehrere Antennen und Zusammenschaltmittel und

empfängt mit den geringsten Anlagekosten alle einfallenden Kanäle.

Die Zusammenschaltung der Antennensignale

Wenn wir uns jetzt dem Prinzip «jedem Signal seine eigene Antenne» zuwenden, so stossen wir zunächst auf ein grundsätzliches Problem, das, solange keine Schwierigkeiten auftreten, oft gar nicht beachtet wird. Anhand von *Figur 8* betrachten wir den einfachsten Fall, bei dem zwei Signale von zwei Antennen empfangen und zusammengeschaltet werden sollen, beispielsweise die Kanäle 8 und 10. Beide Antennen nehmen beide Signale auf, man erhält also am Zusammenschaltpunkt Z für jeden Kanal zwei Signale: ein stärkeres und ein schwächeres. Dieses stammt von der kanalfremden Antenne und ist unerwünscht. Falls sein Pegel gegenüber dem stärkeren Signal nicht genügend abgesenkt ist, wird das resultierende Bild infolge Laufzeitdifferenzen und Phasenlage der beiden Anteile beeinträchtigt. Es verliert an Schärfe oder zeigt Erscheinungen ähnlich wie Überschwingen an den scharfen Kanten (Schwarz-Weiss-Sprünge). Wir haben es also mit einer Gleichkanalstörung durch ein Signal gleichen Ursprungs zu tun – eine in unserem gebirgigen Gelände durch Reflexionen hinreichend bekannte Erscheinung. Der erforderliche Abstand des störenden Anteils vom Nutzsignal beträgt für eine gute Bildqualität etwa 30 dB. In der Praxis erreichen nun die bei einer Antennenanlage vorkommenden Laufzeitdifferenzen das Auflösungsvermögen der Empfänger (0,1 μs) meist nicht, da die verschiedenen Antennen oft am gleichen Standort beziehungsweise auf dem gleichen Mast montiert sind. Es genügt daher ein Abstand von etwa 10...15 dB. Ausschlaggebend für den auftretenden Störeffekt bei geringem Abstand ist die Phasenlage der beiden Signale, die natürlich gemäss den installierten Leitungslängen jeden beliebigen Wert aufweisen kann und sich somit in der Praxis der Beeinflussung entzieht. Die Figuren 15 zeigen Beispiele des auftretenden Störeffekts bei einem Signalabstand von nur 3 dB.

Das Zusammenschaltglied darf also nicht breitbandig, sondern muss frequenzselektiv sein, die erwünschten Signalanteile müssen von den unerwünschten getrennt beziehungsweise gesperrt werden. Die erwünschten Signale sollen mit möglichst geringen Verlusten und reflexionsfrei zusammengeschaltet werden. Dies wird mit sogenannten Antennenweichen bewerkstelligt, die in allen möglichen Frequenzband- und Kanalkombinationen erhältlich sind. Eine weitere Trennmöglichkeit, von der rege Gebrauch gemacht wird, ergibt sich bei Gemeinschaftsanlagen durch Ausnützung der Selektivität der Kanalverstärker. Die Verstärkerausgänge sind bei verschiedenen Fabrikaten zum «Schlaufen» eingerichtet, die entsprechenden Antennen werden direkt auf die Eingänge geschaltet *(Figur 9)*. Das «Schlaufen» der Verstärkerausgänge bedeutet eine Parallelschaltung aller Ausgänge, die Verstärker arbeiten dabei auf eine 30 Ω-Last, die wir im folgenden als Speiseschiene bezeichnen.

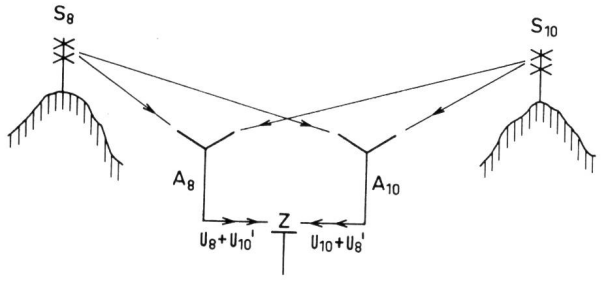

Fig. 8
Zusammenschaltung von zwei Antennen

U_8, U_{10} = erwünschte Signalanteile
U_8', U_{10}' = nicht erwünschte Signalanteile

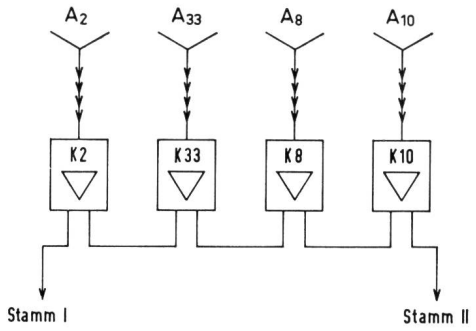

Fig. 9
Beispiel für geschlaufte Ausgänge von Kanalverstärkern

Wir wollen uns vergegenwärtigen, dass jedes Kanalsignal zugleich sowohl als Nutz- als auch als Störsignal auftritt. Beim Gebrauch mehrerer Antennen können also aus einem einfallenden Kanalsignal mehrere Störanteile entstehen oder bilden sich in Verstärkern Intermodulationsprodukte (siehe Abschnitt 2). Die Anlage muss erwünschte von nicht erwünschten Signalanteilen trennen und die erwünschten, gewissermassen gesäuberten Signale (wenn nötig verstärkt) auf die Verteilleitungen zusammenschalten. Der Teilnehmer soll mit seinem Empfänger jeden vorhandenen Kanal auswählen und einwandfrei empfangen können.

Es ist offensichtlich, dass den Selektionseigenschaften der einzelnen Elemente eine wesentliche Bedeutung zukommt. Manche nicht ganz einwandfrei arbeitende Anlage weist beim näheren Zusehen unzweckmässige Dimensionierung, verbunden mit ungenügender Selektivität einzelner Elemente, auf. Erschwerend ist der Umstand, dass eben die Empfangsverhältnisse ortsabhängig sind. Manches, das im allgemeinen gut arbeitet, ist in extremen Fällen, das heisst bei grossen Signalunterschieden, doch ungenügend. Daher ist besonders in der Umgebung von Sendern eine sehr vorsichtige und gründliche Planung der Anlage unumgänglich. Selbstverständlich müssen ausser den Bildqualitäten auch alle Signalpegel gemessen und an der erstellten Anlage kontrolliert werden.

Um uns nicht allzusehr in der Vielfalt der Probleme und den zahllosen Schalt- und Aufbaumöglichkeiten, den vielfältigen Schaltelementen und Produkten

verschiedener Hersteller zu verstricken, sei an Hand von Beispielen gezeigt, wie sich die angedeuteten Effekte auch quantitativ erfassen lassen.

4. Trenneigenschaften von Antennen, Antennenfiltern und Antennenverstärkern

Bei der Vielfalt der angebotenen Produkte fällt es schwer, etwas allgemein Gültiges auszusagen. Wenn hier trotzdem Zahlenangaben über die vorerwähnten Elemente gegeben werden, so sind diese bestenfalls als typische Beispiele zu werten, die uns helfen sollen, in Abschnitt 5 einige Anlagebeispiele zu überblicken. Leider findet man in den Katalogen vieler Fabrikanten keine oder nur unzureichende Angaben über die Selektivität von Antennenweichen oder Kanalverstärkern. Auch der Installateur macht sich im allgemeinen keine Gedanken darüber, sondern «verbaut» das Material gemäss Werk-Angaben. Wenn dies meistens auch zu guten Erfolgen führt, so werden sich, wie bereits gesagt, wohl bei extremen Signalunterschieden doch Schwierigkeiten ergeben.

In diesem Zusammenhang müssen wir auf den bedenklichen Abstimmungszustand hinweisen, der bei angelieferten abstimmbaren Elementen leider oft festzustellen ist. Um die auf normalem Wege gekauften Verstärker und Filter überhaupt als zweckentsprechend beurteilen zu können, ist es in der Regel unumgänglich, jedes einzelne Stück nachzustimmen. Besonders die Durchlasskurven von neuen wie von in Betrieb stehenden Kanalverstärkern haben nicht selten ein katastrophales Aussehen. Man muss annehmen, dass die Werkabstimmung oft unseriös erfolgt und gleichzeitig die Stabilität der Abstimmung völlig unzureichend ist. Eine durchgreifende Verbesserung dieser Bauteile ist unbedingt erforderlich, auch im Hinblick auf ein kommendes Farbfernsehen.

Antennen

Die Trenneigenschaften von sogenannten Kanalantennen werden im allgemeinen stark überschätzt. Das Antennendiagramm wird von den Fabrikanten meistens in linearem Massstab aufgezeichnet und präsentiert sich dann sehr vorteilhaft. *Figur 10* zeigt als Beispiel einer sogenannten Höchstleistungsantenne das Horizontaldiagramm einer 21-Element-Yagi-Kanalantenne für K8. Die Richtselektivität der Antenne, die übrigens im Vergleich zu andern als gut zu bezeichnen ist, erscheint im linearen Massstab aufgezeichnet sehr ausgeprägt (Fig. 10a). Die Darstellung im logarithmischen Massstab lässt dagegen (Fig. 10b) eine grosse Zahl von Nebenzipfeln erkennen. Immerhin ergibt sich für einen Winkel von 30° ein Abfall von etwa 10 dB. Die Ausnützung der bei vielelementigen Yagi-Antennen sehr scharfen Nullstellen ist in der Praxis nicht gut möglich, da sie wegen Störungen des Nahfeldes durch andere Gegenstände (Kamine, Bauten, andere Antennen) oft nicht vorhanden oder zu spitz sind (Bewegung der Antenne durch Wind). Ausserdem ist auf die meist übersehene Tatsache hinzuweisen, dass das Richtdiagramm für eine andere Frequenz, zum Beispiel für den auszublendenden Sender in einem anderen Kanal, eben auch eine andere Form aufweist. Zusammenfassend sei festgestellt, dass die *Richtselektivität* auch von guten Antennen für Winkel $\leq 30^0$ keine wesentlichen Trenneigenschaften ergibt.

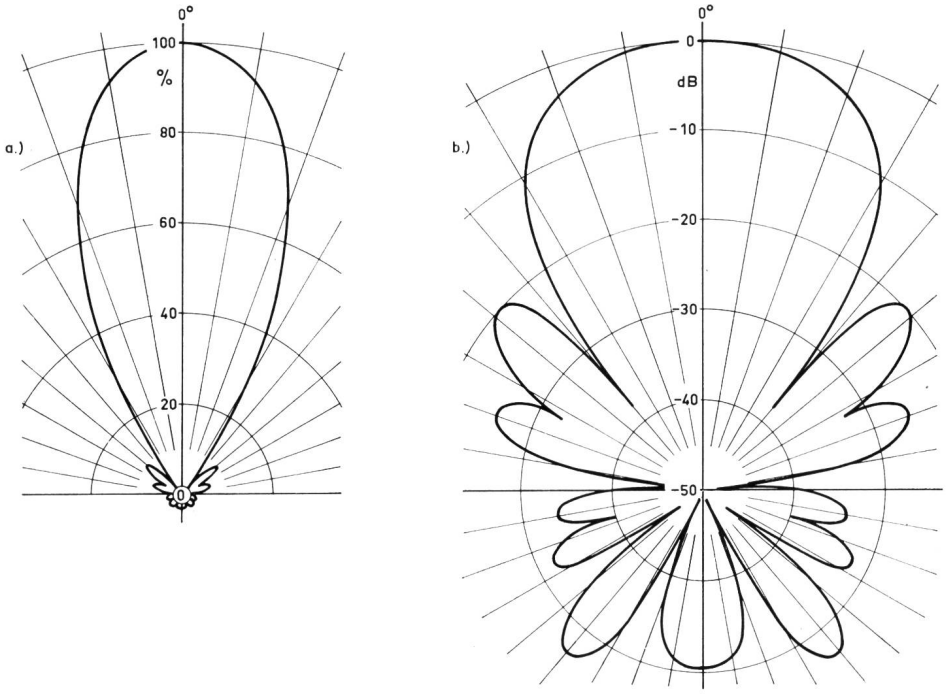

Fig. 10
Horizontal-Richtdiagramm einer 21-Element-Yagi-Antenne
a) in linearer Darstellung
b) in logarithmischer Darstellung

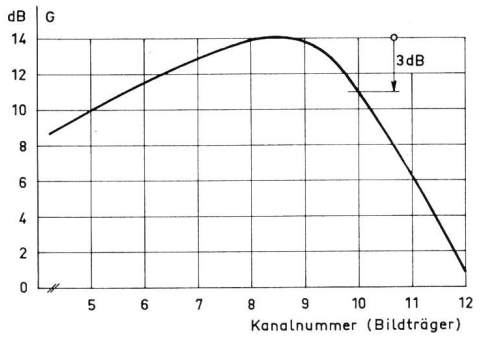

Fig. 11
Frequenzselektivität einer K8-Antenne
G: = Gewinn bezüglich λ/2-Dipol

Die *Frequenzselektivität* einer Kanalantenne bringt innerhalb des Frequenzbandes III ebenfalls nur geringe Trennmöglichkeiten. Für die erwähnte K8-Antenne ergibt sich beispielsweise eine recht bescheidene Frequenzselektivität *(Fig. 11)*. Der Abfall für K10 beträgt nur 3 dB.

Antennenfilter

Als Beispiel sei ein K8/K10-Filter herangezogen – eine sogenannte Antennenweiche – mit dem gemäss Figur 8 die beiden Signale K8 und K10 zusammengeschaltet werden. Es besteht aus einem Tief- und einem Hochpass und weist recht bescheidene Selektionseigenschaften auf (vgl. *Fig. 12*). So wird beispielsweise der K10-Bildträger im Durchgang für K8 (Kurve K8-E) nur um 14 dB gedämpft.

Besondere Bedeutung kommt bei den hier aufgezeigten Problemen den Sperrfiltern zu, die unerwünschte Signale fernhalten. Verschiedene unter der Bezeichnung «Kanalsperre» angebotene Filter enthalten nur einen einzigen Sperrkreis und können somit nur einen einzigen Träger um etwa 10...15 dB dämpfen. *Zur Bekämpfung der Nebenkanalstörungen sind einkreisige Sperrfilter nicht geeignet, da der Tonträger des störenden Kanals praktisch gleich gross ist wie der mittlere Bildträger und ebenfalls gesperrt werden muss.* Filter, die mehrere Sperrkreise enthalten, sind

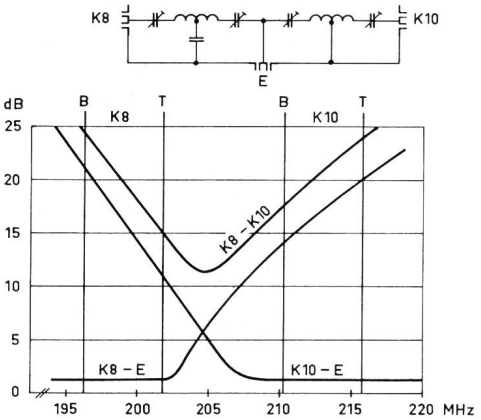

Fig. 12
Beispiel eines Antennenfilters zur Zusammenschaltung von K8 und K10

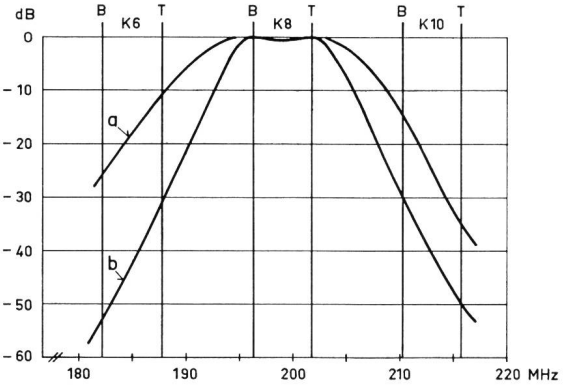

Fig. 13
Beispiele von Durchlasskurven von Kanalverstärkern
a: = 20-dB-Verstärker (1 Rohr)
b: = 50-dB-Verstärker (2 Rohr)

so abzustimmen, dass Bild- und Tonträger, das heisst der ganze auszusperrende Fernsehkanal, gedämpft werden. Ein geeignetes Kanalsperrfilter zeigt *Figur 14*.

Antennenverstärker

Als Beispiele sind in *Figur 13* die Durchlasskurven von zwei Kanalverstärkern dargestellt, wie sie für eine Anlage gemäss Figur 9 in Frage kommen. Beim 20 dB-Verstärker beträgt der Abfall für den K10-Bildträger 15 dB (Kurve a), beim 50 dB-Verstärker sind es 30 dB (Kurve b).

Die neuerdings angebotenen Transistor-Verstärker haben die Tendenz zu ziemlich schlechten Selektionseigenschaften; sie weisen in vielen Fällen sogar Breitbandcharakter auf, ohne dass dies aus den Katalogen ersichtlich wäre. *Transistorisierte Verstärker sind demzufolge allgemein nicht als Selektionsmittel brauchbar und in Anlagen mit mehreren Antennen nur in Verbindung mit den üblichen Antennenweichen zu verwenden.*

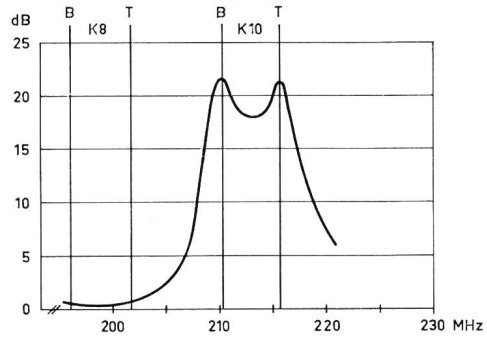

Fig. 14
Beispiel eines Kanalsperrfilters für K10 (Durchlass auf K8)

5. Beispiele von Empfangsanlagen

In den nachfolgenden Beispielen seien die im Raume Bern sich ergebenden Änderungen der Empfangsverhältnisse und die damit zusammenhängenden Massnahmen an bestehenden Empfangsanlagen eingehend betrachtet. Aus den fast unbeschränkten Möglichkeiten, die nicht zuletzt auch von den Ansprüchen und Wünschen der einzelnen Teilnehmer abhängen (Anzahl der gewünschten Programme) wurden einige

typische Installationen ausgewählt, unter der Voraussetzung, dass die drei Kanäle 2, 8 und 10 empfangen werden sollen.

Die folgenden Änderungen im Sendernetz bilden die Grundlage der diskutierten Empfangsprobleme:

Sender	Programm	Kanal	Sendeleistung (äquivalente Strahlungsleistung) bisher	neu
BANTIGER	Deutschschweizer Fernsehen	2	30 kW	100 kW (+ 5,2 dB*)
FELDBERG	Deutsches Fernsehen (1. Programm)	8	gleichbleibend	
BANTIGER	Welschschweizer Fernsehen (Programme romand)	10	1 kW	100 kW (+ 20 dB)

* In den Anlagebeispielen erscheint dieser Wert der Einfachheit halber auf 6 dB aufgerundet.

Um ferner der Vielfalt der möglichen Lösungen etwas auszuweichen, nehmen wir an, dass die Antennenanlage selbst (Mast, Anordnung und Antennen), die an sich natürlich viele Möglichkeiten bietet, unverändert belassen werden soll. So erhalten wir auch eine der Praxis gerechtwerdende Betrachtungsweise, da Änderungen an der Antennenanlage unbequem und teuer sind. An ungefähr 40 wahllos herausgegriffenen, in Betrieb befindlichen Empfangsanlagen wurden die heute bestehenden Verhältnisse gemessen. Es würde zu weit führen, hier auf die Variationen der Ausbreitung und Antennenanlagen selbst einzutreten. Wesentlich für die Verteilanlage und die möglichen Störungen ist die Grössenordnung der an den Antennen festgestellten Spannungen. Als Ausgangspunkt für die nachstehend behandelten Beispiele dienen die Mittelwerte der in der Berner Bannmeile gewonnenen Messresultate (gemäss nachstehender Tabelle).

Bildträgerspannung Mittelwerte	An den Antennen gemessene Bildträgerspannungen in dBμ		
	K2-Antenne	K8-Antenne	K10-Antenne
U_2	**98**	75	72
U_8	<20	**46**	<20
U_{10}	57	70	**79**

Die Zahlen bedeuten die Bildträgerspannungen in dBμ (dB über 1 μV) und beziehen sich auf das übliche 60-Ohm-System (vergleiche Skalen der Fig. 4 und 5 für Spannungsangaben in mV). Die in der Tabelle **fett** gedruckten Werte sind die erwünschten Nutzspannungen. Beispielsweise empfängt also die K8-Antenne eine Nutzspannung von $U_8 = 46$ dBμ, eine K2-Störspannung $U_2 = 75$ dBμ und eine K10-Störspannung $U_{10} = 70$ dBμ. Die festgestellten Streuungen betragen ungefähr ± 10 dB und müssen für die störenden Anteile, besonders für das K10-Signal im ungünstigsten Sinne berücksichtigt werden. Es fällt auf, wie gross die unerwünschten Signalanteile auf kanalfremden Antennen sind, das heisst wie wenig sich im allgemeinen Richtdiagramme und Frequenzselektivität in der Praxis auswirken. So liegt beispielsweise die von der K8-Antenne abgegebene und unerwünschte K10-Spannung mit $U_{10} = 70$ dBμ nur 9 dB unterhalb der zur Verfügung stehenden K10-Nutzspannung von $U_{10} = 79$ dBμ (Mittelwerte).

Für die Ausrüstung der Empfangsanlage wird auf dem Markt eine grosse Auswahl von Schaltmitteln, Verstärkern, Weichen, Filtern, Verteilern usw. angeboten. Wir haben uns auf Grund eigener Messungen an Armaturen verschiedener Herkunft bemüht, für die Beispiele charakteristische und mittlere Eigenschaften anzunehmen. Der Einfachheit halber berücksichtigen wir die geringen Dämpfungen (1...2 dB) von Filtern und Weichen im Durchlassbereich in unsern Schemata nicht. Alle darin gemachten Spannungsangaben beziehen sich auf den Synchronpegel des entsprechenden

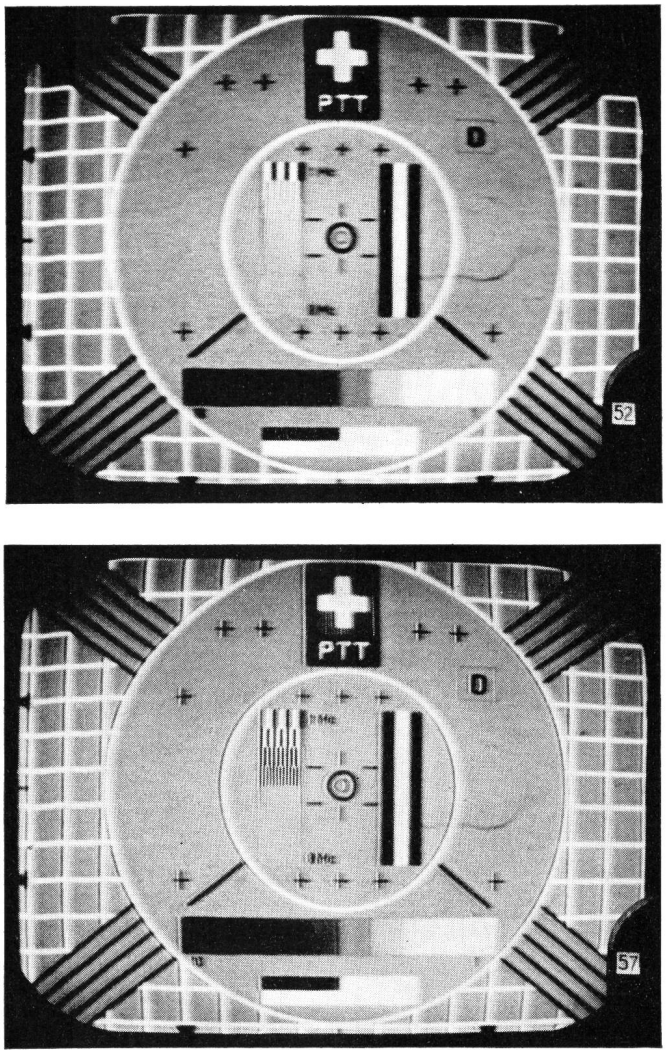

Fig. 15

Beispiele des Störeffekts bei zwei Gleichkanalsignalen gleicher Herkunft mit geringer Laufzeitdifferenz und annähernd gleichem Pegel

Bildträgers im 60 Ohm-System, sind als reine Zahlen dargestellt und bedeuten dBμ (dB über 1 μV). An der Empfängeranschlussdose sollten gemäss unsern Kreuzmodulationsmessungen und dem günstigsten Arbeitsbereich des Empfängers die verfügbaren Spannungen (über 60 Ohm) im Bereich 60...86 dBμ (1...20 mV) liegen, was ebenfalls in unsern Beispielen berücksichtigt ist. Für die Anschlussdosen sei eine mittlere Auskoppeldämpfung von 10 dB (Werte variieren von 6...16 dB je nach Dosentyp) und eine Durchgangsdämpfung von 0,5 dB angenommen. Für die Kabeldämpfung nehmen wir für das Frequenzband III einen Wert von 1,5 dB je 10 m an. Als Vereinfachung können wir ferner die störenden Spannungen des K 2-Signals auf den Band III-Antennen vernachlässigen, diese werden erfahrungsgemäss durch die ohnehin zur Zusammenschaltung benützten Siebmittel oder Verstärkereingänge genügend abgedämpft. Immerhin ist es nicht ausgeschlossen, dass in extremen Fällen auch hiervon Störungen erzeugt werden können.

Wenn in den Beispielen eine Erhöhung der K 10-Sendeleistung von 20 dB angenommen wird, so sind dabei die Strahlungsdiagramme der Sendeantennen nicht berücksichtigt. Das zum endgültigen Sender gehörende Strahlungsdiagramm ist wesentlich breiter als das bisherige, so dass Orte, die bisher auf der Flanke lagen, wie zum Beispiel Kehrsatz oder Belp, eine noch grössere Feldstärkeerhöhung erfahren.

Beispiel 1

Einzelanlage mit einer K 8-Antenne (Fig. 16)

Obwohl wir im Abschnitt 3 diese Empfangsmethode als technisch nicht einwandfrei bezeichnet haben, soll sie hier trotzdem besprochen werden, da man sie in der Praxis häufig vorfindet.

Fig. 16a: *Vorhandene Installation und Spannungen.*
Die von der K 8-Antenne aufgenommenen Spannungen U_2 und U_{10} können unter Umständen brauchbare Bilder ergeben.

Fig. 16b: *Erhöhte Sendeleistungen.*
Die grosse K 10-Spannung von 90 dBμ, im Extremfall 100 dBμ, kann durch Kreuzmodulation im Empfänger den K 8 stören. (Zulässiger Wert gemäss Fig. 5 ist 86 dBμ).

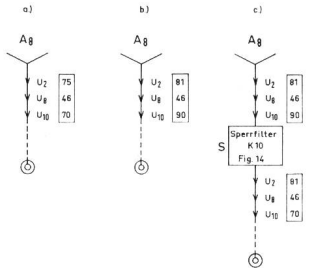

Fig. 16
Einzelanlage mit K 8-Antenne (Beispiel 1)
a) vorhandene Installation und Spannungen
b) erhöhte Sendeleistungen
c) umgebaute Anlage

Fig. 16c: *Umgebaute Anlage.*
S: Ein Kanalsperrfilter wird in die Zuführleitung geschaltet, beispielsweise mit den Daten von Figur 14. Das so um rund 20 dB gedämpfte K 10-Signal ist natürlich gemäss der Filterkurve deformiert, aber schon im Originalzustand wird gemäss der Antennenfrequenzcharakteristik (beispielsweise nach Fig. 11) eine grosse Deformation des Spektrums in Kauf genommen, so dass möglicherweise ein nicht wesentlich schlechteres K 10-Bild resultieren kann.

Beispiel 2

Anlage für einen Teilnehmer ohne Verstärker (Fig. 17)

Die mittlere Spannung $U_8 = 46$ dBμ ist wohl etwas knapp, das Rauschen ist deutlich sichtbar, die Bildqualität aber noch genügend. An guten Standorten stehen etwa 10 dB mehr zur Verfügung ($U_8 = 56$ dBμ), was ein praktisch rauschfreies Bild ergibt. Die Frage, ob ein Verstärker Vorteile bringt, ist somit in erster Linie eine Frage des Standortes und der Länge der Antennenzuführung.

Fig. 17a: *Vorhandene Installation und Spannungen.*
A. Abstand der beiden K 10-Anteile: 79—56 = 23 dB. Der Abstand genügt für ein ungestörtes Bild. Für die Kanalweiche wird gemäss Figur 12 eine Dämpfung des K 10-Bildträgers von 14 dB angenommen.

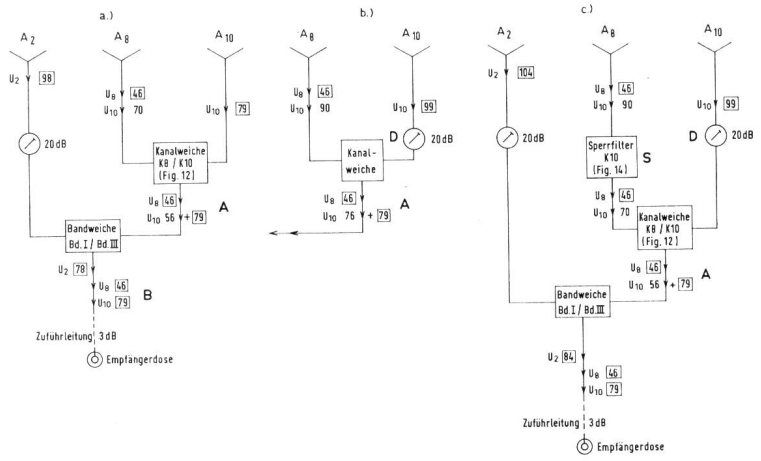

Fig. 17
Anlage für einen Teilnehmer ohne Verstärker (Beispiel 2)
a) vorhandene Installation und Spannungen
b) erhöhte K 10-Leistung (+20 dB)
c) umgebaute Anlage

B. Nebenkanalstörung K 8/K 10. Entsprechend Figur 5 ist der höchstzulässige Wert für $U_{10} = 86$ dBμ. Dieser wird vom vorhandenen Wert $U_{10} = 79$ dBμ nicht erreicht, es resultiert keine Nebenkanalstörung.

Fig. 17b: *Erhöhte K 10-Leistung (+20 dB).*

D. Einbau einer 20 dB-Dämpfung. Dies ist die logische Folge der Leistungserhöhung und vermindert das K 10-Nutzsignal auf den alten Wert.

A. Auch der nichterwünschte K 10-Anteil, von der K 8-Antenne herkommend, ist um 20 dB grösser geworden und erreicht nun praktisch den gleichen Wert wie das Nutzsignal, so dass der K 10-Empfang je nach der Phasenlage der beiden Anteile empfindlich gestört werden kann (vgl. Fig. 15). Nun kann man natürlich die Dämpfung D etwas reduzieren und den erwünschten Signalanteil vergrössern, erreicht aber bald den Grenzwert für Nebenkanalstörungen.

Bei grösseren K 10-Signalen (Extremwerte ~Mittelwert +10 dB) muss auch der unerwünschte Anteil gedämpft werde, und zwar ohne das K 8-Signal zu beeinflussen.

Fig. 17c: *Umgebaute Anlage.*

S. Einbau eines K 10-Sperrfilters. Ein geeignetes Sperrfilter zeigt Figur 14. Die Dämpfung der unerwünschten Bild- und Tonträger beträgt hier etwa 20 dB, gleichzeitig soll die Durchlassdämpfung für den K 8 möglichst gering sein, damit das ohnehin knappe K 8-Signal nicht auch noch reduziert wird.

A. Der Abstand der beiden K 10-Anteile beträgt nun wieder 23 dB, so dass ein genügend reines K 10-Signal zur Verfügung steht.

Zusammenfassung für Beispiel 2

Um eine zu grosse Empfängereingangsspannung U_{10} zu vermeiden, die zu Nebenkanalstörungen führen würde, haben wir in die K 10-Antennenleitung eine Dämpfung von etwa 20 dB eingeschaltet. Damit hat sich das Verhältnis der beiden K 10-Anteile bei Punkt A, in Figur 17 b um den gleichen Betrag verschlechtert, so dass in der K 8-Antennenleitung ein K 10-Sperrfilter notwendig wird (S in Figur 17 c), das den unerwünschten K 10-Anteil um mindestens 20 dB reduziert.

Beispiel 3

Anlage für einen Teilnehmer mit K 8-Verstärker (Fig. 18)

Fig. 18a: *Vorhandene Installation und Spannungen.*

V. Gemäss Figur 13 verstärkt der Einröhren-Verstärker auch das hier unerwünschte K 10-Signal noch um 5 dB, so dass die beiden K 10-Anteile bei A einen Abstand von 79—61 = 18 dB aufweisen, was für ein gutes Bild wohl noch genügen wird.

Fig. 18b: *Einsatz eines Zweiröhren-Verstärkers.*

V. Wählt man anstelle eines Einröhren- einen Zweiröhren-Verstärker (solche Anlagen wurden angetroffen), so ergeben sich für den K 10 untragbare Verhältnisse. Der Zweiröhren-Verstärker weist für den Bildträger von K 10 immer noch eine Verstärkung von 20 dB auf (vgl. Figur 13), so dass sich bei A zwei nur um 3 dB unterschiedliche K 10-Anteile zusammensetzen. Nur wenn diese Anteile ungefähr in Phase sind, könnte noch ein befriedigender K 10-Empfang möglich sein.

Anderseits beträgt nun aber das Nutzsignal für K 8 $U_8 = 96$ dBμ und stört so seinerseits den K 10 als Nebenkanalstörung.

Die Verwendung eines 50 dB-Verstärkers in dieser Anlage ist somit falsch und kann übrigens gegenüber einem Einröhren-Verstärker keine Verbesserung des K 8-Empfangs bringen.

Zum gleichen, unbefriedigenden Nutz-Störabstand im K 10 kann auch ein Transistor-Verstärker an der Stelle V führen, nämlich dann, wenn dieser allzu breitbandig ist und das K 10-Signal nahezu gleichviel verstärkt, wie das K 8-Signal.

Fig. 18c: *Rückstrahlung.*

Die soeben als falsch bezeichnete Ausführung der Anlage 18b gibt Gelegenheit, eine weitere Unzulänglichkeit aufzudecken, auf die bei der Zusammenschaltung von verstärkten und unverstärkten Signalen geachtet werden muss. Wie Figur 12 zeigt, beträgt die Entkopplung zwischen den K 8-K 10-Anschlüssen einer Kanalweiche etwa 20 dB (Position W).

W. Das verstärkte K 8-Signal gelangt mit 20 dB Dämpfung auf die K 10-Antenne, so dass an deren Fusspunkt $U_8 = 76$ dBμ beträgt. Wenn nun die Entkopplung der Antennen A 10 und A 8 nicht wesentlich grösser als 30 dB ist, was bei Montage auf dem gleichen Mast unbedingt zutreffen kann, so liegt das rückgekoppelte Signal in der gleichen Grössenordnung und kann zu unangenehmen Störerscheinungen führen (scheinbare Nahreflexionen, siehe Figur 15).

Ausserdem wird das verstärkte K 8-Signal auch auf die nähere Umgebung ausgestrahlt und kann unter Umständen benachbarte Antennen in der gleichen Weise stören.

Bei der Verstärkung einzelner Signale in kombinierten Anlagen muss also unbedingt auf die Pegel geachtet werden. Nicht selten sind die häufig zu beobachtenden

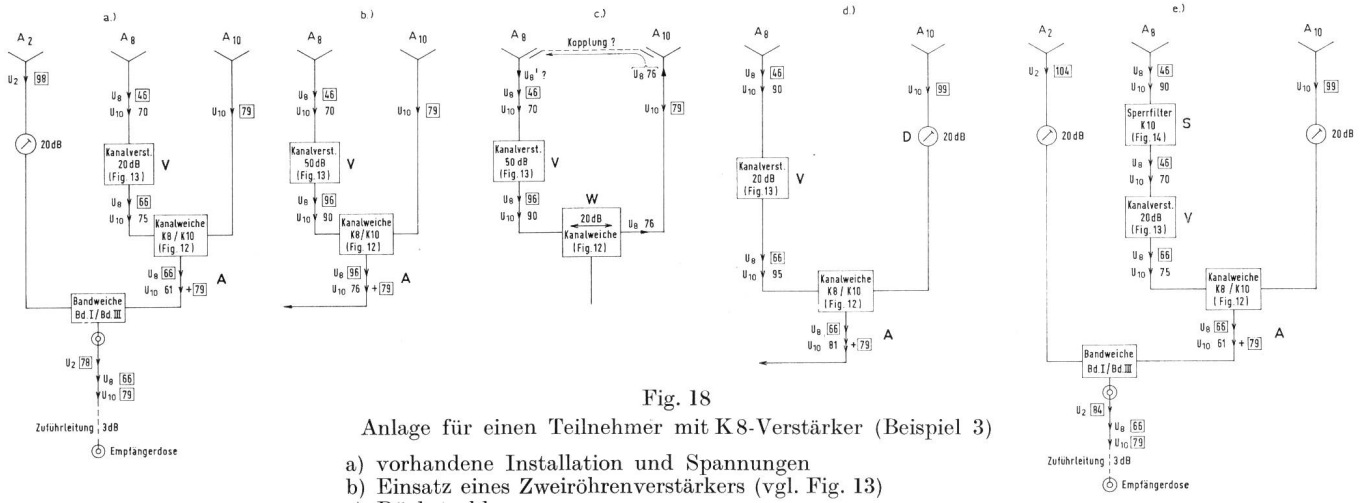

Fig. 18

Anlage für einen Teilnehmer mit K 8-Verstärker (Beispiel 3)

a) vorhandene Installation und Spannungen
b) Einsatz eines Zweiröhrenverstärkers (vgl. Fig. 13)
c) Rückstrahlung
d) erhöhte K 10-Leistung (+20 dB)
e) umgebaute Anlage

Nahreflexionen nicht auf Überschwingen im Empfänger oder schlechte Anpassungen zurückzuführen, sondern auf Effekte in der Antennenanlage selbst. Eine bessere Lösung stellt im vorliegenden Fall eine Richtkoppelweiche dar (Position W), deren Richtdämpfung eine Entkopplung von mindestens 30 dB bewirkt.

Fig. 18d: *Erhöhte K 10-Leistungen (+20 dB).*

D. Einbau einer 20 dB-Dämpfung.

A. Hier ist der unerwünschte Anteil des K 10-Signals sogar grösser als der von der K 10-Antenne her stammende Anteil.

V. Gemäss den Bemerkungen in Abschnitt 2 liegt das unerwünschte Signal U_{10} am Eingang des Verstärkers je nach Typ, bereits an der oberen Spannungsgrenze.

Fig. 18e: *Umgebaute Anlage.*

S. Durch Einsetzen eines K 10-Sperrfilters wird die Anlage wieder funktionstüchtig, genau wie beim Beispiel 2 (Figur 17c).
Ein Transistorverstärker an der Stelle V, der für diese Anlage als durchaus sinnvoll zu bezeichnen ist, kann trotz Sperrfilter zu unbefriedigendem K 10-Empfang Anlass geben, wenn er zu breitbandig ist. Am Punkt A wird sich der unerwünschte K 10-Anteil in diesem Fall wieder der erwünschten Spannung $U_{10} = 79$ dBμ nähern. Es bleibt nichts anderes übrig, als einen selektiven Verstärker oder dann zwei in Serie geschaltete Sperrfilter zu verwenden.

Beispiel 4

Kleine Gemeinschaftsanlage für 4...8 Teilnehmer (Fig. 19)

Fig. 19a: *Vorhandene Installation und Spannungen.*
Die Anlage ist teilweise nach dem in Abschnitt 3 (Fig. 9) erwähnten Durchschlaufungsprinzip der Verstärkerausgänge angelegt. Das nicht verstärkte K 2-Signal wird über einen Bandpass Z auf die 30 Ohm-Speiseschiene geführt. Als K 8-Nutzspannung nehmen wir hier eine Spannung von $U_8 = 56$ dBμ an, so dass ein Einröhren-Verstärker genügt. Für den Mittelwert $U_8 = 46$ dBμ müsste ein Zweiröhren-Verstärker eingesetzt werden, alles andere bleibt sich gleich. Für die Anschlussdosen K wird eine mittlere Auskoppeldämpfung von 10 dB angenommen.

Fig. 19b: *Erhöhte K 10-Leistung (+20 dB).*

D. Die Dämpfung muss auf mindestens 20 dB erhöht werden, damit an den Dosen normale Spannungen entstehen [eingeklammerte Werte]. Damit wird natürlich der K 10-Verstärker hinfällig und die Anlage gleicht somit Beispiel 3, Figur 18d.

Fig. 19c: *Umgebaute Anlage.*

S. Ein Kanalsperrfilter wird eingesetzt.

D. Die Dämpfung D kann, mit Rücksicht auf die Auskoppeldämpfung der Dosen, auf 6 dB belassen werden.

W. Anstelle des fortfallenden K 10-Verstärkers muss das Signal über eine geeignete Kanal- oder Zuschaltweiche auf die Speiseschiene geführt werden, damit das verstärkte K 8-Signal nicht durch die K 10-Antenne ausgestrahlt wird. Dies gilt besonders beim Einsatz eines Zweiröhren-Verstärkers und ist bereits im Beispiel 3, Figur 18c, behandelt worden.

Beispiel 5

Mittelgrosse Gemeinschaftsanlage für etwa 24...64 Teilnehmer (Fig. 20)

Fig. 20a: *Vorhandene Installation und Spannungen.*
Alle Verstärker sind auf die 30 Ω-Speiseschiene geschaltet, an der beispielsweise zwei Vierer-Verteiler mit vier Stammleitungen zu 3...8 Dosen angeschlossen sind. An dieser Anlage lassen sich noch einmal die beiden Störeffekte bei der Zusammenschaltung von K 8 und K 10 überblicken. Reduziert man die Dämpfung D, so verbessert sich einerseits der Abstand vom erwünschten K 10-Anteil zum unerwünschten Anteil (A), anderseits erhöht sich die K 10-Nutzspannung an der Dose K derart, dass im Empfänger Nebenkanalstörungen beim K 8-Empfang entstehen. Erhöht man die Dämpfung, verschlechtert sich der K 10-Signalabstand bei A, so dass schliesslich der K 10-Empfang unsauber wird. Man erkennt wiederum die Wichtigkeit der Pegeleinstellungen und der eingebauten variablen Dämpfungsregler.

Fig. 20b: *Erhöhte K 10-Leistung (+20 dB).*

D. Die Dämpfung muss auf 40 dB erhöht werden, damit die Spannung U_{10} an der Dose K nicht ansteigt (Nebenkanalstörungen im Empfänger) und auch der Verstärker nicht übersteuert wird. Dabei werden die beiden K 10-Anteile bei A praktisch gleich [eingeklammerte Werte]: der K 10-Empfang ist gestört. Somit muss wieder ein

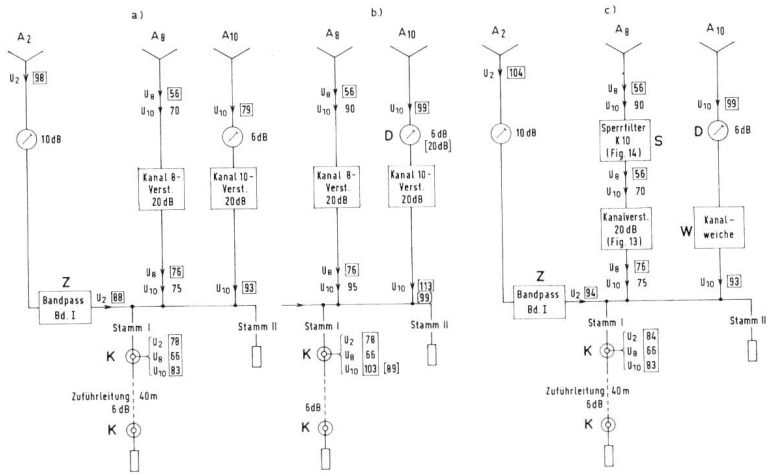

Fig. 19
Kleine Gemeinschaftsanlage (Beispiel 4)

a) vorhandene Installation und Spannungen
b) erhöhte K 10-Leistung (+20 dB)
c) umgebaute Anlage

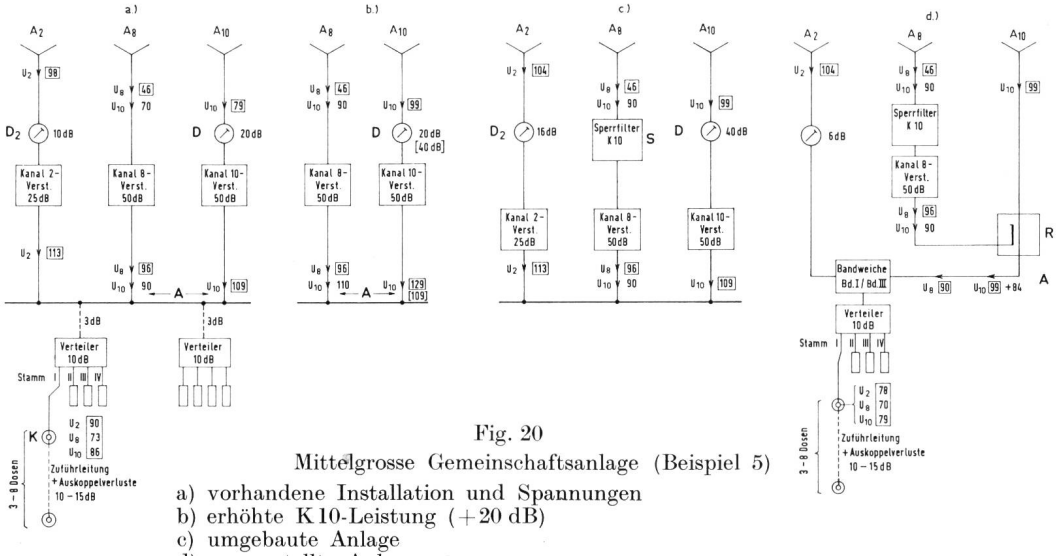

Fig. 20
Mittelgrosse Gemeinschaftsanlage (Beispiel 5)
a) vorhandene Installation und Spannungen
b) erhöhte K 10-Leistung (+20 dB)
c) umgebaute Anlage
d) neu erstellte Anlage

K 10-Sperrfilter in die K 8-Antennenzuführung eingeschaltet werden. Abgesehen von diesem Effekt führt die Spannung $U_{10} = 90$ dBμ am Eingang von V 8 zu Kreuzmodulation im Verstärker, die höchstzulässige Spannung beträgt (gemäss den in Abschnitt 2 gemachten Aussagen) etwa 70 dBμ und wird bereits im jetzigen Zustand (Figur 20a) erreicht.

Fig. 20c: *Umgebaute Anlage.*
Mit der Erhöhung von D 2 auf 16 dB und von D 10 auf 40 dB sowie dem Einbau des K 10-Sperrfilters S sind die Spannungswerte auf den ursprünglichen Zustand zurückgeführt (Figur 20a).

Fig. 20d: *Neu erstellte Anlage.*
Wie aus Figur 20c ersichtlich ist, werden in dieser Anlage die Verstärker für K 2 und K 10 nur noch zu einem geringen Teil ausgenützt. Der K 10-Verstärker kann durch einen Einröhren-Verstärker ersetzt werden. In vielen mittelgrossen Anlagen können K 2- und K 10-Verstärker überhaupt weggelassen werden. Figur 20d zeigt Aufbau und Kapazität einer neuerstellten Anlage, an der sich bis ungefähr 32 Teilnehmer anschliessen lassen.

R. Anstelle einer Kanalweiche wird hier eine Richtkoppelweiche verwendet, die eine geringere Rückstrahlung des K 8-Signals über die K 10-Antenne ergibt als eine Kanalweiche (vgl. Bemerkungen zu Figur 18c).
Die Einkopplungsdämpfung ergibt für das K 8-Signal allerdings eine Dämpfung von etwa 6 dB, der Abstand vom erwünschten zum unerwünschten K 10-Signal bei A verbessert sich aber seinerseits um 6 dB.

Übersicht

Wie die Beispiele zeigen, geht es bei allen Empfangsanlagen darum, die erwünschten und auch die unerwünschten Spannungspegel unter Kontrolle zu bringen. Während bei mittleren einfallenden Feldstärken der Anlagebau einfach nach einer der Druckschriften der vielen Herstellerfirmen ausgeführt werden kann und meist auch zu gutem Erfolg führt, ist bei grossen Pegelunterschieden eine verfeinerte Technik und ein näheres Verständnis der Vorgänge unumgänglich. Dazu gehört für den Ersteller der Anlage unbedingt die Möglichkeit, die Spannungen messen zu können.

a) *Standort und Test.* Am Standort stellt man zunächst durch Bildbeobachtung fest, welche Antennen und welcher genaue Maststandort geeignet sind, um auf allen gewünschten Kanälen ein optimales Bild zu erzielen. Die Antennen müssen qualitativ genügen, um ein einwandfreies Bild zu erreichen. Oft wird man in unserem Gelände Antennen wählen müssen, die mit Rücksicht auf ihr Richtdiagramm (Reflexionen) einen zu grossen Gewinn aufweisen, was besonders in der Nähe der Sender der Fall ist. Trotzdem muss *eine gute Bildqualität die erste Forderung sein,* auch wenn die Signale nachher gedämpft werden müssen. Auch bei grossen Feldstärken ist *der beste Montageort über dem Dach,* weil nur im freien Raum das Antennendiagramm den Angaben des Herstellers entspricht.

b) *Antennenspannungen.* Die Spannungen am Antennenfusspunkt werden gemessen. Man vergesse dabei – in unserm Beispiel – nicht, auf der K 8-Antenne auch die einfallenden, unerwünschten Signalanteile von K 2 und besonders von K 10 zu messen.

c) *Entwurf der Verteilanlage.* Nachdem die Zahl und Anordnung der Empfangsdosen feststeht, dimensioniert man die Anlage möglichst ganz mit dem *Material ein und desselben Herstellers.*

Dabei sind wesentlich:

d) *Empfängereingangsspannung.* Möglichst für alle Dosen im Bereich 60...86 dBμ (1...20 mV). Grössere Eingangsspannungen als 20 mV können zu Nebenkanalstörungen durch den Empfänger selbst führen (vgl. Abschnitt 1).

e) *Verstärkereingangsspannungen.* Bei Kanalverstärkern soll die grösste einzelne Spannung die maximale Aussteuerspannung nicht übersteigen (70 dBμ [3 mV] bei 50 dB-Verstärkern, 95 dBμ [60 mV] bei 25 dB-Verstärkern, wenn die maximale Ausgangsspannung 120 dBμ [1 V] beträgt). Bei Transistor-

verstärkern ist bezüglich Aussteuerung und Bandbreite Vorsicht geboten.

f) Für den K10 ist immer das Verhältnis von erwünschtem zu unerwünschtem Anteil zu messen. Es soll mindestens 15 dB betragen.

g) Durch Einbau von Sperrfiltern und Dämpfungen lässt sich jede Verteilanlage, die durch die Leistungserhöhung von Nebenkanalstörungen betroffen wird, sofort auf den alten Zustand zurückführen.

Bibliographie

[1] *H. Licht* Empfangsprobleme bei wachsender Belegung der verfügbaren Fernsehkanäle. Rundfunktechn. Mitt. 8 (1964), S. 113...117.

[2] *H. Brand* Beobachtungen von Nebenkanalstörungen im Fernsehband III an Heimempfängern. Techn. Mitt. PTT **40** (1962), S. 87...97.

[3] *H. Licht* Gemeinschaftsantennen für Fernsehempfang in benachbarten Kanälen. Rundfunktechn. Mitt. **6** (1962), S. 145...151.

G. Buttex, Berne

621.395.31 : 621.317.782

Erlangmètre modèle PTT 1963 – Erlangmeter Modell PTT 1963

Résumé. *Dans cet article, l'auteur décrit un appareil de mesure du trafic réalisé à l'aide de matériel téléphonique conventionnel. L'erlangmètre PTT 1963, introduit depuis peu dans les centraux téléphoniques de l'Entreprise des PTT suisses, permet la détermination de l'heure chargée moyenne d'une période de mesure s'étendant sur plusieurs jours ouvrables conformément à la recommandation de l'Avis E 1 du CCITT (chiffre 20 du Tome II bis du Livre Rouge).*

Zusammenfassung. *In diesem Artikel wird ein Verkehrsmessgerät beschrieben, das mit den in der Telephonie üblichen Bauelementen hergestellt wurde. Der Erlangmeter Typ PTT 1963, der seit kurzem in den Telephonzentralen der schweizerischen PTT-Betriebe Eingang gefunden hat, erlaubt die Ermittlung der mittleren Hauptverkehrsstunde, einer sich über mehrere Werktage erstreckenden Messung, wie dies im Avis E 1 (Absatz 20, Band II bis des Rotbuches) der CCITT-Empfehlungen umschrieben wird.*

Riassunto. *Nell'articolo «Erlangmetro tipo PTT modello 1963» l'autore descrive un apparecchio di misura del traffico realizzato con materiale telefonico corrente. L'erlangmetro PTT 1963, introdotto recentemente nelle centrali telefoniche dell'Azienda dei PTT svizzeri, permette di determinare l'ora di maggiore traffico di un periodo di misura comprendente parecchi giorni feriali, conformemente alla raccomandazione dell'Avviso E 1 del CCITT (cifra 20 del volume II bis del Libro Rosso).*

1. Généralités

Les services de l'exploitation téléphonique doivent être en mesure d'évaluer la grandeur du trafic qui s'écoule sur les faisceaux de circuits et sur les différents étages de sélection des centraux automatiques. Pour effectuer cette évaluation, il faut pouvoir considérer d'une part le *volume* du trafic, d'autre part son *intensité*.

Le volume de trafic global est mesuré chaque mois par lecture des compteurs d'occupation ou de minutes d'occupation raccordés à demeure aux faisceaux ou aux équipements de départ. Le volume de trafic est exprimé soit en minutes d'occupation, soit en erlangs-heures. La détermination du volume de trafic global est nécessaire si l'on veut connaître le rendement des installations, les fluctuations du trafic, de même que son taux d'accroissement.

Pour contrôler si une chaîne de commutation ou un faisceau de circuits sont convenablement dimensionnés, il est indispensable de pouvoir se baser sur une mesure de l'intensité du trafic qui s'écoule par son intermédiaire. L'intensité du trafic est exprimée en erlangs. Il est nécessaire d'évaluer cette grandeur pendant les périodes de fort trafic pour pouvoir juger du comportement des installations lorsqu'elles doivent faire face à une offre de trafic importante. Cette mesure est celle de l'intensité du trafic à l'heure chargée.

1. Allgemeines

Die Telephonbetriebsdienste müssen in der Lage sein, die Grösse des Verkehrs zu bestimmen, der über die verschiedenen Leitungsbündel oder Wahlstufen der automatischen Zentralen fliesst. Dazu ist einerseits die Verkehrs*menge*, anderseits die Verkehrs*belastung* zu berücksichtigen.

Der Gesamtumfang des Verkehrs wird jeden Monat an den Belegungs- oder Belegungsminutenzählern abgelesen, die dauernd an die Leitungsbündel oder Ausgangssätze angeschlossen sind. Die Verkehrsmenge wird entweder in Belegungsminuten oder Erlangstunden ausgedrückt. Die Bestimmung der Gesamtverkehrsmenge ist nötig, um den Nutzungsgrad der Anlage, die Verkehrsschwankungen oder die Zuwachsrate des Verkehrs zu ermitteln.

Um kontrollieren zu können, ob eine Wahlstufe oder ein Leitungsbündel ausreichend ist, muss man auf die gemessene Verkehrsbelastung abstellen. Die Verkehrsbelastung wird in Erlang ausgedrückt. Dieser Wert ist in Perioden mit starkem Verkehr zu ermitteln, damit das Verhalten der Einrichtung beim Auftreten eines grossen Verkehrsandranges beurteilt werden kann. Massgebend dafür ist die Verkehrsbelastung in der Hauptverkehrsstunde.

Aus Erfahrung weiss man, zu welcher Tageszeit die stärksten Verkehrsstunden zu erwarten sind. Dagegen ist es nicht möglich, den Beginn der Haupt-