

| | |
|---------------------|---|
| 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: | 62 (1984) |
| Heft: | 1 |
| Artikel: | Untersuchungen von Fernsehempfängern mit Blick auf den Betrieb in Kabelverteilanlagen |
| Autor: | Gysel, Hermann |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-875770 |

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: 11.01.2026

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

Untersuchungen von Fernsehempfängern mit Blick auf den Betrieb in Kabelverteilanlagen

Hermann GYSEL, Bern

Zusammenfassung. An 23 Fernsehheimempfängern wurden Messungen durchgeführt, die zeigen sollten, welche empfängerbedingte Bildqualität in Kabelverteilanlagen mit hohen Kanalzahlen verwirklicht werden kann. Dabei stellte sich heraus, dass mit Empfängern, die dem heutigen Stand der Technik entsprechen, kaum mit sichtbaren Bildqualitätsverlusten zu rechnen ist. Allerdings müssen recht enge Pegeltoleranzen an der Teilnehmerdose eingehalten werden.

Essais effectués sur des récepteurs TV devant être raccordés à des installations de distribution par câbles

Résumé. Les mesures effectuées sur 23 récepteurs TV ont eu pour but de montrer la qualité d'image à la réception sur un appareil relié à une installation de distribution par câbles transmettant un nombre élevé de canaux. Il s'est révélé qu'avec des téléviseurs adaptés au niveau actuel de la technique, les pertes de qualité de l'image sont insignifiantes. Il faut en l'occurrence que les niveaux aux prises de raccordement d'abonnés respectent des tolérances de niveau très strictes.

Prove di ricevitori televisivi in vista del loro esercizio in impianti di distribuzione per cavo

Riassunto. A 23 ricevitori televisivi sono state effettuate delle misurazioni per dimostrare quale qualità d'immagine condizionata dal ricevitore può essere ottenuta in impianti di distribuzione per cavo con elevato numero di canali. È risultato che con ricevitori che rispondono allo stato attuale della tecnica non ci si deve aspettare una perdita visibile della qualità dell'immagine. Tolleranze di livello molto strette devono però essere rispettate alla presa d'abbonato.

1 Einleitung

Der Fernsehteilnehmer kann mit gutem Recht erwarten, dass sich das Videosignal am Ausgang seines Empfängers nicht in einer solchen Weise vom Quellsignal unterscheidet, dass er dies als Störung wahrnimmt. Dies gilt besonders für Kabelverteilanlagen. Bei ihnen kann der zum Empfang einwandfreier Signale nötige Aufwand getrieben werden. Der Empfänger ist hier jener Teil des Übertragungssystems, der dem grössten Kostenstendruck ausgesetzt ist. Das bedeutet, dass die wesentlichen Qualitätsverminderungen bei der Übertragung der Bildsignale im Heimempfänger zu erwarten sind. In der vorliegenden Arbeit wird anhand von Messresultaten diskutiert, inwieweit dies zutrifft und welche Anforderungen von seiten des Empfängers an das Kabelfeldnetz gestellt werden.

2 Modell

zur Erfassung der Übertragungseigenschaften eines Fernsehempfängers

Figur 1 zeigt ein Schaltungmodell, das den meisten heute üblichen Fernseh-Heimempfängern in bezug auf Rauschen, Intermodulation und Selektion gerecht wird.

Auf ein einkreisiges Eingangsfilter folgt eine geregelte Vorstufe (F1 und V1). Das verstärkte Eingangssignal

wird über das Bandfilter F2 dem Mischer M zugeführt. Das Zwischenfrequenzsignal wird gefiltert (ZF), verstärkt und demoduliert (D). Die Vorstufenregelung geschieht verzögert [1, 2, 3, 4].

Das Rauschverhalten des Empfängers wird weitgehend durch F1, V1 und durch den Regeleinsatz von V1 bestimmt. Da F2 eine Bandbreite von rund zwei Kanälen aufweist, kann das Empfängerverhalten bei Nachbarkanalbetrieb aus den Eigenschaften von Mischer und ZF-Filter abgeleitet werden. Die Vorstufe ist massgeblich an der Erzeugung von Intermodulationsprodukten aus vielen Trägern beteiligt. Die Spiegelselektion ist durch F1 und F2 gegeben. Der Lokaloszillatorpegel am Mischer, die Selektion der Filter F1 und F2 sowie der Rückleitwert von V1 bestimmen den Lokaloszillatorstörpegel am Antenneneingang.

3 Messaufbau

Bei allen Messungen an den Heimempfängern wird auf ein normales Funktionieren der HF-ZF-Demodulator-Kombination geachtet. Die Messungen geschehen daher am (fast) normgerecht modulierten Bildsignal. Um am Videosignal spektrale Messungen zwischen Vielfachen der Zeilenfrequenz durchführen zu können, werden die Bildwechselimpulse der Videoquelle ausgeschaltet. Figur 2 zeigt den Aufbau des Messplatzes.

Der Combiner C1 summiert ein graumoduliertes Kanalsignal eines Messenders und ein Sinus- oder ein 29-Kanal-Signal. Ein zweiter Combiner führt dieses Signal auf den Antenneneingang des zu messenden Heimempfängers. Im unteren Combinerzweig steht das Lokaloszillatortorrestsignal zur Spektralanalyse zur Verfügung. Das Videoausgangssignal des Heimempfängers wird wahlfrei einem Prüfzeilenanalysator oder einem Spektrumanalysator zugeführt.

Der ganze Messplatz wird über einen IEC-Bus rechnergesteuert, so dass ein speditives Arbeiten mit vielen Messkanälen möglich ist.

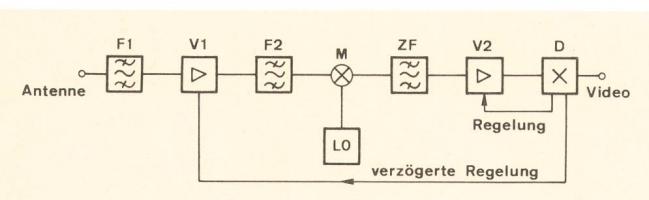


Fig. 1
Modell der HF-, ZF- und Demodulatorteile eines Fernsehheimempfängers

F1 Eingangskreis
V1 Vorstufe
F2 HF-Bandfilter
M Mischer

LO Lokaloszillator
ZF Zwischenfrequenzfilter
V2 ZF-Verstärker
D Demodulator

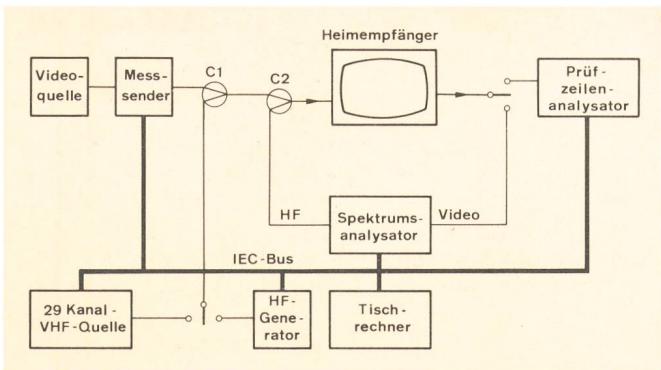


Fig. 2
Messplatz zur Messung von Fernsehheimempfängern
C1 Erster Combiner C2 Zweiter Combiner

4 Messungen im Nutzkanal

41 Amplitudengang

Der Signalgenerator in Figur 2 liefert in 62,5-kHz-Schritten ein hochfrequentes Interferenzsignal. Die resultierende Videointerferenzfrequenz wird berechnet und die Interferenzamplitude mit dem Spektrumsanalysator gemessen. *Figur 3* zeigt den mittleren Amplitudengang der 23 Empfänger sowie den Streubereich.

42 Einschwingverhalten

Das Einschwingverhalten des Empfängers wird in einem Band-III-Kanal am 2T-Puls gemessen. *Figur 4* zeigt den Mittelwert und den Streubereich der 23 gemessenen 2T-Pulse.

43 Prüfzeilenparameter

In Figur 2 misst der Prüfzeilenanalyseator die wesentlichen Videoparameter. *Tabelle I* zeigt die mittleren Messresultate, die Streuungen und die Impairmentwerte von Mittelwert plus Streuung und die zugehörige Qualität der 23 Empfänger.

Die in Tabelle I aufgeführte Qualität wurde nach CCIR-Report 405-4 [6] aus den Impairmentswerten berechnet, die nach CCIR-Reports 959 [7] und 960 [8] aus den Verzerrungswerten folgen. Sie wird von fast allen Empfängern mindestens erreicht.

Tabelle I. Videoparameter

| Parameter | Mittelwert | Streuung | Impairment | Qualität |
|-------------------|------------|----------|--------------------|----------|
| Amplitudengang | — | 20 % | 0,052 ¹ | 4,8 |
| Gruppenlaufzeit | — | 78 ns | 0,026 ¹ | 4,9 |
| 2T-Fuls-Amplitude | -6 % | 17 % | 0,277 ² | 4,1 |
| 2T-K-Wert | -1,25 % | 2,75 % | 0,087 ¹ | 4,7 |
| Sync.-Amplitude | -5 % | 6 % | — | — |
| Chrom.-Lum.-IM | -1,6 % | 5 % | — | — |
| Intermodulation | | | | |
| Differentielle | | | | |
| Amplitude | 14 % | 12 % | 0,24 ² | 4,2 |
| Diff. Phase | 4° | 5° | 0,009 ² | 4,97 |

(Da die differentielle Phase und Amplitude Spitz-Spitze-Werte sind, wurden sie analog CCIR-Empfehlung 567-1 [5] durch 1,2 dividiert).

¹ nach CCIR-Report 959

² nach CCIR-Report 960

44 Diskussion

Viele Geräte weisen Amplitudengangfehler auf, die auf Toleranzen im Nyquistfilter und auf verstimmte Vorkreise zurückzuführen sind. Ein viel grösseres Problem sind aber Impulsverzerrungen, erreicht doch dieser Übertragungsfehler die grösste subjektive Störwirksamkeit. Auch in bezug auf die differentielle Amplitude sind bei einigen Empfängern Einbussen in der Bildqualität festzustellen. Dennoch gilt es zu beachten, dass die meisten Empfänger keine störende Verminderung der Bildqualität verursachen.

5 Messungen bei Nachbarkanalbetrieb

51 Intermodulation mit Nachbarträgern

Am Empfängermodell von Figur 1 können Intermodulationsprobleme bei Nachbarkanalbetrieb abgeschätzt werden. Die höchsten hochfrequenten Pegel werden dem Mischer mit einer Bandbreite von 10...15 MHz zugeführt. Fast ungedämpft bilden daher folgende Träger an der Mischernichtlinearität Intermodulationsprodukte dritter Ordnung:

- der Bildträger des Nutzkanals
 - der Tonträger des Nutzkanals
 - der Farbhilfsträger des Nutzkanals
 - der Tonträger des unteren Nachbarkanals
 - der Bildträger des oberen Nachbarkanals

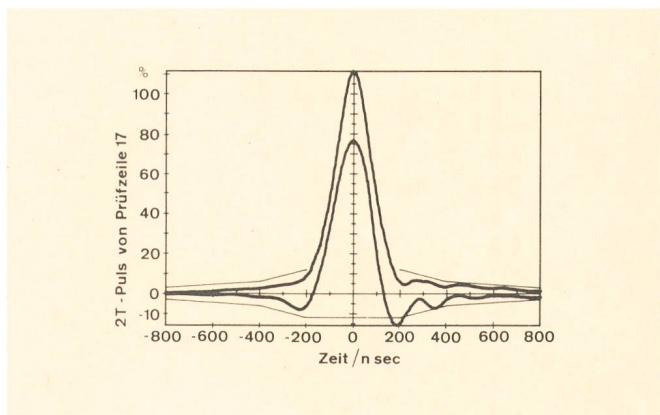
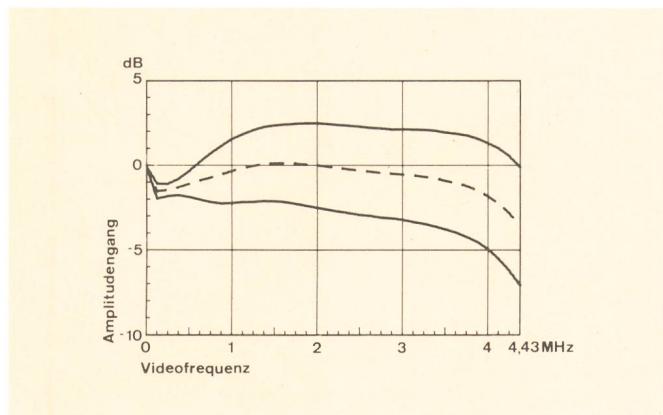


Fig. 3
Streubereich des videotfrequenten Amplitudenfrequenzgangs

Fig. 4
Streubereich der 2T-Impulsantwort

Man kann nun zeigen, dass Kreuzmodulation des Bildträgers im Nutzkanal mit dem Bildträger des oberen Nachbarkanals die dominierende Störung des Nachbarkanalbetriebs durch Intermodulation dritter Ordnung ist [9].

Messtechnisch einfacher ist es, das Intermodulationsprodukt zwischen unterem Nachbartonträger und Nutzbildträger auf der Videofrequenz 1,5 MHz zu erfassen. Diese Messung wurde in einem Band-III-Kanal an den Empfängern durchgeführt. Drei Viertel aller Empfänger zeigten bei Pegeln unter -38 dBm je Kanal keine Intermodulationsstörungen durch Nachbarkanalbetrieb mehr. Unterhalb dieses Grenzpegels wird der Nachbarkanalbetrieb ein Selektionsproblem.

52 Selektion des unteren Nachbartonträgers

Bei niedrigen Kanalpegeln wird der Nachbarkanalbetrieb durch lineare Demodulation des unteren Nachbartonträgers dann beeinträchtigt, wenn die Nachbartonfalle des Zwischenfrequenzfilters ungenügend ist. Da die gemessenen Empfänger fast ausnahmslos mit exakten automatischen Frequenznachstimmungen ausgerüstet sind, sind Selektionsprobleme als Folge verstimmter Empfänger heute unwahrscheinlich.

Zur Messung der Selektion auf der Frequenz des unteren Nachbartonträgers wird am Empfängerausgang die Videointerferenzfrequenz 1,5 MHz gemessen. Um daraus auf das Impairment zu schliessen, kann der Interferenzabstand um 4,5 dB erhöht werden, da die Sichtbarkeit dieser Störfrequenz tiefer ist als jene unter 1 MHz. Tabelle II zeigt die gemessenen mittleren Selektionswerte, deren Streuungen, die (korrigierten) Interferenzabstände sowie die nach CCIR-Report 959 für eine Interferenzfrequenz 1 MHz berechneten Impairments mit den zugehörigen Qualitätswerten. Alle Empfänger wurden auch auf ihr Verhalten bei einem zweiten unteren Nachbartonträger 1,25 MHz unterhalb des Nutzbildträgers hin gemessen. Die Absenkung beider Tonträger betrug 20 dB.

Tabelle II. Messwerte der Empfängerselektion auf den Frequenzen der Tonträger des unteren Nachbarkanals

| Störer | Frequenz | mittlere Selektion | Streuung | Interferenz-abstand | Impairment | Qualität |
|--------------------|-----------|--------------------|----------|---------------------|------------|----------|
| erster Nachbarton | 40,4 MHz | 47,5 dB | 6 dB | 56 dB | 0,144 | 4,5 |
| zweiter Nachbarton | 40,15 MHz | 42,3 dB | 9 dB | 49 dB | 0,389 | 3,9 |

Im Gegensatz zu den Werten von Tabelle I zeigt Tabelle II Impairments und Qualitätswerte, die zu den mittleren Messwerten gehören, da die Selektionsverteilungen unsymmetrisch sind (typische Nachbartonfallentiefe oft über-, selten aber unterschritten). In [10] wird gezeigt, dass 75 % der gemessenen Empfänger mehr als 43 dB Selektion beim ersten Nachbarton aufweisen. Bei Nachbarkanalbetrieb ohne zweiten, unteren Nachbarton ist daher mit den meisten Empfängern bei sonst einwandfreiem Bild eine Qualität von 4,2 erreichbar.

53 Diskussion

Der Nachbarkanalbetrieb ist in den meisten schweizerischen Kabelfernsehanlagen verwirklicht. In Deutschland, dem Herstellerland der meisten hierzulande verkauften Empfänger, herrscht immer noch die Vorschrift, Kanäle im Zweierschritt zu belegen, obwohl sich Frequenzökonomen die Köpfe zerbrechen, wie z. B. MAC-Signale möglichst schmalbandig verteilt werden könnten [11]. Die Folge davon sind Fernsehempfänger, die oft nur knapp nachbarkanaltauglich sind. Der Eingangspegel darf meist -38 dB nicht übersteigen, um nicht Kreuzmodulation des Nutzträgers mit dem oberen Nachbartonträger zu erzeugen. Die Nachbartonfallen sind knapp bemessen. Sie verlangen eine Absenkung der Tonträger gegenüber den Bildträgern von rund 20 dB. Jene Empfänger, die den heutigen Stand der Technik ausnutzen, sind jedoch voll nachbarkanaltauglich [9].

6 Messungen beim Betrieb mit 30 Kanälen

61 Intermodulationsrauschen

Im VHF-Frequenzband bis 300 MHz können rund 30 Kanäle übertragen werden. Aus Figur 1 ist ersichtlich, dass ein üblicher Empfänger nur eine geringe Eingangsselektion besitzt. Bei voller Kanalbelegung kann sich daher infolge der Nichtlinearität der Vorstufe Intermodulationsrauschen um den Nutzträger bilden. Dieses schmalbandige Rauschen ist im Bild als horizontales Strichmuster zu erkennen.

Für alle Empfänger wurde jener Eingangspegel gesucht, bei dem diese Störung gerade sichtbar wurde. Die 29 Störkanäle waren unmoduliert. Entsprechend 50%-Weissmodulation waren die Störträger gegenüber dem Synchronpegel um 8 dB abgesenkt. Der Nutzträger (ein mittlerer Band-III-Kanal) war 40 % weiss moduliert. Die Messresultate sind folgende:

- Im Mittel darf der Eingangspegel je Kanal -27 dBm erreichen.
- Die Streuung beträgt 5 dB.

Empfänger, die nach dem heutigen Stand der Technik gebaut sind, zeigen bis zu Eingangspegeln um -20 dBm kein sichtbares Intermodulationsrauschen.

62 Intermodulationsprodukte zweiter Ordnung

Drei Viertel aller Empfänger werden mit MOS-FET-Vorstufen betrieben, deren quadratische Eingangskennlinie Probleme mit Intermodulationsprodukten zweiter Ordnung vermuten lassen. Dies besonders dann, wenn der Nutzträger, der keine Vorkreisselektion erfährt, selbst an der Produktbildung beteiligt ist. Der Störträger hat in diesem Fall etwa die doppelte Frequenz des Nutzträgers, so dass das Produkt mit der Differenzfrequenz in den Nutzkanal fällt.

Im Band I tritt dieses Problem bei der Belegung der unteren Sonderkanäle in Erscheinung und wird dann gern mit Spiegelproblemen verwechselt. Die Frequenz der Intermodulationsprodukte ist 1,75 MHz höher als jene der Band-I-Träger. Der subjektive Gewinn dieser Frequenzlage gegenüber trágernäheren Interferenzfrequenzen entspricht rund 6 dB. Diese Störung wird daher von ei-

nem hochfrequenten Interferenzabstand unter rund 56 dB an sichtbar. Ähnliche Überlegungen für Störungen durch Intermodulationsprodukte zweiter Ordnung in den unteren Sonderkanälen bei Belegung der oberen Sonderkanäle führen auf 52 dB Interferenzabstand. Wegen der etwas geringeren Vorkreisdämpfung in diesem Frequenzbereich ist das Störverhalten der Vorstufen in beiden Fällen etwa gleich.

Messungen am graumodulierten Nutzträger zeigten, dass diese Störung im Mittel erst bei Eingangspegeln unter –38 dBm verschwindet. Die Streuung zwischen den Werten der verschiedenen Empfänger ist mit 8 dB sehr hoch.

63 Spiegelselektion

Beim Betrieb mit 30 VHF-Kanälen ist die Belegung von Spiegelkanälen unumgänglich. Um Spiegelstörungen zu vermeiden, muss der Fernsehempfänger bis Kanal 11 eine Spiegelselektion von mindestens 60 dB aufweisen. Da in Zukunft auch mit Übertragungen im Frequenzbereich zwischen 300 und 400 MHz in Kabelfernsehnetzen zu rechnen ist, scheint es wünschenswert, dass dieser Spiegelselektionswert auch in den oberen Sonderkanälen eingehalten wird.

Die Messung der Spiegelselektion wird folgendermassen durchgeführt: In einer ersten Messung wird dem Empfänger neben einem graumodulierten Nutzträger ein In-Kanal-Interferenzsignal zugeführt. Der videofrequente Interferenzabstand (rund 20 dB) wird mit dem Spektrumanalysator gemessen. In der zweiten Messung liegt das Interferenzsignal im Spiegelkanal. Interferenz- und Nutzträgerpegel betragen jetzt –40 dBm. Aus der Differenz der videofrequenten Störpegel beider Messungen kann nun der Spiegelselektionswert exakt und unter richtigen Betriebsbedingungen ermittelt werden.

Die Spiegelselektion wurde bei jedem Empfänger in 15 VHF-Kanälen gemessen. *Tabelle III* zeigt die mittleren

Tabelle III. Gemessene Spiegelselektionswerte

| Frequenzband (Nutzkanäle) | Mittelwert der Spiegelselektion | 60 dB nicht erreicht |
|------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| Band I | 72,3 dB | 11 % |
| untere Sonderkanäle | 69,4 dB | 5 % |
| Band III | 64,3 dB | 23 % |
| obere Sonderkanäle | 61,0 dB | 51 % |

Spiegelselektionswerte sowie den Prozentsatz der Geräte, die 60 dB Spiegelselektion nicht erreichten, geordnet nach Frequenzbändern.

64 Lokaloszillatorstörpegel am Antenneneingang

In Hausanlagen sind die Teilnehmerdosen nur beschränkt gegeneinander entkoppelt. Ein Empfänger kann dann von einem benachbarten gestört werden, wenn die Lokaloszillatorfrequenz des einen in den Nutz-

kanal des andern fällt. Man kann zeigen, dass diese Störung vernachlässigt werden kann, wenn der Störpegel des Lokaloszillators am Antenneneingang des störenden Empfängers –69 dBm nicht übersteigt [12].

Die Messung der Lokaloszillatorstörpegel wird folgendermassen durchgeführt: Der Empfänger wird mit einem graumodulierten Nutzsignal in 15 VHF-Kanälen betrieben. Der Nutzpegel beträgt –40 dBm. Am Combiner C2 der Messschaltung nach Figur 2 wird die Lokaloszillatorstörspannung abgegriffen und dem Spektrumanalysator zugeführt.

Tabelle IV zeigt die Messresultate, gegliedert nach den Frequenzbereichen der Nutzkanäle. Die Lokaloszillatorfrequenz selbst liegt 38,9 MHz höher. Neben dem mittle-

Tabelle IV. Lokaloszillatorstörpegel am Antenneneingang

| Frequenzband | mittlerer LO-Störpegel | % über –69 dBm |
|---------------------|---------------------------|----------------|
| Band I | –72,7 dBm | 37 % |
| untere Sonderkanäle | –75,7 dBm | 19 % |
| Band III | –73,9 dBm | 28 % |
| obere Sonderkanäle | –72,3 dBm | 40 % |

ren Lokaloszillatorstörpegel ist der Prozentsatz jener Empfänger aufgeführt, deren Störpegel –69 dBm überschreitet.

65 Diskussion des Betriebs mit 30 VHF-Kanälen

Die Gefahr, dass in Fernsehtuntern bei lückenloser Belegung der VHF-Kanäle Intermodulationsrauschen zu sichtbaren Bildstörungen führt, ist bei Pegeln unter –32 dBm je Kanal gering. Geräte, die dem Stand der Technik entsprechen, sind gut 10 dB besser. Normalerweise setzen Intermodulationsstörungen durch den Nachbarkanalbetrieb eine obere Grenze für die Eingangspegel und nicht Intermodulationsrauschen wegen hoher Kanalzahlen. Eine Ausnahme bilden die Intermodulationsstörungen zweiter Ordnung. Hier sind die Grenzwerte für die Eingangspegel ähnlich wie jene für intermodulationsstörungsfreien Nachbarkanalbetrieb.

Die Spiegelselektion der meisten Empfänger ist ausreichend. Im Blick auf die Belegung von Frequenzen oberhalb 300 MHz in Kabelfernsehnetzen ist es bedeutsam, dass etwa die Hälfte der Empfänger auch in den oberen Sonderkanälen brauchbare Spiegelselektionswerte aufweisen.

Lokaloszillatorstörungen sind in Hausinstallationen mit Richtkopplerdosen eher selten geworden. Insbesondere europäische Empfänger sind heute in dieser Hinsicht unproblematisch. Bei modernen Hausanlagen wird daher ein Betrieb mit 30 VHF-Kanälen meist störungsfrei sein, wenn die Dosenpegel –38 dBm je Kanal nicht überschreiten, die Tonträger gegen 20 dB abgesenkt sind und die Pegelunterschiede rund 3 dB je Oktave der Trägerfrequenzen nicht überschreiten.

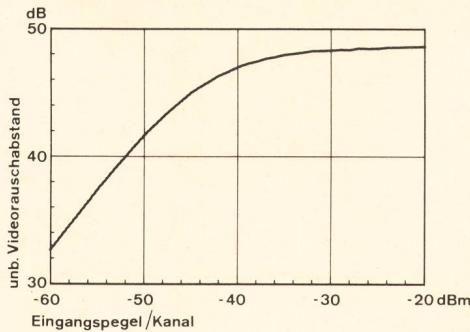


Fig. 5
Videorauschabstand in Funktion des Kanalpegels

7 Rauschen, Anpassung und Immunität

71 Rauschen

Zur Bestimmung des Videorauschabstandes mit dem Messplatz, wie ihn Figur 2 zeigt, wurde den Empfängern ein graumoduliertes Nutzsignal in einem Band-III-Kanal zugeführt. Die videofrequente Rauschleistungsdichte wird am Empfängerausgang mit dem Spektrumanalysator auf den Frequenzen 0,5, 1,5 und 2,5 MHz gemessen und daraus der unbewertete Videorauschabstand berechnet. *Figur 5* zeigt den über die 23 Empfänger gemittelten Verlauf des unbewerteten Videorauschabstandes, wie er in Funktion des Eingangspegels gemessen wurde.

Man erkennt, dass bei Eingangspegeln über -47 dBm im Mittel mindestens 43 dB Rauschabstand erreicht werden. Dies entspricht einem durch Rauschen bedingten Impairment von $0,02$ oder der Note $4,9$ (CCIR-Reports 959 und 405). Die Streuung zwischen den Geräten ist grösser als jene zwischen den VHF-Kanälen. Sie beträgt 3 dB, so dass rund 16% der Geräte Eingangspegel über -45 dBm benötigen, um die Qualität $4,9$ zu erreichen.

72 Anpassung

Fehlanpassung am Antenneneingang eines Fernsehempfängers führt zu Fehlanpassungsdämpfung (Rauschen) und zu Kurzzeitreflexionen über Antennenkabel und -dose.

Zur Messung der Anpassung wurde der Combiner C2 in Figur 2 durch eine VSWR-Brücke ersetzt. Unter normalen Betriebsbedingungen für den Empfänger (Graubild, -40 -dBm-Pegel) wurde auf fünf VHF-Frequenzen die Eingangsspannung gemessen. *Tabelle V* zeigt die Mittel-

werte und Streuungen der gemessenen Anpassungswerte.

73 Immunität gegen Direkteinstrahlung

Direkteinstrahlung in Empfänger, die an Kabelanlagen betrieben werden, wird ein Problem, sobald eine so grosse Kanalzahl übertragen wird, dass ein Ausweichen auf Frequenzen, die nicht von Sendern belegt sind, nicht mehr möglich ist. In [13] sind die Resultate umfangreicher Immunitätsmessungen dargestellt. Messungen an einigen der hier betrachteten Empfängern zeigten das gleiche Immunitätsverhalten. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, kann gesagt werden, dass rund zwei Drittel aller Geräte Immunitätswerte aufweisen, die in einem Streubereich von 20 dB liegen.

74 Diskussion

Bei Kanalpegeln über -47 dBm an der Teilnehmerdose kann bei den meisten Fernsehempfängern das Eigenrauschen vernachlässigt werden. Anpassungswerte bis gegen 3 dB sind an den Antenneneingängen von Fernsehempfängern anzutreffen. Schlechte Rauschabstände sowie Kurzzeitreflexionen zwischen Teilnehmerdose und Antenneneingang über die Antennenzuleitung dürften zu den häufigsten Ursachen von Störungen bei Teletext gehören.

Die Immunität gegen Direkteinstrahlung jener Fernsehtuner, die HF- und ZF-Teil in *einem* Gehäuse untergebracht haben, an dem auch die Antennenbuchse angelötet ist, hat brauchbare Werte erreicht. Ausführungen mit streckenweise offenen Antennenzuleitungen zeigen oft unbrauchbare Immunitätswerte.

8 Schlussfolgerungen

Im allgemeinen erreicht heute ein Fernsehempfänger mit einem einwandfreien Antennensignal eine Bildqualität, die deutlich über dem Wert 4 nach der CCIR-Empfehlung 500-2 liegt. Die grösste subjektive Störwirksamkeit wird vom Impulsverhalten der Zwischenfrequenzfilter erreicht.

Nachbarkanalbetrieb ist bei Tonträgerabsenkungen gegen 20 dB möglich, ohne dass dadurch im Mittel die Qualität eines perfekten Bildes unter $4,5$ sinkt. Wird ein Fernsehkanal mit einem zweiten Tonträger betrieben, so erreicht die Bildqualität im gestörten oberen Kanal nur noch den Qualitätswert $3,9$. Es empfiehlt sich daher, Zweittonprogramme in Kabelanlagen in solche Kanäle zu legen, deren oberer Nachbarkanal unbelegt ist.

Beim Betrieb mit hohen Kanalzahlen ist darauf zu achten, dass die Kanalpegel an den Teilnehmerdosen rund -38 dBm nicht überschreiten, da sonst besonders Intermodulationsprodukte zweiter Ordnung Bildstörungen hervorrufen können. Eine gewisse Unterstützung dürften auch spezielle Frequenzraster (Halbzellenoffsetraster, harmonisch verkoppelte Raster) bieten.

Spiegel- und Oszillatorstörungen sind, einheitliche Verwendung von Richtkopplerdosen vorausgesetzt, selten geworden.

Tabelle V. Anpassung am Antenneneingang

| Frequenzbereich | Mittelwert | Streuung |
|---------------------|------------|----------|
| Band I | 6,5 dB | 3,9 dB |
| untere Sonderkanäle | 8,6 dB | 4,1 dB |
| Band III | 9,7 dB | 4,5 dB |
| obere Sonderkanäle | 8,1 dB | 3,6 dB |

Der Rauschbeitrag der Empfänger ist bei Kanalpegeln über -47 dBm bei den meisten Geräten vernachlässigbar. Es ist daher empfehlenswert, die Dosenpegel zwischen -47 dBm und -38 dBm zu planen, damit eine möglichst grosse Zahl Empfänger weder Rausch- noch Intermodulationsprobleme aufweist.

Besonders mit Blick auf Teletext müssen die Anpassungswerte des Antenneneingangs deutlich verbessert werden. Rückflussdämpfungen über 10 dB sind von den Empfängerherstellern unbedingt anzustreben.

Da die Immunität gegen Direkteinstrahlung vieler Empfänger immer noch ungenügend ist, empfiehlt es sich, in Kabelanlagen Kanäle, die durch anlagennahe Sender belegt sind, erst nach einer Abklärung der Störverhältnisse zu verwenden.

Bibliographie

- [1] *Maier G., Kirschner E. und Fischer B.* Europa-Fernsehtuner mit MOSFET. Funkschau, München 51 (1979) 7.
- [2] *Schurig K.* VHF-Breitbandtuner mit Dual-Gate-MOSFETs. Funkschau, München, 53 (1981) 3.
- [3] *Siegle G. und Luber G.* HF-ZF-Baustein. Funkschau, München, 54 (1982) 3.

- [4] *Fenk J.* Jetzt wird der Tuner integriert. Funkschau, München, 55 (1983) 3.
- [5] CCIR-Rec. 567-1. Transmission performance of television circuits designed for use in international connections. Recommendations and Reports of the CCIR, Geneva, 1982, Vol. XII.
- [6] CCIR-Rep. 405-4. Subjective assessment of the quality of television pictures. Recommendations and Reports of the CCIR, Geneva, 1982, Vol. XI-1.
- [7] CCIR-Rep. 959. Experimental results relating picture quality to objective magnitude of impairment. Recommendations and Reports of the CCIR, Geneva 1982, Vol. XI-1.
- [8] CCIR-Rep. 960. Subjective quality of television pictures in relation to the main impairments of the analogue composite television signal. Recommendations and Reports of the CCIR, Geneva, 1982, Vol. XI-1.
- [9] *Gysel H.* Evaluation of receiver properties relevant for operation in CATV-networks. 13th Int. TV Symposium, Montreux 1983.
- [10] PTT Bern. Bericht VD 13.1031 U vom 23. 3. 1983. Messungen an Fernsehheimempfängern.
- [11] *Dinsel S.* Distribution of satellite signals (TV and sound) on cable networks. 13th Int. TV Symposium, Montreux 1983.
- [12] *Brand H.* Die Belegung von Nachbarkanälen in Fernseh-Gemeinschaftsanlagen. Bern, Techn. Mitt. PTT 56 (1978) 8.
- [13] PTT Bern. Rapport VD 24.135 U du 12. 4. 1983. Mesure de l'immunité de récepteurs de télévision à un champ haute fréquence modulé en amplitude ou en fréquence par la méthode synthétique. Recommandations pour l'amélioration de l'immunité des téléviseurs.