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: 9

Artikel: Vergleichende Empfangsbeobachtungen mit drei Farbenfernsehsystemen in Schattenzonen

Autor: Bernath, K.W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-875175

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: 06.12.2025

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

Nº 9 - BERN, IX. 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

K. W. Bernath, Bern

621.397.132:621.391.812

Vergleichende Empfangsbeobachtungen mit drei Farbfernsehsystemen in Schattenzonen*

Zusammenfassung. *In der zweiten Januarhälfte dieses Jahres wurden im Raume Bern-Thun-Interlaken vergleichende Farbfernseh-Ausbreitungs- und Empfangsversuche mit dem NTSC-, SECAM- und PAL-System durchgeführt. Die Versuchsergebnisse wurden über die Ad-hoc-Gruppe «Farbfernsehen» der UER einer Untergruppe der Studiengruppe XI des CCIR unterbreitet, die vom 14. bis 25. Februar dieses Jahres in London eine Farbtagung durchführte.*

Die Resultate lassen sich etwa wie folgt zusammenfassen: 1. In Schattenzonen (Gebiete ohne Sicht zum Sender) lässt sich im Mittel mit dem SECAM- und dem PAL-System eine etwas bessere Farbbildqualität erzielen als mit dem NTSC-System. Ausserdem ist die Empfängerbedienung etwas einfacher. 2. Das PAL-System, in Verbindung mit dem Decoder mit Verzögerungsleitung, ergibt im Mittel eine um ein weniges bessere Farbbildqualität als das SECAM-System und das PAL-System in Verbindung mit dem einfachen Decoder. 3. Die Bildverschlechterung in den Schattenzonen ist in erster Linie auf Mehrwege-Empfang, zum Teil aber auch auf Empfängerrauschen zurückzuführen. 4. Die Systemunterschiede treten bei starken Reflexionsstörungen besonders deutlich in Erscheinung, sind aber auch bei ziemlich guter Bildqualität noch nicht zu vernachlässigen. 5. Das SECAM-System reagiert in Empfangslagen mit sehr niedrigem Eingangssignal etwas empfindlicher auf Rauschstörungen als das NTSC- und PAL-System. 6. Die Qualitätsminderung des Schwarzweissbildes und des Farbbildes muss nicht notwendigerweise parallel verlaufen. Bei diskretem Mehrwege-Empfang (beschränkte Zahl von Echo-Störsignalen) ist dies zwar weitgehend der Fall; liegt aber ein diffuser Mehrwege-Empfang mit Zeitunterschieden bis zur Grössenordnung der Zeilendauer vor (feiner «Reflexionsvorhang»), wie er in Schattenzonen verhältnismässig häufig anzutreffen ist, kann sich bei ziemlich gutem monochromem Bild ein ziemlich schlechtes, gelegentlich sogar schlechtes NTSC-Farbbild ergeben, wobei die Phaseneinstellung des NTSC-Empfängers recht kritisch wird. In solchen Fällen lässt sich mit dem SECAM- und dem PAL-System in der Regel noch ein mässig gutes Farbbild erzeugen, ohne dass die Empfängereinstellung kritisch wäre. 7. Die PAL-Decoder mit Verzögerungsleitung haben sich als besonders stabil erwiesen.

Der drahtlose Pfad bildet lediglich ein Glied in der Übertragungskette vom Studio zum Heimempfänger. Der Schattenzonenempfang ist ein Sonderfall des drahtlosen Empfanges. Die vorliegenden Ergebnisse stellen deshalb nur einen Beitrag zur Behandlung der Farbfernseh-Systemfrage dar. Es ist aber zu bedenken, dass künftige apparative Verbesserungen, welcher Art sie auch immer sein werden, den drahtlosen Übertragungspfad direkt nicht zu verbessern vermögen, und dass diesem später in der Praxis nur ein kleiner Teil der Systemtoleranz zugebilligt wird.

* Der vorliegende Bericht ist als Versuchsbeitrag im Rahmen des Arbeitsprogrammes der Ad-hoc-Gruppe für Farbfernsehen der UER aufzufassen. Er will der Stellungnahme der Schweiz bei den kommenden internationalen Verhandlungen keineswegs vorgreifen.

Résumé. *Observations comparatives de la réception de trois systèmes de télévision en couleur dans des zones d'ombre*. Dans la deuxième quinzaine de janvier 1964 ont eu lieu dans le secteur Berne-Thoune-Interlaken des essais comparatifs de propagation et de réception de télévision en couleur avec les systèmes NTSC, SECAM et PAL. Les résultats ont été soumis, par l'intermédiaire du groupe ad hoc de Télévision en couleur de l'UER, à un sous-groupe du groupe d'études XI du CCIR qui a tenu à Londres du 14 au 25 février 1964 des séances consacrées à la télévision en couleur.*

Ces résultats peuvent être récapitulés comme suit: 1. Dans les zones d'ombre (régions sans vue directe vers l'émetteur), les systèmes SECAM et PAL donnent en général une image en couleur un peu meilleure que le système NTSC. En outre, le réglage du récepteur est un peu plus simple. 2. Le système PAL, en liaison avec le décodeur à ligne de retard, donne en moyenne une image en couleur de qualité légèrement supérieure au système SECAM ou au système PAL avec décodeur simple. 3. La diminution de la qualité

* Le présent rapport doit être considéré comme une contribution aux essais du groupe ad hoc sur la Télévision en couleur de l'UER. Il ne préjuge en rien l'attitude de la Suisse lors des prochaines discussions sur le plan international.

de l'image dans les zones d'ombre provient en premier lieu de la réception par trajets multiples, en partie aussi du bruit du récepteur. 4. Les différences entre les systèmes apparaissent plus particulièrement en cas de fortes perturbations par réflexion, mais ne sont cependant pas négligeables même avec une qualité relativement bonne de l'image. 5. Dans les zones de réception avec très faible signal d'entrée, le système SECAM se montre un peu plus sensible au souffle que les systèmes NTSC et PAL. 6. La diminution de qualité de l'image en noir et blanc n'est pas nécessairement parallèle à celle de l'image en couleur. En cas de réception discrète par trajets multiples (nombre limité de signaux d'écho perturbateurs), c'est cependant généralement le cas; s'il s'agit toutefois d'une réception diffuse par trajets multiples avec différences de temps jusqu'à la durée d'une ligne («rideau de réflexion» fin), comme cela se produit assez fréquemment dans les zones d'ombre, l'image en couleur NTSC peut être moins que médiocre, parfois même franchement mauvaise, alors que l'image monochrome est de qualité passable. Le réglage de phase du récepteur NTSC devient alors difficile. En pareil cas, les systèmes SECAM et PAL donnent en général une image en couleur encore acceptable sans que le réglage du récepteur soit trop délicat. 7. Les décodeurs PAL avec ligne de retard se sont révélés particulièrement stables.

La voie sans fil n'est qu'un maillon de la chaîne de transmission du studio au récepteur. La réception dans les zones d'ombre est un cas particulier de la réception sans fil. Les résultats dont il est question ici ne sont en conséquence qu'une contribution à l'étude des systèmes de télévision en couleur. Il faut considérer cependant que, de quelque nature qu'elles soient, les améliorations qui seront apportées aux appareils ne peuvent améliorer directement la voie de transmission sans fil et qu'on pourra plus tard, en pratique, n'admettre pour cet élément qu'une faible partie des tolérances applicables à l'ensemble du système.

Riassunto. *Osservazioni comparative della ricezione di tre sistemi di televisione a colori nelle zone d'ombra*. Nella seconda quindicina del gennaio 1964 sono state eseguite prove di propagazione e di ricezione della televisione a colori secondo i sistemi NTSC, SECAM e PAL. I risultati delle prove sono stati sottomessi – per il tramite del pruppo ad hoc Televisione a colori dell'UER – a un sottogruppo del gruppo di studio XI del CCIR riunitosi a Londra dal 14 al 25 febbraio 1964.*

I risultati possono essere ricapitolati come segue: 1. Nelle zone d'ombra (regioni senza vista diretta della trasmittente), la qualità delle immagini a colori SECAM ePAL è generalmente un po' migliore di quella ottenuta con il sistema NTSC. La manovra dei ricevitori è inoltre un po' più semplice. 2. Il sistema PAL, in unione a un decodificatore a linea di ritardo, dà in generale una qualità d'immagine leggermente superiore a quella ottenuta con il sistema SECAM o il PAL con decodificatore semplice. 3. Il peggioramento dell'immagine nelle zone d'ombra è in primo luogo dovuto alla ricezione su tratti multipli, ma in parte anche al rumore del ricevitore. 4. Le differenze di sistema appaiono in modo particolarmente chiaro in caso di forti perturabazioni di riflessione, ma non devono essere trascurate, nemmeno se la qualità dell'immagine è ancora assai buona. 5. Nelle zone di ricezione ove il segnale all'entrata è molto debole, il sistema SECAM è un po' più sensibile al fruscio che i sistemi NTSC e PAL. 6. La diminuzione della qualità dell'immagine in bianco e nero non è necessariamente parallela a quella dell'immagine a colori. In caso di ricezione discreta su tratti multipli (numero limitato di segnali d'eco perturbatori) tale è però generalmente il caso; se si tratta di ricezione diffusa su tratti multipli con differenze di tempo fino alla durata d'una linea («cortina di riflessione» fine), come è frequentemente il caso nell2 zone d'ombra, e l'immagine in bianco e nero è abbastanza buona, l'immagine a colori NTSC è invece assai mediocre, talvolta magari assolutamente scadente, e la regolazione di fase del ricevitore NTSC è molto critica. In tali casi i sistemi SECAM e PAL permettono di regola di ottenere un'immagine accettabile, senza troppe difficoltà di regolazione del ricevitore. 7. I decodificatori PAL a linea di ritardo si sono dimostrati particolarmente stabili.

La tratta senza filo rappresenta soltanto una maglia della catena di trasmissione dallo studio al ricevitore privato. La ricezione nelle zone d'ombra è un caso speciale della ricezione radioelettrica. I risultati di cui è questione nel presente articolo devono quindi essere considerati solo come un contributo allo studio del problema dei sistemi di televisione a colori. Bisogna però tener presente che i miglioramenti di qualsiasi genere a cui saranno soggetti gli apparecchi non possono migliorare direttamente la tratta di trasmissione senza filo. Per questa maglia della catena si dovrà quindi, in pratica, ammettere soltanto una piccola parte della tolleranza di sistema applicabile all'insieme.

* Questo rapporto dev'essere considerato come un contributo del gruppo ad hoc per la televisione a colori dell'UER. Esso non pregiudica in nulla la posizione della Svizzera alle prossime trattative sul piano internazionale.

1. Einleitung

In den vergangenen zwei Jahren ist die Forschungs- und Versuchstätigkeit auf dem Farbfernsehsektor in Europa stark intensiviert worden. Grossbritannien, das ursprünglich plante, das neue Unterhaltungsmittel schon im Jahre 1965 öffentlich einzuführen, hat auch die Länder des Kontinents, die es mit der Einführung nicht eilig haben, gezwungen, der Normungsfrage grösste Aufmerksamkeit zu schenken. So hat sich im Schosse der *Union Européenne de Radiodiffusion (UER)* im November 1962 unter dem Vorsitz von *Prof. Dr. R. Theile*, München, eine *Ad-hoc-Gruppe für Farbfernsehen* gebildet, die sich zum Ziel gesetzt hat, zuhanden des *Comité Consultatif International des Radiocommunications (CCIR)* einen konkreten Systemvorschlag auszuarbeiten. Eine der sechs Untergruppen dieser Kommission, in der die Bundesrepublik Deutschland, Frankreich, Grossbritannien, Italien, die Niederlande und die Schweiz vertreten sind, hatte sich dabei im besonderen mit den Ausbreitungsproblemen des Farbfernsehens zu befassen.

In der Folge wurde in der Bundesrepublik Deutschland, in Grossbritannien und in der Schweiz eine Reihe von Farbfernsehausbreitungs- und Empfangsversuchen durchgeführt. Die dafür verfügbare Zeit war allerdings sehr knapp bemessen, musste doch schon im Herbst 1963, das heisst in einem Zeitpunkt, in dem weder die Systemparameter noch die apparative Realisierung der SECAM- und PAL-Varianten des NTSC-Systems endgültig festlagen, der Ad-hoc-Gruppe Bericht erstattet werden [1].

Bis dahin waren Empfangszonen ohne Sicht zum Sender, sogenannte Schattenzonen, kaum systematisch genug untersucht worden [1; 6–10]. Da einige im September 1963 in unserem Land durchgeführte Versuche gezeigt hatten, dass in solchen Lagen unter Umständen beträchtliche systemabhängige Qualitätsunterschiede auftreten können, wurden auf unsere Initiative hin im Januar dieses Jahres im Raume zwischen Bern und Interlaken eine Reihe ergänzender Ausbreitungs- und Empfangsversuche durchgeführt. Dieser Raum umfasst drei typische topographische Zonen der Schweiz: Das zu grossen Teilen hügelige Mittelland, das bergige Alpenvorland und das eigent-

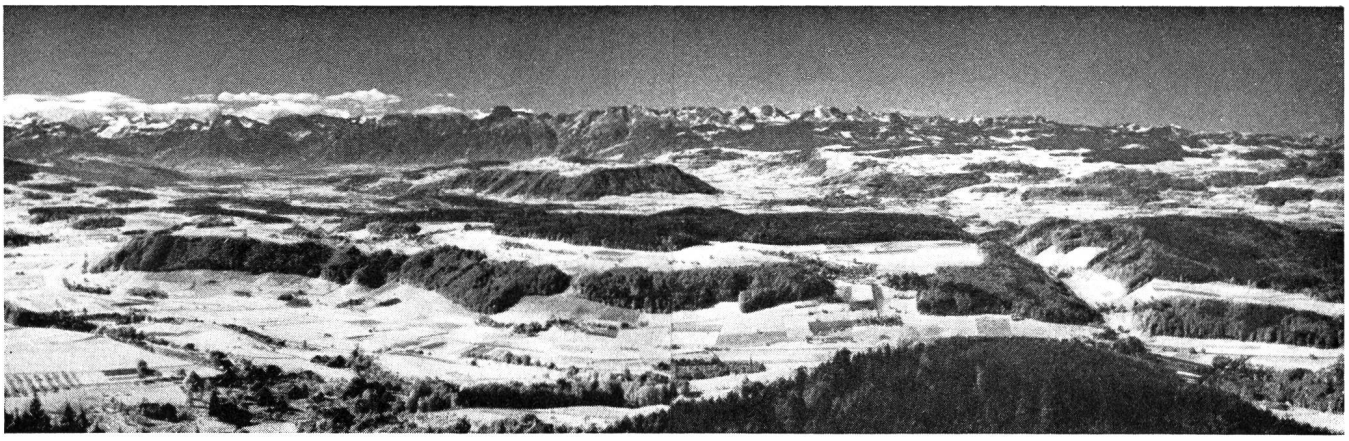

Fig. 1
Teil des Empfangsgebietes, vom Senderstandort Bantiger aus gesehen. Mehrere Ortschaften liegen im Schatten der Hügel im Mittelgrund (Infrarot-Aufnahme)

liche Alpengebiet *(Fig. 1)*. Dank tatkräftiger Unterstützung durch die an der Entwicklung der neuen Farbfernsehverfahren beteiligten Firmen konnten die Untersuchungen mit den jüngsten Systemvarianten und den modernsten Geräten durchgeführt werden. Die Ad-hoc-Gruppe für Farbfernsehen zeigte reges Interesse für die Versuche; viele ihrer Mitglieder scheuten, trotz ungünstiger Jahreszeit, die zum Teil recht weite Reise nicht, und stellten sich spontan als Versuchspersonen zur Verfügung.

Die Beobachtungsergebnisse – Gegenstand der vorliegenden Arbeit – wurden in der Folge, nach Genehmigung durch die Ad-hoc-Gruppe für Farbfernsehen, als UER-Bericht einer Untergruppe der Studienkommission XI (Fernsehen) des CCIR unterbreitet, die im Februar dieses Jahres in London zusammentrat, um über die künftige europäische Farbfernsehnorm zu beraten [15].

2. Farbfernsehsysteme

Es wurden die folgenden der CCIR-Norm G angepassten Farbfernsehsysteme und Decodertypen in die Untersuchungen einbezogen:

a) Modifiziertes NTSC-System [2; 14]

b) SECAM-III-System [3; 11]

c) PAL-System [4; 5] mit drei Decoder-Varianten:

PAL_s Modifizierter NTSC-Decoder, bei welchem lediglich das I-Signal von Zeile zu Zeile umgepolt wird («Simple PAL»);

PAL_d Decoder mit Verzögerungsleitung und Quarzgenerator für Trägerrückgewinnung («Standard-PAL»);

PAL_n Decoder mit Verzögerungsleitung und vom Farbsynchron- und Farbartsignal

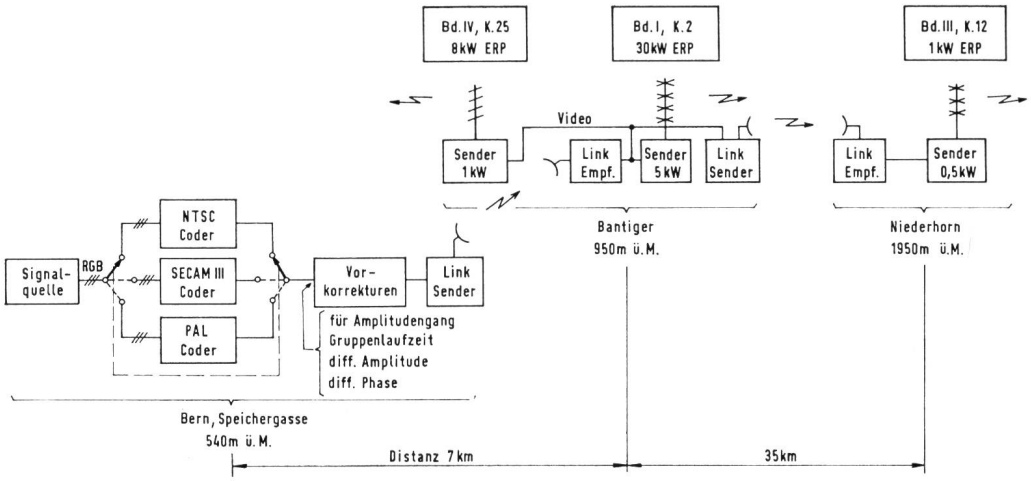

Fig. 2
Blockschaltbild der sendeseitigen Versuchsanordnung (Erläuterungen im Textteil)

nachsynchronisiertem LC-Generator («Neu-PAL»).

Nähere Angaben über die verwendeten Systeme finden sich in *Anhang 1* sowie im erwähnten Schrifttum.

3. Versuchsanordnung

Figur 2 zeigt die sendeseitige Versuchsanordnung in Form eines Blockschaltbildes. Die Signalquellen waren, zusammen mit den Decodern sowie Korrektur- und Kontrollgeräten, im PTT-Labor in Bern untergebracht. Von dort konnte wahlweise eines der drei codierten Farbsignale über eine erste Richtstrahlstrecke zum sieben Kilometer von Bern gelegenen Bantiger (950 m ü. M.), und über einen zweiten solchen Link zum Niederhorn (1950 m ü. M.), einem Voralpengipfel im Thunerseegebiet, übertragen werden. Auf dem Bantiger wurden der reguläre Band-I-Sender (30 kW ERP) und parallel dazu ein kleiner Band-IV-Versuchssender (8 kW ERP) eingesetzt. Der regionale Sender auf dem Niederhorn (1 kW ERP) übermittelte gleichzeitig Farbsignale im Band III. Die Band-I- und -III-Sender strahlten Bild und Ton, der Band-IV-Sender nur den Ton aus. *Anhang 2* enthält nähere Angaben über die sendeseitigen Anordnungen und deren wichtigste übertragungstechnische Eigenschaften.

Die Übertragungsfehler der Sender konnten durch spezielle Vorkorrekturen hinreichend klein gehalten werden. Besondere Aufmerksamkeit wurden dem Amplitudengang und der pegelabhängigen Phase geschenkt. Diese wurde «über alles» korrigiert (siehe *Anhang 4*).

Auf der Empfangsseite standen, in verschiedenen Messwagen, zwei mobile Empfangseinrichtungen (gemäss *Figur 3*) zur Verfügung. Ein Teleskopmast von 8 m beziehungsweise 13 m Maximalhöhe diente als Träger der Empfangsantenne, deren Signal wahlweise auf einen normalen monochromen Heimempfänger, ein selektives Mikrovoltmeter oder einen für alle drei Farbsysteme gemeinsamen HF- und ZF-Empfangsteil bester Qualität geschaltet werden konnte (Amplitudengang siehe *Anhang 3*). Der Video-Ausgang dieses Gerätes, dessen Rauschzahl jener eines modernen Heimempfängers entspricht, liess sich mit dem Eingang eines der drei Decoder verbinden; gleichzeitig wurde auch das Farbwiedergabegerät – ein Lochmasken-Monitor hoher Güte – auf den entsprechenden Decoder geschaltet. Diese Umschaltung geschah synchron zur Sendeseite und wurde manuell vollzogen. In einem weiteren, etwas kleineren Messwagen wurde ein dritter Schiebemast mitgeführt (grösste Höhe 10 m). Dieses Fahrzeug war einem der beiden mobilen Laboratorien zugeteilt, das damit über *zwei* Antennenträger verfügte. Mit einer solchen Anordnung lässt sich in jenen Lagen, wo mehr als ein Sender empfangen werden kann, untersuchen, welche Nachstellungen beim Empfänger vorgenommen werden müssen, wenn von einem Signal auf das andere umgeschaltet wird.

Grosse Bedeutung kommt der Gestaltung der Empfangsantennen zu, deren wichtigste Eigenschaften *Tabelle I* entnommen werden können. Die Charakteristiken entsprechen den Richtlinien der Ad-hoc-Gruppe für Farbfernsehen der UER. Man erkennt, dass in den Bändern III und IV Antennen mit besserer Richtwirkung eingesetzt wurden, als im Band I (Band-I-Antennen mit vergleichbarer Richtcharak-

Tabelle I. **Daten verwendeter Empfangsantennen**

Antenne Nr.	Typ	Kanal	Gewinn (dB)	Vor–Rückwärts-Verhältnis (dB)
1	4-Element-Yagi	2	8	ca. 20
2	Doppel-Faltdipol	2	3	14
3	10-Element-Yagi	12	12	24
4	12-Element-Yagi	25	10	26
5	11-Element-Yagi	25	8	21

Die Charakteristiken stimmen mit den Leitsätzen der Ad-hoc-Gruppe für Farbfernsehen der UER überein.

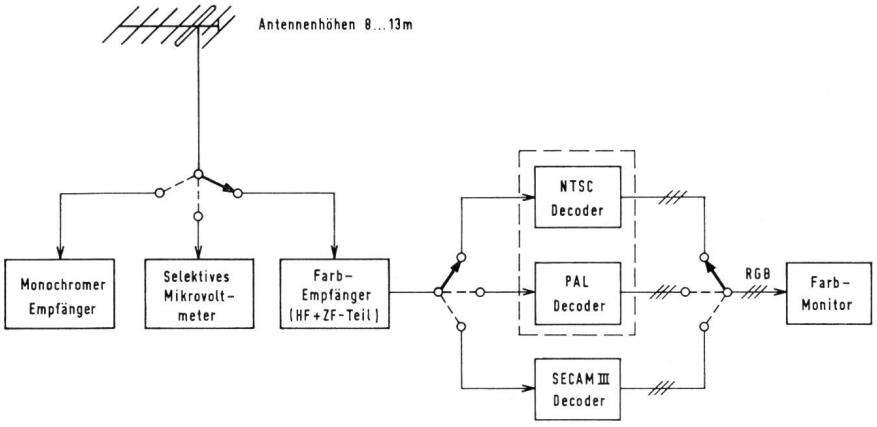

Fig. 3
Blockschaltbild der Empfangsseite (Erläuterungen im Textteil)

teristik sind für Teleskopmaste zu gross und zu schwer). Die Schiebemaste waren in der Regel bei den Versuchen voll ausgezogen.

4. Beobachtungszonen

Die Zonen, in denen Empfangsbeobachtungen durchgeführt wurden, sind aus der Kartenskizze *(Figur 4)* ersichtlich. Jede dieser Regionen hat mindestens zu einem der beiden Senderstandorte keine optische Sicht.

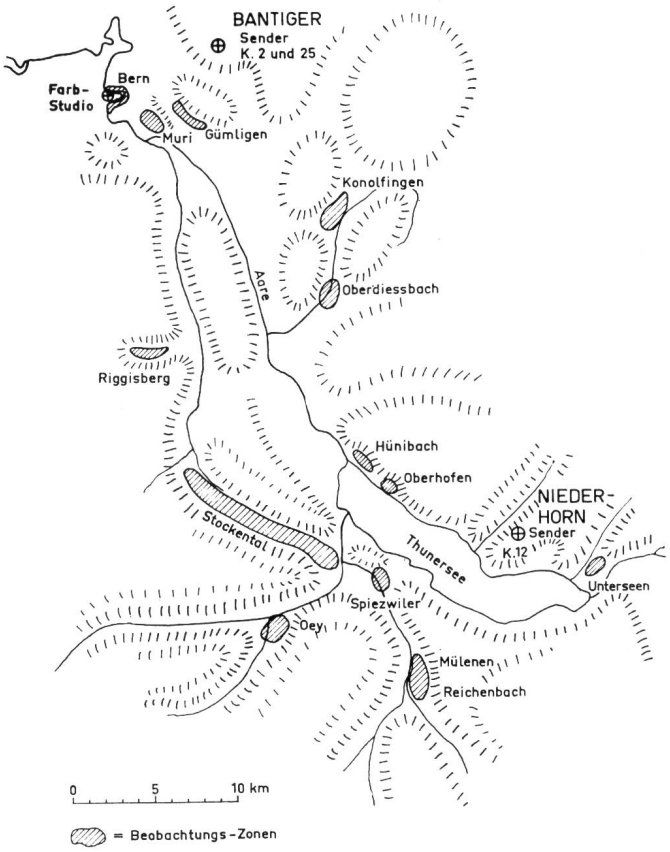

Fig. 4
Karte mit Beobachtungszonen

5. Durchführung der Versuche

Die Empfangsbeobachtungen wurden in der üblichen Weise auf subjektiver Basis durchgeführt, indem ein Kollektiv von Versuchspersonen die Qualität des empfangenen Farbbildes zu beurteilen hatte [6–10]. Es wird zwischen «Nichtexperten», «Monochrom-Experten» und «Farb-Experten» unterschieden. *Tabelle II* gibt Auskunft über die an den verschiedenen Versuchstagen anwesenden Testpersonen; diese verteilten sich jeweils gleichmässig auf die beiden Messwagen. Es wurden jeden Tag einige neue Beobachtungsorte aufgesucht, ohne dass diese vorgängig rekognosziert worden wären. Wiederholte Beobachtungen am genau gleichen Standort (gleiche Feinstruktur des elektromagnetischen Feldes) wurden nicht durchgeführt.

Tabelle II. **Verteilung der Testpersonen auf die verschiedenen Beobachtungstage**

Datum Januar 1964	Farb-Experten								Monochrom-Experten	Nicht-Experten
	B	CH	D	F	GB	I	NL	S	CH	CH
Freitag, 24.		1							5	2
Samstag, 25.		2							2	2
Montag, 27.							1		6	2
Dienstag, 28.		3	2				1			
Mittwoch, 29.			1		6	1				
Donnerstag, 30.	1	1		1	1			1		
Freitag, 31.		2		2					2	2

Legende: B = Belgien, D = Deutschland, F = Frankreich, GB = Grossbritannien, I = Italien, NL = Niederlande, S = Schweden.

Die Versuche beschränkten sich auf die folgenden ruhenden Bildinhalte:

a) Vertikale Farbbalken (100% Sättigung, 75% Amplitude)

b) Diapositive:
- Nr. I, Skigirl (USA Nr. 2)
- Nr. II, Ballgirl (USA Nr. 4)
- Nr. III, Tulpengarten
- Nr. IV, Küchenmädchen (USA Nr. 1)
- Nr. V, Knabe mit Spielzeug (UER Nr. 1)
- Nr. VI, Trachtenmädchen (UER Nr. 3)

Die in Klammern beigefügten Bezeichnungen beziehen sich auf die Diapositiv-Liste der Ad-hoc-Gruppe für Farbfernsehen der UER. Die Mehrzahl der Untersuchungen wurde mit den Farbbalken und den Bildern Nr. I bis IV durchgeführt.

Der Betrachtungsabstand entsprach dem Drei- bis Fünffachen der Bildhöhe. Normalerweise war nur wenig Fremdlicht vorhanden.

Vor der Bildbeurteilung wurden am Empfangsort, wenn nötig, die folgenden Decoder-Justierungen vorgenommen:

NTSC	Phase des Farboszillators (Farbton-Abgleich), Amplitude des modulierten Farbartsignals (Farbsättigungs-Abgleich);
PAL_s	Wie NTSC, Phaseneinstellung jedoch etwas weniger kritisch;
PAL_d, PAL_n	Amplitude des modulierten Farbartsignals (Farbsättigungs-Abgleich);
SECAM III	Keine Nachjustierung erforderlich.

Darüber hinaus ergab sich bei allen Systemen häufig die Notwendigkeit, die Grundhelligkeit und den Kontrast des Leuchtdichtesignals etwas nachzuregeln. Bei geringem Rauschabstand trat beim NTSC- und PAL-Bild «Zeilenrauschen» in Erscheinung, nicht aber beim SECAM-III-Bild. Dieses unterschiedliche Verhalten war darauf zurückzuführen, dass der SECAM-Decoder, im Gegensatz zu den andern Geräten, durch Impulsregeneration für die Klemmpegelung

eine rauschfreie Austastschulter erzeugte, hatte also mit dem Farbfernsehsystem an sich nichts zu tun. Der Beobachter wurde gebeten, diesem Effekt keine Beachtung zu schenken.

Die Beurteilung der Farbfernsehbilder wurde nach folgendem Schema vorgenommen:

a) Absolutes Urteil über die Qualität des NTSC-Bildes auf Grund folgender Notenstufung:

1 A = sehr gut,
2 A = gut,
3 A = befriedigend,
4 A = nicht ganz befriedigend
5 A = schlecht,
6 A = sehr schlecht.

Es wurden auch halbe Notenstufen, wie beispielsweise 3½ A, zugelassen.

b) Vergleich der Qualität des PAL- und SECAM-Bildes mit jener des NTSC-Bildes, unter Verwendung folgender *Relativ*-Skala:

+3 = viel besser als NTSC,
+2 = besser als NTSC,
+1 = etwas besser als NTSC,
0 = wie NTSC,
− 1 = etwas schlechter als NTSC,
− 2 = schlechter als NTSC,
− 3 = viel schlechter als NTSC.

c) Angabe der Hauptursachen der Bildstörung nach folgendem Schema:

N = Rauschen,
M = Langzeitechos («Geister»),
C = Fehlerhafte Farbwiedergabe,
E = Kurzzeitechos, Einschwingvorgänge,
I = Impulsförmige Störungen,
S = Ton im Bild,
P = Störmuster, die auf Sinusstörer zurückzuführen sind,
X = Andere als oben aufgeführte Störung, (wenn möglich, nähere Angabe).

Die Kompatibilität (Sichtbarkeit des Farbträgers auf dem Schirm des monochromen Heimempfängers) konnte aus Zeitmangel nicht systematisch mituntersucht werden. Auffallende Unterschiede zwischen den verschiedenen Systemen waren nicht zu beobachten.

6. Ergebnisse

Die Empfängereingangsspannungen lagen bei allen Versuchen zwischen etwa 100μV und 20 mV an 50Ω.

6. 1 Ergebnisse der Befragungen und Diskussion

Die Ergebnisse der Befragungen sind in den Figuren 5, 6 und 7 sowie in den Tabellen III und IV zusammengestellt.

Es galt, an die 2000 Einzelergebnisse statistisch auszuwerten. Dabei wurde wie folgt vorgegangen:

Zunächst wurden für das *absolut beurteilte NTSC-Bild* fünf *Qualitätsklassen* gebildet, die folgende Notenbereiche umfassen.

Klasse r:	Noten 1 A, 1,5 A und 2 A	(sehr gutes bis gutes Bild)
Klasse s:	Noten 2,5 A und 3 A	(ziemlich gutes Bild)
Klasse t:	Noten 3,5 A und 4 A	(Bild nicht ganz befriedigend)
Klasse u:	Noten 4,5 A und 5 A	(ziemlich schlechtes bis schlechtes Bild)
Klasse v:	Noten 5,5 A und 6 A	(sehr schlechtes Bild)

Fig. 5 ▼, 6, 7 ▶

Mittelwerte der Bildqualität der empfangenen PAL- und SECAM-Bilder, bezogen auf die Güte des NTSC-Bildes (siehe Abschnitt 6)

Es bedeuten: + 3 = viel besser als NTSC,
+ 2 = besser als NTSC,
+ 1 = etwas besser als NTSC,
0 = wie NTSC,
− 1 = etwas schlechter als NTSC,
− 2 = schlechter als NTSC.

Qualitätsklassen des NTSC-Bildes:
r = sehr gutes bis gutes Bild (Noten 1 A, 1,5 A und 2 A),
s = ziemlich gutes Bild (Noten 2,5 A und 3 A),
t = Bild nicht ganz befriedigend (Noten 3,5 A und 4 A),
u = ziemlich schlechtes bis schlechtes Bild (Noten 4,5 A und 5 A).

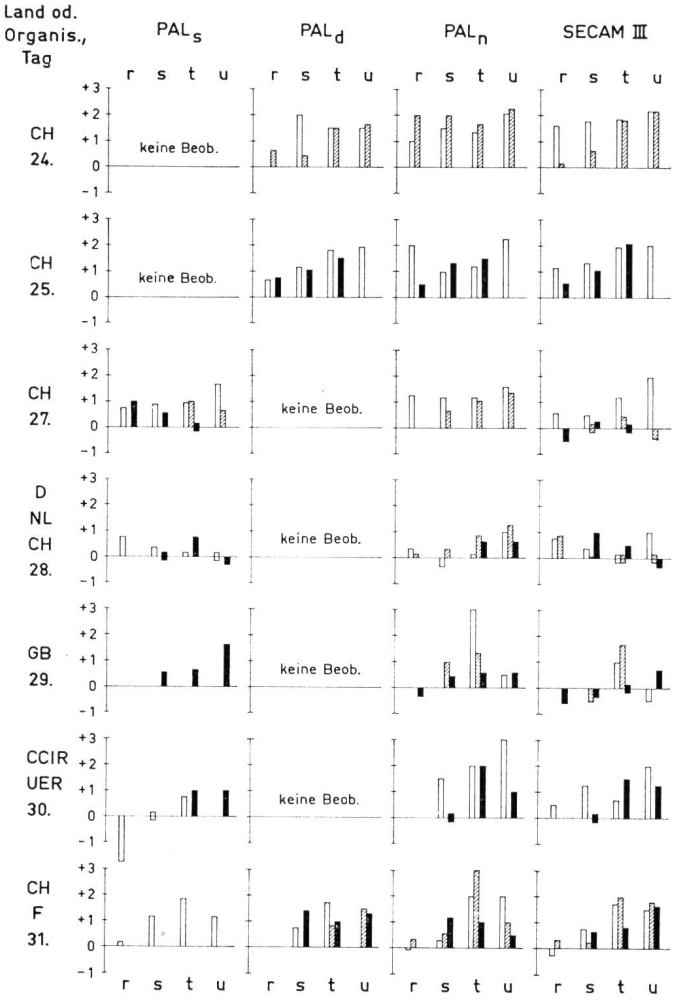

Fig. 5

Ergebnisse, geordnet nach Versuchstagen (Januar 1964)
Herkunft der Versuchsteilnehmer (Land oder Organisation)
Bildinhalt: Diapositive und Farbbalken

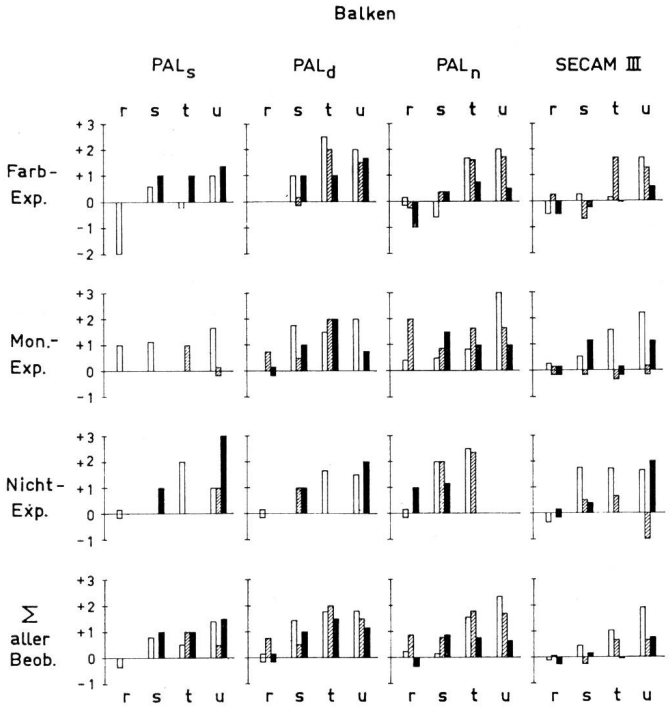

Fig. 6
Ergebnisse, geordnet nach Beobachtergruppen (Farbexperten, Monochromexperten, Nichtexperten; alle Beobachter zusammengenommen) Bildinhalt: Farbbalken

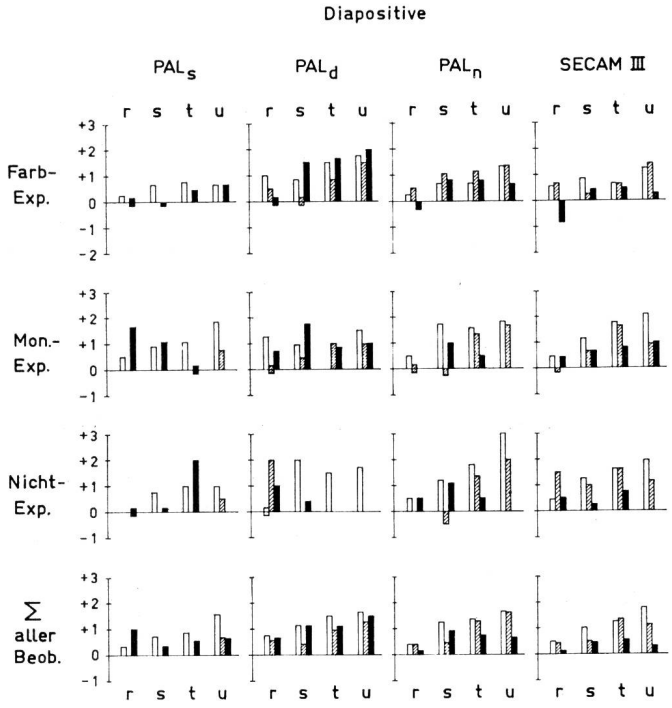

Fig. 7
Wie Figur 6, aber natürliche Bildinhalte (Diapositive)

Für diesen Bericht sind nur die Klassen r bis u ausgewertet worden, da die Bilder der Klasse v auch bescheidensten Ansprüchen nicht mehr zu genügen vermögen.

Hierauf wurden, für jede dieser NTSC-Klassen gesondert, die *Mittelwerte* und *Streuungen* der die andern Systeme und Decodertypen betreffenden *Relativnoten* ermittelt.

Figur 5 enthält, für jeden der insgesamt sieben Versuchstage, die über alle Bildinhalte und Beobachter gemittelten Ergebnisse der vergleichenden Beurteilung. Es sei daran erinnert, dass jeden Tag neue Beobachtungsorte aufgesucht wurden, ohne dass diese vorher rekognosziert worden wären. Da ausserdem auf einen Tag nur fünf bis neun Beobachtungsorte entfielen, streuen die täglichen Mittelwerte stark. *Der einzelne, oft nur einen Tag anwesende Beobachter, war deshalb kaum in der Lage, sich ein zuverlässiges Gesamturteil zu bilden.* Die Bildqualität war aber an allen Versuchstagen beim PAL- wie beim SECAM-III-System im Mittel etwas besser, als beim NTSC-System. Besonders deutliche Unterschiede zeigten sich dann, wenn die Qualität des NTSC-Bildes nicht mehr ganz befriedigte oder schlecht war (Klassen t und u). Die *Bildverschlechterung* war in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle auf *Langzeitechos* zurückzuführen, die in Schattenzonen des Empfangs häufig eine merkwürdige vorhang-ähnliche Grundstruktur aufweisen (siehe Abschnitt 8). Aus Figur 5 ist bereits auch zu entnehmen, dass die Unterschiede bei den Meterwellen (Bänder I beziehungsweise III, weisse beziehungsweise schraffierte Balken) offenbar etwas deutlicher ausgefallen sind als bei den Dezimeterwellen (Band IV, schwarze Balken).

In den *Figuren 6* und *7* sind ebenfalls Mittelwerte der relativen, auf das NTSC-Bild bezogenen Beurteilung der PAL- und SECAM-Varianten aufgezeichnet, Parameter sind aber diesmal der Bildinhalt (Farbbalken, Diapositive) und die spezifische berufliche Vorbildung oder Erfahrung der Versuchspersonen («Nichtexperten», «Monochrom-Experten», «Farb-Experten»). Es handelt sich um Mittelwerte über alle sieben Versuchstage.

Aus diesen Histogrammen ist zu entnehmen, dass die Beurteilung in den verschiedenen Beobachtergruppen nicht sehr abweichend ausgefallen ist. Die PAL- und SECAM-Bilder wurden fast ausnahmslos etwas günstiger bewertet als die NTSC-Bilder. Auch aus dieser zweiten Darstellung der Ergebnisse geht klar hervor, dass die Systemunterschiede vor allem dann deutlich werden, wenn die Qualität des NTSC-Bildes nicht mehr ganz befriedigt oder schlecht ist (Klassen t und u). Aber auch bei ziemlich gutem NTSC-Bild (Klasse s) weisen die neuen Systemvarianten PAL und SECAM III noch Vorteile auf, die nicht zu vernachlässigen sind. Über alle Beobachtergruppen gemittelt (unterste Zeilen), ergeben sich bei den Meterwellen deutlich etwas grössere Qualitätsunterschiede, als bei den Dezimeterwellen. Erwartungsgemäss sind auch die Unterschiede in den sattfarbigen Balken etwas grösser, als in normalen Bildern, die eine geringe mittlere Farbsättigung aufweisen.

Die besten Ergebnisse wurden mit dem PAL-System in Verbindung mit den Verzögerungsleitungs-Decodern (PAL$_d$, PAL$_n$) erzielt. Die Bilder waren hier im Mittel im Band IV etwas besser und in den Bändern I und III deutlich besser, als das NTSC-Bild.

Die mit dem einfachen PAL-Decoder (PAL_s) erzielten Resultate decken sich im Durchschnitt ungefähr mit jenen des SECAM-III-Systems. Mit diesen Anordnungen liess sich eine Farbbildqualität erreichen, die im Mittel bei den Dezimeterwellen ein klein wenig besser und bei den Meterwellen ein wenig besser ist, als die NTSC-Qualität.

Der durchwegs etwas kleinere Bildgüteunterschied im Band IV, verglichen mit jenem in den Bändern I und III, ist wohl teilweise auf die bessere Richtwirkung der Empfangsantenne, zum Teil aber auch auf die im Mittel kleinere Eingangsspannung und auf die ungünstigere Rauschzahl des Empfängers zurückzuführen. Sichere Rückschlüsse auf Unterschiede in der Wellenausbreitung lassen sich daraus jedenfalls nicht ableiten. Während bei schwächerem Bildrauschen die Reflexionsstörungen im allgemeinen dominieren, treten diese Einflüsse bei starkem Rauschen in der subjektiven Störwirkung zurück. Reflexionsbedingte Farbfehler sind dann häufig kaum noch erkennbar und der Beobachter beurteilt die Bildqualität ausschliesslich nach dem Rauschen. Das SECAM-III-System ist nun aber bei kleinem Rauschabstand etwas rauschempfindlicher als die beiden andern Systeme; es dürfte vornehmlich aus diesem Grunde in den Dezimeterwellen verhältnismässig ungünstig abgeschnitten haben.

Besondere Bedeutung kommt naturgemäss den Qualitätsklassen r und s zu (sehr gutes bis ziemlich gutes NTSC-Bild).

Aber auch die Ergebnisse der Klasse t (NTSC-Bild nicht ganz befriedigend) sind noch bedeutungsvoll, denn es ist zu bedenken, dass das SECAM- und das PAL-Bild laut Statistik an diesen Orten häufig etwas besser oder gar deutlich besser als das NTSC-Bild war und demzufolge vom Betrachter noch als befriedigend empfunden wurde. In analoger Weise ergibt sich aus der NTSC-Klasse u (ziemlich schlechtes bis schlechtes Bild) eine SECAM-PAL-Klasse in der Nähe von t (Bild nicht ganz befriedigend). Die Klasse u in den Histogrammen darf deshalb in einem teilweise bergigen Land noch nicht völlig vernachlässigt werden, es sei denn, man konzentriere sich bei der Planung bewusst auf die grösseren Bevölkerungszentren. Die NTSC-Klasse v (sehr schlechtes NTSC-Bild) braucht demgegenüber auch in einem Land mit schwierigen topographischen Verhältnissen nicht mehr beachtet zu werden; diese Empfangslagen liegen eindeutig ausserhalb der Versorgungszone.

In *Tabelle III* sind die Hauptgründe aufgeführt, die nach Ansicht der Versuchspersonen bei der einzelnen Beurteilung für die nicht-ideale Bildqualität verantwortlich waren (vergleiche Abschnitt 5). War die Ursache der Bildverschlechterung nicht eindeutig erkennbar, wurden oft keine Angaben gemacht.

Die weitaus häufigsten Gründe für eine ungenügende Bildqualität waren Langzeitechos (M) und fehlerhafte Farbwiedergabe (C). Aus den in diesem Bericht nicht aufgeführten Einzelergebnissen geht klar hervor, dass zwischen diesen beiden Störungen eine enge Korrelation besteht; *Langzeitechos führen, vor allem beim NTSC-System, oft zu fehlerhafter Farbwiedergabe.* Ziemlich häufig waren, wie bereits angedeutet, auch noch Rauschstörungen anzutreffen; die restlichen Störarten treten deutlich zurück.

Über die Streuung der Beobachtungsergebnisse und die Anzahl und Verteilung der Einzelbeobachtungen gibt *Tabelle IV* Aufschluss. Die Zahlen sind nach Kanal, Beobachtergruppe und Bildinhalt (Farbbalken, Diapositive I bis VI) zusammengestellt. Für die Farbbalken werden nur die Resultate über alle Kanäle und Beobachtergruppen mitgeteilt. Die Streuwerte beziehen sich auf die Relativskala von Abschnitt 5 und damit auf die Figuren 5, 6 und 7.

Bei der Beurteilung der Streuungen ist zu berücksichtigen, dass die Werte für die Diapositive systematische Abweichungen miteinschliessen, denn es wird zwischen den sechs verschiedenen Bildinhalten nicht näher unterschieden. Wird ferner in Betracht gezogen, dass sowohl für die Instruktion der Versuchspersonen als auch für die einzelne Beobachtung im engen Messwagen nur wenig Zeit zur Verfügung stand, und dass kleinere Justierfehler, vor allem bei der Schwarzpegel- und Leuchtdichte-Kontrasteinstellung, apparativer Instabilitäten wegen, nicht immer ganz zu vermeiden waren, so können die Abweichungen als durchaus normal bezeichnet werden. Sie sind jedenfalls noch hinreichend klein, um aus den Mittelwerten der Figuren 5, 6 und 7 zuverlässige Schlüsse ziehen zu können; das heisst, *die Qualitätsunterschiede zwischen den verschiedenen Systemen sind signifikant.* Die kleinsten Streuungen ergaben sich beim PAL-System mit d-Decoder (um 0,7), die grössten beim SECAM-III-System (um 1,2). Die spezifische berufliche Vorbildung und Erfahrung der Beobachter hatte interessanterweise nur einen geringen Einfluss auf die Streuwerte. Viele der beobachteten Erscheinungen führten offenbar auch erfahrene Farbfernsehfachleute in Neuland.

7. Empfängernachregelung bei Kanalwechsel

An einer Reihe von Beobachtungsorten war es, wie erwähnt, möglich, mehr als nur einen der drei Sender zu empfangen. Da diese in verschiedenen Bändern arbeiteten und zum Teil örtlich weit auseinanderlagen, war es von Interesse, zu erfahren, welche Nachjustierungen bei den verschiedenen Decodern nötig sind, wenn der Empfänger von einem ersten Sender auf einen zweiten umgestimmt wird.

Es zeigte sich, dass häufig die gleichen Nachregelungen wie im Falle eines Standortswechsels erforderlich sind (siehe Abschnitt 5, «Justierung vor Bildbeurteilung»). Das NTSC-System schneidet demnach auch in dieser Beziehung schlechter ab, als das PAL- oder das SECAM-System.

8. Weitere Beobachtungsergebnisse

Der Empfang in Schattenzonen ist häufig gekennzeichnet durch einen verhältnismässig hohen Anteil an Reflexionsenergie, die ziemlich oft mit Streu-

energie gepaart ist. Das Nutzsignal wird wohl in allen Fällen die den Empfänger auf dem kürzesten Weg erreichende Welle sein, die am Hindernis zwischen diesem und dem Sender gebeugt wird. Je grösser der Beugungswinkel und je höher die Trägerfrequenz, desto geringer ist der prozentuale Anteil der Beugungsenergie an der Gesamtenergie. In vielen Fällen lässt sich auch mit guten Empfangsantennen die

Tabelle III. **Hauptgründe für die nicht-ideale Qualität des NTSC-Bildes, sowie für die unterschiedliche Bildqualität der verschiedenen Systeme. Summierung der Einzelurteile über alle Kanäle und Beobachter.**

		Qualitätsklasse des NTSC-Bildes														
		r+s (Noten 1 A bis 3 A)					t (Noten 3,5 A und 4 A)					u (Noten 4,5 A und 5 A)				
		NTSC	PAL_s	PAL_d	PAL_n	SEC. III	NTSC	PAL_s	PAL_d	PAL_n	SEC. III	NTSC	PAL_s	PAL_d	PAL_n	SEC. III
Farbbalken	N	25	—	2	3	15	11	—	—	1	13	8	2	1	—	10
	M	46	8	6	14	20	43	7	9	19	25	30	10	5	12	17
	C	48	13	7	15	26	44	7	10	20	20	41	12	7	16	23
	E	14	4	1	2	6	4	—	—	3	6	7	2	4	2	7
	I	2	—	1	—	4	—	—	—	—	1	4	—	1	1	3
	S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	P	1	2	—	7	4	2	1	—	2	5	—	1	—	3	4
	X	—	—	—	1	7	—	—	—	—	2	—	2	—	—	1
Diapositive	N	61	5	1	2	16	45	3	—	3	12	43	2	1	4	18
	M	147	15	26	43	61	117	16	7	54	80	89	25	12	25	50
	C	151	20	26	46	87	149	27	13	56	98	106	30	14	28	56
	E	36	9	—	5	15	15	5	3	1	12	6	1	1	1	6
	I	9	1	1	—	1	12	—	1	1	2	17	—	—	2	2
	S	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	P	6	3	—	5	6	9	1	—	6	5	4	—	—	2	2
	X	—	—	—	—	8	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—

Legende: Siehe Abschnitte 5 und 6. 1

Tabelle IV. **Streuung der Beobachtungsergebnisse, ausgedrückt in Einheiten der Relativskala von Abschnitt 5, und Zahl der Einzelbeobachtungen (in Klammern), geordnet nach Kanal, Beobachtergruppen und Bildinhalt.**

			PAL_s				PAL_d				PAL_n				SECAM III			
			r	s	t	u	r	s	t	u	r	s	t	u	r	s	t	u
Diapositive I-IV	Σ aller Beobachter	Bd. I, K 2	1,30	0,67	0,74	0,75	0,61	0,84	1,26	0,76	0,87	0,99	0,99	0,65	1,05	0,98	1,06	1,03
			(14)	(30)	(22)	(20)	(8)	(25)	(6)	(21)	(31)	(30)	(54)	(27)	(53)	(83)	(82)	(67)
		Bd. III, K 12	—	—	—	0,24	0,83	0,49	0,75	0,45	0,49	1,49	0,82	0,87	0,90	0,94	1,04	1,61
			(0)	(0)	(0)	(8)	(9)	(10)	(11)	(7)	(5)	(26)	(34)	(23)	(14)	(37)	(45)	(38)
		Bd. IV, K 25	0,89	0,93	0,69	0,77	0,45	1,00	0,80	0,50	0,87	1,01	0,70	0,68	1,16	1,21	1,27	1,26
			(5)	(30)	(30)	(11)	(10)	(13)	(10)	(2)	(7)	(26)	(21)	(16)	(22)	(69)	(61)	(28)
	Σ aller Kanäle	Farbexperten	1,47	0,76	0,71	0,72	0,49	0,84	1,05	0,42	0,63	1,04	1,05	0,93	1,01	0,98	1,26	1,32
			(10)	(32)	(41)	(14)	(5)	(16)	(10)	(13)	(18)	(41)	(41)	(34)	(33)	(89)	(92)	(60)
		Monochrom-Experten	0,81	0,82	0,53	0,75	0,57	0,83	0,65	0,46	0,98	1,51	0,73	0,46	1,21	1,21	1,56	1,54
			(8)	(16)	(8)	(21)	(14)	(22)	(15)	(10)	(17)	(28)	(43)	(27)	(39)	(64)	(66)	(57)
		Nicht-experten	—	0,75	0,47	0,25	0,78	0,98	1,50	1,16	0,94	1,02	0,79	0,68	0,77	1,13	0,71	0,93
			(0)	(12)	(3)	(4)	(8)	(10)	(2)	(7)	(8)	(13)	(25)	(5)	(17)	(36)	(30)	(16)
	Σ aller Kanäle und Beobachter		1,25	0,83	0,73	0,82	0,65	0,88	0,93	0,70	0,84	1,22	0,92	0,86	1,07	1,10	1,18	1,40
			(19)	(60)	(52)	(39)	(27)	(48)	(27)	(30)	(43)	(82)	(109)	(66)	(89)	(189)	(188)	(133)
Farbbalken			1,37	0,60	0,92	1,01	0,50	0,57	0,58	0,57	1,20	1,19	1,04	1,01	1,08	1,25	1,41	1,27
			(3)	(13)	(61)	(20)	(6)	(15)	(13)	(10)	(18)	(35)	(30)	(21)	(27)	(65)	(55)	(51)

Qualitätsklassen für NTSC-Bild: r = Noten 1 A, 1,5 A und 2 A, s = Noten 2,5 A und 3 A, t = Noten 3,5 A und 4 A, u = Noten 4,5 A und 5 A.

Reflexions- oder Streuenergie nicht mehr genügend unterdrücken. Es zeigt sich dann im Fernsehbild fast immer eine Vorhang-ähnliche Struktur, die teilweise vom Bildinhalt und zum Teil vom Zeilensynchronzeichen herrührt, die auf vielen Umwegen von sehr unterschiedlicher Länge beim Empfänger eintreffen. Dieser «Vorhang» kann aus einer endlichen Zahl deutlich erkennbarer, vorwiegend vertikal orientierter Streifen oder auch aus einer fast unendlich grossen Zahl voneinander kaum noch trennbarer Vertikalstreifen bestehen (diskrete beziehungsweise diffuse Langwegechos). In jenem Fall liegt die Hauptreflexionsstörung subjektiv vorwiegend im Leuchtdichtekanal, und das monochrome wie das farbige Bild sind in Mitleidenschaft gezogen. In diesem Fall kann, je nach Farbverfahren, bei ziemlich gutem oder doch annehmbarem monochromem Bild ein mässig gutes, ziemlich schlechtes, gelegentlich sogar schlechtes Farbbild resultieren; der Qualitätsunterschied zwischen Schwarzweiss- und Farbbild ist dabei beim NTSC-Verfahren im Mittel deutlich grösser, als bei den andern Verfahren. *Es scheint, dass diffuse, mehr oder weniger über die ganze Zeile verteilte Langzeitechos zwar einen ziemlich gleichmässigen Leuchtdichtebeitrag, nicht notwendigerweise aber auch einen konstanten, mit dem Farbartvektor des Nutzsignals in Phase liegenden Farbartbeitrag liefern.* In extremen Fällen kann es sogar vorkommen, dass der Farbartvektor des Reflexionssignals jenen des Nutzsignals in gewissen Bildteilen gerade aufhebt. Diese Erscheinung lässt sich im Band IV, mit dem Bantiger als Senderstandort, beispielsweise am nördlichen Dorfausgang von Reutigen im Stockental reproduzierbar demonstrieren.

Von Bedeutung ist auch, dass schon bei mässig starkem diffusem Reflexionssignal die Justierung der Phase des NTSC-Decoders kritisch wird. Man hat Mühe, eine Einstellung zu finden, bei der alle Farbtöne gleichzeitig korrekt wiedergegeben werden. Diese Erscheinung äussert sich ähnlich wie ein starker pegelabhängiger Phasenfehler, hat aber damit natürlich nichts zu tun, denn alle Ausbreitungserscheinungen sind bekanntlich linearer Natur.

Vorhang-ähnliche Echostrukturen lassen sich von allfällig anderen Bildunvollkommenheiten visuell leicht trennen, indem der Antennenmast etwas geschaukelt wird. Schon bei Auslenkungen, die gegen die Wellenlänge klein sind, lässt sich im Leuchtdichte- und Farbartreflexionssignal häufig eine deutliche scheinbare Horizontalbewegung erkennen. Beim NTSC-Farbbild ist diese fast immer von stärkeren Farbtonschwankungen begleitet, während beim PAL- und beim SECAM-Bild der Farbton nicht oder nur wenig beeinflusst wird. Das NTSC-Verfahren erfordert damit, besonders im Bereich der Dezimeterwellen, in Schattenzonen einen besonders stabilen Antennenmast.

Bei sehr schwachem, gelegentlich auch schon bei schwachem Empfängereingangssignal und entsprechend starkem regellosem Bildrauschen zeigt sich im SECAM-Bild ein charakteristisches Farbartrauschen, im Berufsjargon «Silberfische» genannt. Es kommt dadurch zustande, dass das frequenzmodulierte Farbartsignal zeitweise durch das Rauschsignal verdrängt wird. Bei ausbreitungsbedingter selektiver Absenkung des Amplitudenganges in Farbträgernähe kann diese stark störende Erscheinung schon bei mässigem Leuchtdichterauschen auftreten. Der Schwellwert für das Einsetzen der Störung schien bei den benützten Geräten von Tag zu Tag etwas zu schwanken.

Unter sehr ungünstigen Mehrwege-Empfangsbedingungen zeigte das SECAM-III-System ausserdem, besonders in sattroten Bildteilen, eine merkwürdige Bildsignalstörung in Form einer ungedämpften Schwingung, deren Frequenz einige hundert Kilohertz betrug. Diese Erscheinung steht im Zusammenhang mit dem besonderen Farbart-Übertragungsverfahren und lässt sich theoretisch erklären; es sei hier aber nicht näher darauf eingegangen.

Wichtig für die Beurteilung des PAL-Systems ist die Erfahrungstatsache, dass der Feinabgleich der Verzögerungsleitung der beiden in die Untersuchungen einbezogenen Decoder über die ganze Dauer der Versuche nie nachgestellt werden musste, obschon zum Teil ziemlich extreme Temperaturverhältnisse vorlagen.

Die mit der Tonübertragung zusammenhängenden Probleme scheinen bei den drei untersuchten NTSC-Varianten ähnlich gelagert zu sein. Bildstörungen durch den Begleitton waren, soweit dieser übertragen wurde, praktisch nie festzustellen.

Die Versuche haben, zusammen mit den Resultaten früherer Beobachtungen, auch ergeben, dass die Qualität der in Schattenzonen empfangenen Farbbilder beträchtlichen zeitlichen Veränderungen unterworfen sein kann. Die Schwankungsperiode kann sowohl Monate als auch nur Tage oder Stunden umfassen; es kann sich das elektromagnetische Feld nur in seiner Feinstruktur oder auch zusätzlich noch in der Grobstruktur ändern. Hier sind weitere Untersuchungen nötig, denn es steht fest, dass das Farbbild durch diese Schwankungen mehr beeinflusst wird, als das monochrome Bild, vor allem beim NTSC-System.

9. Schlusswort

In der Schweiz dürften gegenwärtig, auf das landeseigene Programm einer jeden Sprachregion bezogen, etwa 20% der potentiellen Farbfernsehteilnehmer auf Schattenzonen entfallen. Es handelt sich hier um eine rohe Schätzung; genaue Angaben könnten nur nach Durchführung sehr zeitraubender Erhebungen gemacht werden. Mit dem weiteren Ausbau des Sendernetzes wird diese Verhältniszahl zwar ohne Zweifel noch erheblich absinken; sie wird aber, der komplizierten topographischen Struktur des Landes wegen, wohl kaum je so niedrig werden, dass sie bei der Behandlung der Farbfernsehsystemfrage ohne weiteres vernachlässigt werden kann. Besonders in kleineren Ländern wird in diesem Zusammenhang, im Interesse des Fernsehteilnehmers, auch der re-

gionale Auslandempfang nicht ganz übersehen werden dürfen.

Wir sind uns natürlich bewusst, dass die vorliegenden Untersuchungsergebnisse nicht mehr als einen *Beitrag* zur weiteren Abklärung der Farbfernsehsystemfrage darstellen können, und dass in der Bilanz der Vor- und Nachteile der verschiedenen Systeme noch eine ganze Reihe anderer sehr wichtiger Punkte aufzuführen sind, auf die hier im einzelnen nicht eingetreten werden kann. So ist vor allem zu beachten, dass die Signalverzerrungen im vorliegenden Fall fast ausschliesslich von der drahtlosen Übertragung herrührten, während in der späteren Farbfernsehpraxis mit zusätzlichen Fehlern gerechnet werden muss, die beispielsweise von der Magnetbandspeicherung, Richtstrahlübertragung, Mehrfachausstrahlung, Gemeinschaftsantennenanlage oder auch von Dejustierungen auf der Aufnahme- oder Wiedergabeseite verursacht sein können. Die spezifischen Einflüsse der Wellenausbreitung verlieren in diesem erweiterten Rahmen aber nur scheinbar an Gewicht, ist doch zu bedenken, dass der drahtlose Pfad später nur einen kleinen Teil der Systemtoleranz für sich wird beanspruchen können. Ausserdem kommen Fortschritte der apparativen Technik dem drahtlosen Empfang – vom Empfängerrauschproblem abgesehen – stets nur indirekt, das heisst über den Umweg vermehrter Sendestationen oder verbesserter Empfangsanlagen, zugute [12; 13].

Es bedarf wohl auch kaum der Erwähnung, dass die Bedeutung, die in den einzelnen Ländern den Wellenausbreitungseffekten beigemessen wird, je nach Topographie, Bevölkerungsverteilung und Planungsrichtlinien recht verschieden sein kann.

Sehr wichtig sind auch die wirtschaftlichen Aspekte. In diesem Zusammenhang ist z. B. zu beachten, dass der PAL-Empfänger ohne Verzögerungsleitung, der nur etwa 1 % teurer als der NTSC-Empfänger zu gestehen kommt, gegenüber diesem bei Mehrwegeempfang, das heisst linearen Verzerrungen, bereits nicht zu vernachlässigende Vorteile aufweist. (Auf nichtlineare Verzerrungen reagiert er ebenso empfindlich wie der NTSC-Empfänger) [13]. Man darf deshalb den einfachen PAL-Empfänger nicht voreilig aus der Diskussion ausklammern. Hiefür spricht auch noch ein anderer Grund: Schon der einfache PAL-Empfänger erlaubt dem Fernsehteilnehmer, die Phase des Farbträgeroszillators korrekt einzustellen – er hat gar keine andere Wahl –, während dieser Abgleich beim NTSC-Empfänger in der Praxis wohl stets Gefühlssache bleibt. (Phasenautomatiken im Empfänger vermögen nur die empfängereigenen Fehler zu beseitigen!) Diese zusätzliche Farbtonbeeinflussungsmöglichkeit beim NTSC-Empfänger mag zwar anfänglich, etwa bei unstabilem Studiobetrieb, Vorteile bieten, grundsätzlich und langfristig gesehen ist sie unseres Erachtens aber von Nachteil.

Abschliessend möchten wir noch erwähnen, dass die Versuche in Zusammenarbeit mit der *Compagnie Française de Télévision*, Levallois, Seine (Dipl.-Ing. *Pierre Cassagne* und Mitarbeiter) und der *Telefunken AG*, Hannover (Dipl.-Ing. *Walter Bruch* und Mitarbeiter) durchgeführt wurden.

Anhang 1

Angaben über verwendete Farbfernsehsysteme

Die Systeme sind an die CCIR-Norm G angepasst (625 Zeilen, 5 MHz Video-Bandbreite).

Die Zeilenfrequenz beträgt 15625 Hz.

Der Index ′ bedeutet: Gradationsvorentzerrtes Signal.

Wiedergabegrundfarben und Weisspunkt wurden bei allen Varianten vom NTSC-System übernommen.

a) *Modifiziertes NTSC-System*

Leuchtdichtesignal:

$U'_y = 0{,}30\ U'_r + 0{,}59\ U'_g + 0{,}11\ U'_b$,

Bandbreite: 5 MHz

Farbartsignale:

$U'_I = 0{,}60\ U'_r - 0{,}28\ U'_g - 0{,}32\ U'_b$,

$U'_Q = 0{,}21\ U'_r - 0{,}52\ U'_g + 0{,}31\ U'_b$;

Bandbreiten (Abfall höchstens 2 dB):

I-Signal: 1,3 MHz, Q-Signal: 0,4 MHz

Vollständiges Farbsignal:

$U'_m = U'_y + U'_Q \sin(\omega t + 33°) + U'_I \cos(\omega t + 33°)$.

Farbträgerfrequenz: 4,4296875 MHz (567mal halbe Zeilenfrequenz).

b) *SECAM-III-System*

Leuchtdichtesignal: Wie unter a).

Farbartsignale (abwechselnd zeilenweise übertragen):

$U'_{r-y} = 1{,}9\ (U'_r - U'_y)$,

$U'_{b-y} = 1{,}5\ (U'_b - U'_y)$.

Bandbreite (Eingang Modulator): 1,5 MHz

Farbträgerfrequenz im Grau ($U'_{r-y} = 0$, $U'_{b-y} = 0$):

4,4375 MHz $\pm$ 2 kHz

Farbträgerphase bei Beginn der Zeile,

$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2$:

Abwechselnd zwei Zeilen $\varphi_1 = 0$, eine Zeile $\varphi_1 = \pi$;

zusätzlich: erstes Halbbild: $\varphi_2 = 0$,

zweites Halbbild: $\varphi_2 = \pi$.

Videofrequente Vorbetonung der Farbartsignale:

Anhebung bei 70 kHz: 3 dB

Anhebung bei 350 kHz: 11,5 dB.

Frequenzhub:

Nennwert für Amplitude 1 des Farbartsignals: 230 kHz

Maximalwert: 500 kHz.

Farb-Identifizierungssignal:

Auf fünf aufeinanderfolgenden Zeilen des Bildaustastintervalls wird abwechselnd U'_{r-y} und U'_{b-y} mitübertragen. Diese Signale legen im Empfänger lediglich die korrekte Schaltphase fest, die eigentliche Farbartumschaltung wird vom rauschfreien Rücklaufimpuls der Zeilenablenkung bewerkstelligt.

Hochfrequente Vorbetonung der modulierten Farbartsignale:

Anhebung bei $\pm$ 70 kHz: 1 dB,

Anhebung bei $\pm$ 350 kHz: 9 dB.

Farbträgerpegel für Grau: 160 mV_{ss}.

c) *PAL-System*

Leuchtdichtesignal und Farbartsignale: Wie unter a).

Vollständiges Farbsignal:

$U'_m = U'_y + U'_Q \sin(\omega t + 33°) \pm U'_I \cos(\omega t + 33°)$.

Das positive Vorzeichen von $U'_I \cos(\omega t + 33°)$ gilt für die ungeraden Zeilen des ersten und für die geraden Zeilen des zweiten Vollbildes, das negative Vorzeichen für alle übrigen Zeilen.

Farbträgerfrequenz: 4, 43361875 MHz

(284mal ¾ der Zeilenfrequenz + 25 Hz)

Farb-Identifizierungssignal:

Das Farb-Identifizierungssignal meldet dem Empfänger die Zeilen, während derer das modulierte I-Signal mit positivem Vorzeichen übertragen wird. Es wird beim ersten Vollbild während zweimal vier ungeraden, beim zweiten Vollbild während zweimal vier geraden Zeilen des Bildaustastintervalls gesendet. Das Identifizierungssignal legt lediglich die korrekte Schaltphase fest; die eigentliche I-Umschaltung besorgt der rauschfreie Rücklaufimpuls der Zeilenablenkung.

Anhang 2

Charakteristiken der Sendeseite

Sender

S 1 = Regulärer Fernsehsender Bantiger für deutschsprachiges Programm, Band I, Kanal 2, 30/6 kW ERP, Rundstrahlantenne; älterer Schwarzweiss-Sender, modifiziert für Farbübertragung (besondere Entzerrung für den Amplitudengang). Bild- und Tonausstrahlung.

S 2 = Regulärer Fernsehsender Niederhorn, Band III, Kanal 12, 1/0,2 kW ERP, Antenne mit Strahlungsrichtung Sektor Ost-Süd-West; neuerer Sender, nach Firmenangabe farbtüchtig. Bild- und Tonausstrahlung.

S 3 = Versuchssender auf Bantiger, Band IV, Kanal 25, ca. 8 kW ERP, Doppel-Achterfeldantenne, horizontale Halbwertsbreite ± 20°, azimutal nach Empfangsrichtung schwenkbar; farbtüchtiger Sender amerikanischer Herkunft. Ton nicht ausgestrahlt.

Amplituden-Frequenzgang

HF-mässig gemessen am Senderausgang. f_b = Bildträger. Messwerte in dB.

$(f-f_b)$ [MHz]	0	1	2	3	4	4,5	4,75	5
Sender 1	0	0	– 0.8	0	+0,8	0	– 1	– 2,5
Sender 2	0	+0,5	+0,3	0	– 0,5	– 0,8	– 1,5	– 3
Sender 3	0	– 0,5	– 0,5	– 0,5	0	+0,4	+0,2	– 1,5

Gruppenlaufzeit-Frequenzgang

Gemessen mit Nyquist-Messdemodulator nach CCIR Empfehlung 266. Relativwerte in ns, Bezugsfrequenz 1 MHz.

f [MHz]	0	1	2	3	4	4,5	4,75	5
Sender 1	—	0	+90	– 20	+20	+130	+520	+550
Sender 2	—	0	+50	– 15	– 90	+100	+300	+450
Sender 3	—	0	– 60	– 75	– 40	– 65	+210	+530

Pegelabhängige Amplitude

Videomässige Messung über Nyquist-Messdemodulator.
Senderrestträger für Weiss: 15%
Schwankungsbereich
(Definition nach CCI):
S 1: 10%
S 2: 17% (12% zwischen 10 und 100% des Aussteuerbereichs),
S 3: 17% (10% zwischen 0 und 90% des Aussteuerbereichs).

Pegelabhängige Phase

Messmethode und Restträger wie oben,
Korrektur «über alles» ausgeschaltet,
Bezugspegel: Austastniveau; voreilende Phase: pos. Vorzeichen,
Extremalwerte. S 1: 0°, + 7,5°
S 2: –12°, + 2°
S 3: 0°, + 9,5°

Anhang 3

Trägerfrequenter Amplituden-Frequenzgang der Empfänger

Eingangssignal: 1 mV an 50 Ω,
Bezugsfrequenz: 1 MHz,
f_b = Bildträger,
Messwerte in dB.

$(f-f_b)$ [MHz]	–0,5	0	1	3	4	4,5	4,75	5	5,5
Empfänger 1 Kanal 2	–11	–5	0	–1,5	–2	–2	–1,6	–3	–69
Empfänger 1 Kanal 12	–11	–6	0	0	0	0	+0,6	+1	–40
Empfänger 2 Kanal 25	– 8	–4	0	0	–1	–1	–1,2	–2	–41
Empfänger 3 alle Kanäle	–10	–6	0	+1	+1	+1	+0,7	–1,3	–45

Anhang 4

Messwerte «über alles»

Senderrestträger für Weiss: 15%.

Pegelabhängige Amplitude:

(Definition nach CCI)
Kanal 2, Empfänger 1: Voller Aussteuerbereich: 30%,
Aussteuerung von 10 bis 90%: 17%.
Kanal 25, Empfänger 2: Voller Aussteuerbereich: 25%,
Aussteuerung von 0 bis 90%: 16%.

Pegelabhängige Phase

Mittlere Korrektur «über alles» eingeschlossen.
Bezugspegel: Austastniveau, voreilende Phase: positives Vorzeichen, Extremalwerte.
Kanal 2, Empfänger 1: + 7°, –7,5°,
Kanal 25, Empfänger 2: + 6°, –3°.
(Kanal 12 und Empfänger 3: Keine Messung durchgeführt.)

Schrifttum

[1] Compte rendu des études entreprises par le Groupe ad hoc de l'UER sur la télévision en couleurs. Centre Technique de l'UER, Bruxelles, Octobre 1963, S. 107–121.

[2] *République Fédérale d'Allemagne.* Normes pour un système expérimental de télévision en couleurs, type NTSC, à 625 lignes et 5 MHz. Doc. N° 5, CCIR, Londres, 1964.

[3] *France.* Normes pour la télévision en couleurs. Le système SECAM III. Doc. N° 16, CCIR, Londres, 1964.

[4] *République Fédérale d'Allemagne.* Normes pour un système expérimental de télévision en couleurs. Le système PAL. Doc. N° 6, CCIR, Londres, 1964.

[5] *Bruch W.* Das PAL-Farbfernsehsystem. Nachrichtentechn. Z. **17** (1964), S. 109–121.

[6] *Bernath K.* Erste Ergebnisse von Farbfernsehausbreitungsversuchen in der Schweiz. Nachrichtentechn. Z. **12** (1959), S. 281–285.

[7] *Dietz, Hopf, Mayer.* Fernsehempfangsbeobachtungen im Bereich IV. Rundfunktechn. Mitt. **4** (1960), S. 23–30.

[8] *Bernath K.* Comparative Field Trials with the NTSC and the SECAM Colour Television System. NTZ-Communications J. **3** (1964), S. 1–8.

[9] *Hopf, Jaeschke.* Empfangsbeobachtungen mit den Farbfernsehsystemen NTSC, SECAM und PAL. Elektron. Rundschau **18** (1964), S. 35–37

[10] UHF Field Trials 1962/63. A comparison of the effects of UHF Propagation on NTSC, SECAM and PAL Signals. BBC Res. Dept. Tech. Mem. No. T–1060/1 (1963).

[11] Principes généraux du système de télévision en couleurs SECAM. Broschüre Nr. 1396 F der Comp. Française de Télévision, Paris (1963).

[12] Report of the EBU Ad-hoc Group on Colour Television. Doc. No. 7, CCIR, London, 1964.

[13] Rapport de la Sous-Commission (télévision en couleur) de la Commission d'Etudes XI. Doc. N° 33, CCIR, Londres, 1964.

[14] *Fink D. G.* (Editor). Color Television Standards. New York, 1955.

[15] *UER.* Essais comparatifs de trois systèmes de télévision en couleur dans les zones d'ombres. Doc. N° 23, CCIR, Londres, 1964.