

RTM

Rundfunktechnische Mitteilungen

Herausgegeben im Auftrage der Arbeitsgemeinschaft
der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der
Bundesrepublik Deutschland sowie des Zweiten
Deutschen Fernsehens vom

Institut für Rundfunktechnik GmbH **IRT**

- Michael Thomas, Georg Plenge* Der Einfluß einer variablen Preemphase auf Lokalisation und Klangfarbe bei der Übertragung stereofoner Signale
- Karl Otto Bäder* Untersuchungen über die Anwendung adaptiver Preemphase bei AM-Aussendungen
- Ivan Porges, Ernst F. Schröder* Ein kompatibles Kompondierungsverfahren für FM-Rundfunk und dessen schaltungstechnische Realisierung
- Jürgen Mielke* Die Übertragung von Zusatzinformationen im UKW-Hörrundfunk
- Heinz Lindenmeier, Jochen Hopf* Untersuchungen zur Ermittlung der erforderlichen Mindestempfangspegel für den UKW-Rundfunkempfang im Kraftfahrzeug
- Heinz Lindenmeier, Leopold Reiter* Möglichkeiten und Grenzen des UKW-Empfangs mit Antennendiversity im Kraftfahrzeug
- Christoph Dosch* Die 7. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe R3 (Satellitenrundfunk)
- Gerd Petke* Die 9. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe R1 (Terrestrischer Hörrundfunk)
- Rolf Süverkrübbe* Tagung der CCIR-Interim-Arbeitsgruppe IWP 10-11/1
- Rolf Süverkrübbe* Die 5. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe T7 (Europäische Nachrichtensatellitensysteme)
- Tagungen und Ausstellungen – Buchbesprechungen – Nachrichten – Persönliches

Die leichteste, kleinste 1-Zoll-MAZ, die so viel kann. BCN 21.



Die BCN 21 ist die zweite Generation einer leichten, kleinen tragbaren 1-Zoll-MAZ für Studio- und Außenproduktionen. Sie vereint optimale Video- und Audioqualität mit der Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit des weltweit bewährten 1-Zoll-B-Formates.

Das BCN 21-Konzept ist von neuer elektronischer und mechanischer Technologie geprägt. Sie ist der ideale Nachfolger für die außergewöhnlich erfolgreiche BCN 20 von Bosch.

Klein und leicht

Die BCN 21 wiegt 9,2 kg; das ist weniger als die Hälfte der BCN 20. Sie ist um 50% kleiner.

Lange Laufzeiten und geringer Stromverbrauch

Die BCN 21 kann bei geschlossenem Deckel 20 Minuten, bei offenem Deckel bis zu 60 Minuten aufnehmen und wiedergeben.

Bei nur 25 W Leistungsaufnahme erlaubt die integrierte Batterie eine Betriebszeit bis zu 80 Minuten.

Audioeinrichtungen für Profis

Drei Eingänge pro Kanal,

stufenweise Grundverstärkung zur Feineinstellung der Aussteuerung, abschaltbare Trittschallfilter, Speisung für Kondensator-Mikrofone und abschaltbare Begrenzer – das heißt Vielfalt. Es ist ferner möglich, zwei Toneingänge zu mischen, eine wichtige Funktion für schnelles Nachkommentieren. Zusatzgeräte, z. B. ein Tonmischpult, sind nicht erforderlich. Die BCN 21 enthält einen Tongenerator zur genauen Einpeilung des Tonteils sowie einen Kontrollausgang für Kopfhörer oder Aktivbox zum separaten Abhören der Tonspuren.

Integrierte automatische Schnitteinrichtung mit Simulation

Das mikroprozessor-gesteuerte Schnittsystem gestattet das Setzen von EDIT-IN- und EDIT-OUT-Marken für Simulation und automatischen Schnitt – auf 2 Bilder genau. Ferner: Suchlauf, „Backspace“ mit nur 1,5-Sekunden-Rücklauf zum Parkpunkt im Zusammenspiel mit der Kamera, Parallelanschluß für alle wichtigen Laufwerkfunktionen.

Zentrale LCD-Anzeige

Im neuen großen LCD-Display werden gut lesbar die Betriebszustände angezeigt und Diagnosehinweise gegeben.

Integrierter Mikrocomputer-Timecode-Generator

Die BCN 21 besitzt einen Microcomputer-Timecode-Generator mit Datensicherung bei Stromausfall und Batteriewechsel sowie einen Ausgang für parallellaufende BCN's. Userbits sind setzbar. Der optionale HF-Modulator gestattet die Video- und Tonwiedergabe auf jedem Heimempfänger.

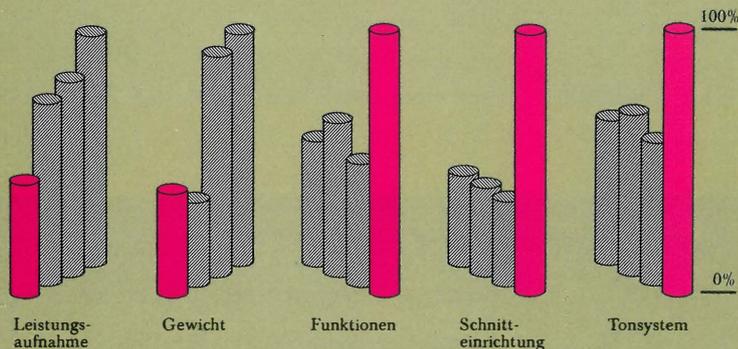
Betrieb auch unter schwierigsten Umweltbedingungen

Als idealer Partner jeder Bosch-Kamera eignet sie sich für hochwertige Außenproduktionen von Autos, Hubschraubern, Schiffen oder Motorrädern – auch bei Regen und Staub. Die BCN 21. Von Bosch.

Robert Bosch GmbH
Geschäftsbereich Fernsehanlagen
Postfach 429, 6100 Darmstadt
Bundesrepublik Deutschland

● BCN 21 von Bosch

⊙ Konventionelle portable 1-Zoll-MAZen



BOSCH

RUNDFUNKTECHNISCHE MITTEILUNGEN

JAHRGANG 28

1984

Heft 2

INHALTSVERZEICHNIS :

Der Einfluß einer variablen Preemphase auf Lokalisation und Klangfarbe bei der Übertragung stereofoner Signale	53	Möglichkeiten und Grenzen des UKW-Empfangs mit Antennendiversity im Kraftfahrzeug	82
Michael Thomas, Georg Plenge		Heinz Lindenmeier, Leopold Reiter	
Untersuchungen über die Anwendung adaptiver Preemphasen bei AM-Aussendungen	61	Die 7. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe R3 (Satellitenrundfunk)	89
Karl Otto Bäder		Christoph Dosch	
Ein kompatibles Kompanierungsverfahren für FM-Rundfunk und dessen schaltungstechnische Realisierung	65	Die 9. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe R1 (Terrestrischer Hörrundfunk)	91
Ivan Porges, Ernst F. Schröder		Gerd Petke	
Die Übertragung von Zusatzinformationen im UKW-Hörrundfunk	69	Tagung der CCIR-Interim-Arbeitsgruppe IWP 10-11/1	93
Jürgen Mielke		Rolf Süverkrübbe	
Untersuchungen zur Ermittlung der erforderlichen Mindestempfangspegel für den UKW-Rundfunkempfang im Kraftfahrzeug	74	Die 5. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe T7 (Europäische Nachrichtensatellitensysteme)	94
Heinz Lindenmeier, Jochen Hopf		Rolf Süverkrübbe	
		Tagungen und Ausstellungen	95
		Buchbesprechungen	96
		Nachrichten	98
		Persönliches	100

DER EINFLUSS EINER VARIABLEN PREEMPHASE AUF LOKALISATION UND KLANGFARBE BEI DER ÜBERTRAGUNG STEREOFONER SIGNALE¹

VON MICHAEL THOMAS UND GEORG PLENGE²

Manuskript eingegangen am 5. August 1983

UKW-Rundfunk

Zusammenfassung

Das Problem des sicheren Senderschutzes vor Hubüberschreitungen ist auf der 5. Hörrundfunktagung 1980 ausführlich erörtert worden; der Einsatz einer variablen Preemphase erwies sich — gemeinsam mit geeigneten Begrenzerverstärkern — als optimale Lösung. Offen geblieben war dabei die Frage, ob bei einem stereofonen Signal eine Verkopplung der beiden Preemphasen notwendig ist oder nicht.

Hörversuche zu dieser Frage haben ergeben, daß auch ohne Verkopplung

- keine Änderung in der Lokalisation der Phantomschallquellen auftritt,
- eine Änderung der Klangfarbe nur bei speziell ausgesuchten, in dieser Hinsicht besonders empfindlichen Schallen wahrnehmbar ist; und dies nur, wenn ein direkter Vergleich zwischen den Zuständen mit bzw. ohne spektrale Änderung durch die variable Preemphase möglich ist.

Nach diesen Versuchsergebnissen ist die Verkopplung der beiden variablen Preemphasen eines stereofonen Signals nicht erforderlich.

Summary The influence of variable pre-emphasis on localisation and tone quality in the transmission of stereophonic signals

The problem of reliably protecting emitters from excessive deviation was discussed in detail at the NTG's 5th Sound Broadcasting Meeting in 1980; the introduction of variable pre-emphasis proved to be the optimal solution — together with suitable limiter-amplifiers. However, the question as to whether or not, with a stereophonic signal, it was necessary to couple the two pre-emphases, remained open.

Listening tests bearing on that problem have shown that, even without coupling,

- there is no modification in the localisation of the phantom sound sources,
- a change in sound quality is perceptible only with specially selected sounds that are particularly sensitive in that respect and this only when it is possible to make a direct comparison between the results with and without spectral change due to the variable pre-emphases.

According to these test results, the coupling of the two variable pre-emphases of a stereophonic signal is not necessary.

¹ Überarbeitetes Manuskript eines Vortrages, gehalten auf der 6. Fachtagung Hörrundfunk der Nachrichtentechnischen Gesellschaft (NTG) in Mannheim, 23. bis 25. November 1982.

² Dipl.-Ing. Michael Thomas ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Arbeitsbereich Systeme der Ton-Aufnahme/Wiedergabe, Prof. Dr. Georg Plenge ist Leiter des Fachbereiches Studioteknik Hörfunk im Institut für Rundfunktechnik, München.

Sommaire **Influence de la préaccentuation variable sur la localisation et la qualité du son en cas de diffusion de signaux stéréophoniques**

La question de la protection fiable des émetteurs contre les surmodulations a été examinée de manière approfondie à la 5me réunion sur la radiodiffusion sonore organisée en 1980 par le NTG. Le recours à une préaccentuation variable associée à des limiteurs appropriés s'est révélé la meilleure solution, mais on n'a pas résolu le problème de la nécessité éventuelle de coupler les deux réseaux de préaccentuation en cas de diffusion de signaux stéréophoniques.

Des essais d'écoute consacrés à cette question ont montré que, même sans couplage:

- la localisation des sources sonores apparentes ne se modifie pas;
- un changement de qualité audio n'est perceptible que sur des extraits sélectionnés pour leur sensibilité à ce phénomène; même ainsi, la dégradation n'est décelable que si on peut faire une comparaison directe entre les résultats obtenus avec et sans modification spectrale du fait de la préaccentuation variable.

Ces résultats expérimentaux montrent que le couplage des deux préaccentuations variables d'un signal stéréophonique est inutile.

1. Einführung, Problemabgrenzung

Bereits 1980 wurde vorgeschlagen [2, 3, 4], zur sicheren Vermeidung von unzulässigen Hubüberschreitungen (> 75 kHz) von UKW-Sendern eine variable Preemphase einzusetzen. Diese hat den Vorzug, nur dann in Funktion zu treten, wenn hochfrequente (von der 50- μ s-Preemphase merklich angehobene) Spektralanteile der Programmsignale mit Pegeln oberhalb der zulässigen Grenze auftreten. Dies geschieht in aller Regel nur selten und ist dann auch nur von kurzer Dauer. Eine verringerte oder veränderte Preemphase hingegen würde eine Änderung der Norm erfordern, die durch Pre- und Deemphase erreichbare Verbesserung des Geräuschspannungsabstands verringern und schließlich für bestehende Empfänger eine Klangfarbenänderung durch Höhenabfall bedingen.

Offen geblieben war seinerzeit die Frage, ob womöglich bei sehr empfindlichem Programmmaterial eine (wenn auch nur sehr kurzzeitige) Frequenzgangänderung, wie sie durch eine variable Preemphase bewirkt werden kann, eine hörbare Klangfarbenänderung hervorruft. Mit Berücksichtigung des bei Stereosendungen notwendigen Pilottones darf am Eingang des Sendemodulators ein Audiosignal von maximal 10,5 dBm anliegen, um den maximal zulässigen Sendehub von ± 75 kHz nicht zu überschreiten. Der Nennpegel des Audiosignals beträgt +6 dBm; daraus folgt eine Übersteuerungsreserve von 4,5 dB. Bei der Preemphase mit der Zeitkonstanten von

50 μ s erfährt ein Signal zwischen 10 kHz und 12 kHz, das mit Nennpegel angeboten wird, eine Anhebung von etwa 11 dB, was zu einer Aussteuerung des Senders mit +17 dBm (!) führt. Das aber entspricht einem Sendehub von ± 142 kHz, dem Doppelten des zulässigen Hubes. Die Preemphase müßte also kurzzeitig so weit herabgesetzt werden, daß der Hub den zulässigen Maximalwert nicht überschreitet. Dabei entsteht jedoch zusammen mit der festen Deemphase der Empfänger eine Veränderung des Amplitudenfrequenzgangs des Audiosignals bis zu 14 dB bei 15 kHz.

Offen geblieben war ferner die Frage, ob bei einem stereofonen Signal die beiden Kanäle L und R einzeln und unabhängig voneinander geregelt werden dürfen oder ob eine Verkopplung der Kanäle erforderlich ist.

2. Beschreibung der Hörversuche

2.1. Einführung

Als variable Preemphase wurde ein in unserem Haus entwickeltes und gebautes Gerät benutzt, das auf dem Prinzip der Zeitkonstantenregelung (siehe **Bild 1**) beruht [1, 3]. Diese variable Preemphase kann in zwei Betriebsarten eingesetzt werden:

- „getrennt“, d. h. jeder Kanal regelt für sich allein;
- „gekoppelt“, d. h. das Ansprechen eines Kanals führt zur Regelung beider Kanäle.

Eine „worst case“-Abschätzung ergab, daß bei der Betriebsweise „getrennt“ die größten Fehler in der räumlichen Abbildung eines Stereosignals zu erwarten sind, während in der Betriebsweise „gekoppelt“ Klangfarbenänderungen des Stereosignals zu befürchten sind.

Hörversuch 1 betraf die Betriebsweise „getrennt“, Hörversuch 2 die Betriebsweise „gekoppelt“. Die Hörversuche wurden im reflexionsarmen Raum durchgeführt. Die Versuchspersonen nahmen in Einzelsitzungen daran teil. Zwei Studiolautsprecher KH 092 in Standard-Stereo-Aufstellung beschallten die Versuchspersonen. Die Abhörentfernung betrug etwa 4 m.

Jeder Hörversuch bestand aus 32 A-B-Vergleichen. A war immer die unbeeinflusste Testsignal darbietung, B bestand aus dem gleichen Testsignal, jedoch war bei der Hälfte der Darbietungen (16mal) die variable Preemphase eingeschaltet und beeinflusste damit das Signal. Ein- und Ausschaltzustände der variablen Preemphase waren statistisch verteilt. Die Versuchspersonen mußten angeben, ob sie einen

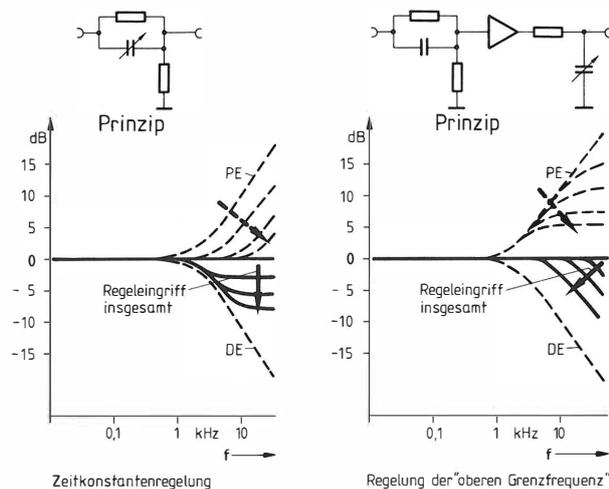


Bild 1

Prinzipien der variablen Preemphase

Unterscheid zwischen A und B hörten. Hörten sie einen Unterschied, mußten sie eine Taste drücken, hörten sie keinen, brauchten sie nichts zu tun. Um den Versuchspersonen die Urteilsfindung zu erleichtern, wurde jeder A-B-Vergleich (Dauer ≈ 5 s) einige Male wiederholt.

Der Versuchsablauf war weitgehend automatisiert, die Antworten der Versuchspersonen wurden auf einer Datenkassette abgespeichert. Zu jeder Zeit konnte eine Auswertung der bis dahin erfaßten Daten erfolgen.

2.2. Hörversuch 1

2.2.1. Allgemeines

Im ersten Hörversuch wurde die variable Preemphase in der Betriebsweise „getrennt“ untersucht; der Versuch betraf die Lokalisation von Phantomschallquellen. Der Ort einer Phantomschallquelle könnte sich dadurch verändern, daß ein Signalanteil (herrührend von einer Schallquelle) sich überwiegend in nur einem Kanal befindet (Abbildung rechts oder nahezu rechts bzw. links) und dieser Anteil einen hohen Pegel aufweist, insbesondere bei hohen Frequenzen, so daß dieser Kanal geregelt wird. Ein Signalanteil geringeren Pegels (herrührend von einer weiteren Schallquelle, Beispiel siehe **Bild 2**), der sich etwa gleichmäßig auf beide Kanäle verteilt, würde in diesem Fall lediglich in einem Kanal im Pegel abgesenkt; dies kann zu einer Ortsverschiebung der Quelle mit dem geringeren Pegel führen. Insgesamt dürfte dieser Effekt nur bei wenigen Gelegenheiten zum Tragen kommen.

Voraussetzung dafür sind stets folgende Merkmale, die alle gemeinsam auftreten müssen:

1. Die variable Preemphase spricht nur in einem Kanal an.
2. Das gegebenenfalls verschobene Signal muß stereofon in der Mitte oder nahezu in der Mitte abgebildet werden.
3. Das gegebenenfalls verschobene Signal muß im Pegel so niedrig sein, daß es nicht selbst die variable Preemphase zum Ansprechen bringt.
4. Das gegebenenfalls verschobene Signal muß hohe Frequenzen mit hoher Energie (relativ zu den niedrigen Frequenzen) enthalten.

Diese müssen

- a) von der Regelung der Preemphase in einem Kanal, bedingt durch das seitliche Signal, erfaßt werden;
- b) einen Beitrag zur Bildung des Hörereignisortes des gegebenenfalls verschobenen Signals liefern.

Da diese Kriterien in normalem Programmmaterial nur relativ selten gemeinsam auftreten, sollte der Versuch so aufgebaut werden, daß stufenweise von einer künstlich erzeugten Situation, in der die Effekte „in Reinkultur“ zu beobachten sind, schrittweise zur „Normalsituation“ übergegangen wird. In den Vorversuchen werden künstliche Signale verwendet (frequenzgruppenbreite Gaußtöne) und in einer für Richtungsänderungen extrem empfindlichen Abhörsituation (reflexionsarmer Raum) angeboten.

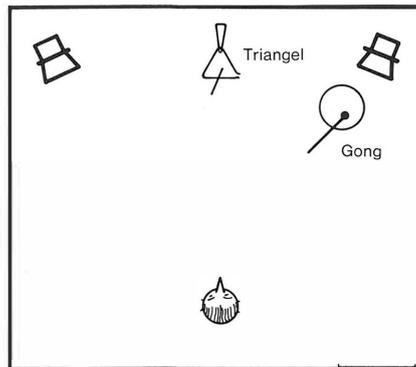


Bild 2

Beispiel für eine kritische Abbildung von zwei Schallquellenorten

Danach werden die Gaußtöne durch breitbandige Signale ersetzt. In einem weiteren Schritt wird der reflexionsarme Raum durch einen normalen Abhörraum (Wohnzimmercharakter) ersetzt. Sodann werden die breitbandigen Signale durch natürliche Signale (Musikinstrumente, Sprecher) ersetzt, jedoch in der für die mögliche Richtungsverschiebung extrem kritischen Ortsabbildung (siehe oben). Schließlich wird normales Programmmaterial angeboten (Hauptversuch). Falls sich im Laufe der Untersuchungen zeigt, daß bereits in bestimmten Stadien der Vorversuche keine Richtungsverschiebungen mehr hörbar sind, kann auf die folgenden, weniger kritischen Phasen verzichtet werden.

Die Vorversuche erwiesen sich wider Erwarten als sehr schwierig. Zum Testen wurde eine Anordnung ähnlich der im späteren Hörversuch gewählt: Ein leises Mittensignal wurde durch ein lautes, extrem seitliches Signal beeinflusst, das den entsprechenden Kanal der variablen Preemphase zum Ansprechen brachte. Zu erwarten war, daß sich durch die Pegelabsenkung des ansprechenden Kanals die Position des Mittensignals stark verschieben würde. Verschoob man das Mittensignal durch einfache Pegelabsenkung aus der Mitte, genügten Pegeldifferenzen (wie die durch die variable Preemphase erzeugten) durchaus, um sehr starke Ausweichungen (bis zu einem Lautsprecher hin) zu erhalten. Wurde jedoch das laute Seitensignal hinzugefügt, traten diffuse, nicht schematisierbare Effekte auf. Das Mittensignal verschob sich z. B. zum Seitensignal hin, bei einer Signalkombination „verschwand“ es sogar im Lautsprecher des Seitensignals. Teilweise traten auch starke Klangverfärbungen auf. Außerdem waren diese Effekte vom Abhörpegel abhängig, auch hier ohne erkennbaren systematischen Zusammenhang. Die gewählte Abhörsituation im reflexionsarmen Raum erforderte zudem, daß die Versuchsperson ihren Kopf völlig ruhig hielt, denn schon geringe Verlagerungen des Kopfes führten auch zu Lageverschiebungen des Mittensignals.

Es ließ sich dann doch eine Signalkombination finden, bei der die erwarteten Ortsveränderungen deutlich hörbar waren. Bedingung für dieses Signal war ein Seitensignal, dessen Spektrum weit genug vom Spektrum des Mittensignals entfernt lag. Die verwendete Signalkombination bestand aus einem Sei-

Seitensignal rechts [Auslösesignal]: 14 KHz-Sinus-Burst
Seitensignal links [zu testendes Signal]: Gaußbräusch und künstliches Signal

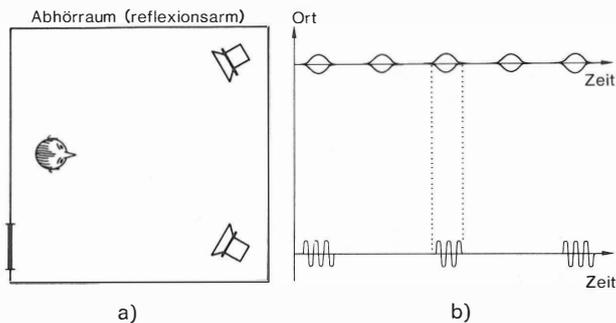


Bild 4

2. Hörversuch: Klangfarbenänderung
(Variable Preemphase „gekoppelt“ betrieben)

das Testsignal ≈ 50 dB und für den Sinus-Burst ≈ 75 dB, jeweils in Richtung auf die Lautsprecher gemessen.

2.4. Versuchsaufbau

2.4.1. Allgemeines

Bei den Hörversuchen handelte es sich um Prototypen für automatisierte, rechnergesteuerte Hörversuche. Ein Tischrechner HP 9845 übernahm die gesamte Kontrolle des Versuchsablaufes, protokollierte die Ergebnisse und speicherte sie auf einer Datenkassette. Da für den Rechner noch nicht alle notwendigen Zusatzgeräte zur Verfügung standen, mußte auf Behelfslösungen zurückgegriffen werden. So wurde z. B. die Antwort der Versuchsperson (Tastendruck) per Widerstandsmessung mit einem IEC-Bus-fähigen Multimeter registriert. Die exakte Aussteuerung der variablen Preemphase wurde mit einem sehr schnellen Spitzenspannungsmesser kontrolliert.

2.4.2. Hörversuch 1

Es stand nur ein Gaußtonmodulator zur Verfügung. Deswegen mußten die Signale auf Tonband zwischengespeichert werden. Das Aufsprechen der Signale erfolgte ebenfalls mit Hilfe des Tischrech-

ners, der auch komplizierte Zeitfolgen leicht erzeugen kann. Zur Synchronisation der Signale beim Aufsprechen wurde ein Triggersignal benötigt, das eine eigene Spur belegte. Daher konnte nicht mit einer normalen 2kanaligen Tonbandmaschine gearbeitet werden. Zur Verfügung stand noch eine ältere Vierspur-Bandmaschine T9, die jedoch nicht fernsteuerbar bzw. synchronisierbar ist. Dies machte es nötig, die Struktur des steuernden Programms so auszulegen, daß der Rechner sich mit Hilfe der Triggerimpulse am Ende jedes Blockes wieder mit der Tonbandmaschine synchronisieren konnte. Die vollständige Versuchsanordnung wird in Bild 5 gezeigt.

2.4.3. Hörversuch 2

Im zweiten Hörversuch konnte auf die Zwischenspeicherung der Signale verzichtet werden. Der Rechner steuerte alle Abläufe mit Hilfe der eingebauten Realzeit-Uhr. Bild 6 zeigt die Versuchsanordnung.

2.5. Auswerteprogramm

Die Versuchsdaten wurden ebenfalls vom Tischrechner ausgewertet. Ein Teil der Diagramme dieses Aufsatzes wurde von diesen Programmen erstellt. Dieses Programm liefert noch weitere Diagramme, die es ermöglichen, den Versuchsablauf zu kontrollieren, mögliche Fehler des Versuchsablaufs frühzeitig zu erkennen und Tendenzen festzustellen.

3. Versuchsergebnisse

3.1. Allgemeines zur Auswertung

An den Hörversuchen nahmen jeweils 12 Personen teil. Acht von ihnen nahmen an beiden Hörversuchen teil. Die Versuchspersonen waren hörerfahrene Mitarbeiter des IRT. Für die Einschätzung der Versuchsergebnisse gilt folgender Schlüssel:

- Werden 100 % der Schaltzustände erkannt, handelt es sich um sicheres Erkennen.
- Werden 50 % der Schaltzustände erkannt, ist dies mit Raten gleichzusetzen.
- Bei 75 % liegt die Grenze zum sicheren Erkennen.
- Erkennungshäufigkeiten unter 50 % kommen einem systematischen Fehlerkennen gleich.

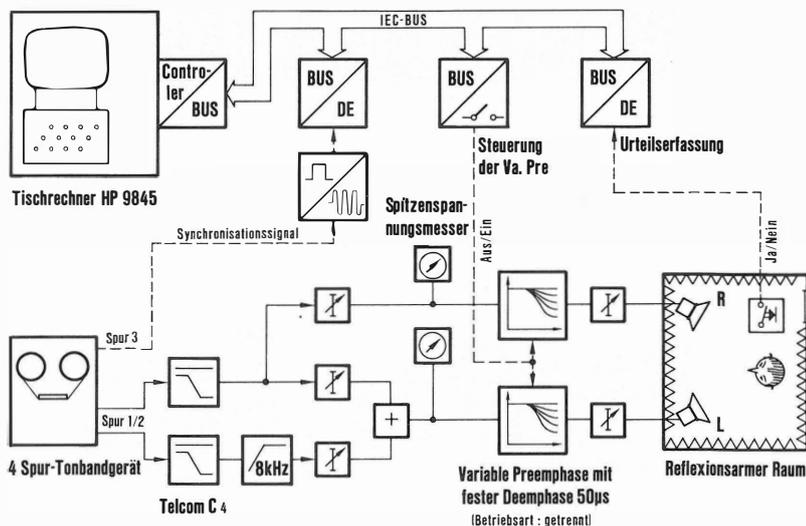


Bild 5

1. Hörversuch zur variablen Preemphase: Versuchsaufbau

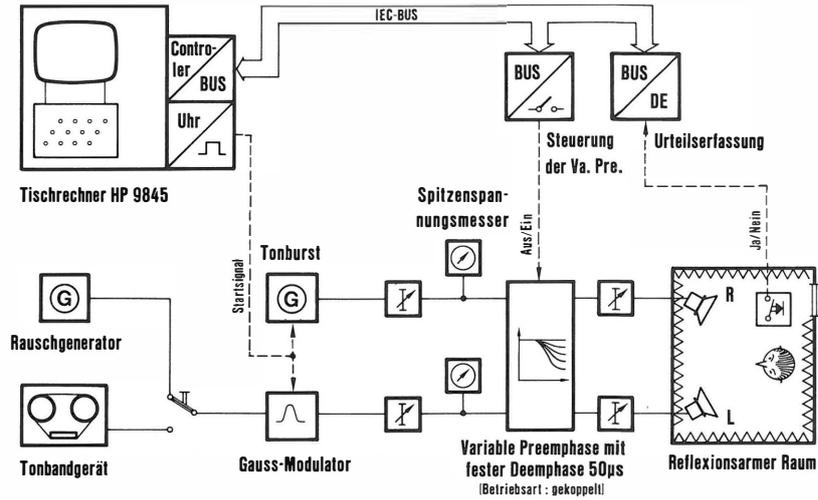


Bild 6

2. Hörversuch zur variablen Preemphase: Versuchsaufbau

3.2. Hörversuch 1

Die Versuchsergebnisse zum Hörversuch 1 sind in **Tabelle 1** und in **Bild 7** dargestellt. In **Tabelle 1** ist angegeben, wie häufig die Versuchspersonen im Mittel den Ein- bzw. Ausschaltzustand der variablen Preemphase richtig erkannten und inwieweit die Aussagen streuten. Maximal waren 32 richtige Antworten möglich. In **Bild 7a** und **7b** sind die Einzelergebnisse der Versuchspersonen dargestellt.

Teil A:

Nur drei der Versuchspersonen zeigen eine einigermaßen sichere Aussage, bleiben aber noch unter 75 %

Teil	Mittelwert der richtigen Antworten der Versuchspersonen		Streuung der Antworten prozentual zum Mittelwert	
	absolut	Häufigkeit	absolut	Mittelwert
A	17,9	≈ 56,0 %	2,8 Antw.	≈ 15,5 %
B	15,3	≈ 47,7 %	3,0 Antw.	≈ 19,8 %
A+B	16,6	≈ 51,8 %	3,1 Antw.	≈ 19,0 %

Anmerkung: Die prozentuale Angabe der Streuung ist auf den jeweiligen Mittelwert bezogen.

Tabelle 1

Hörversuch 1: Mittlere Zahl der erkannten Schaltzustände

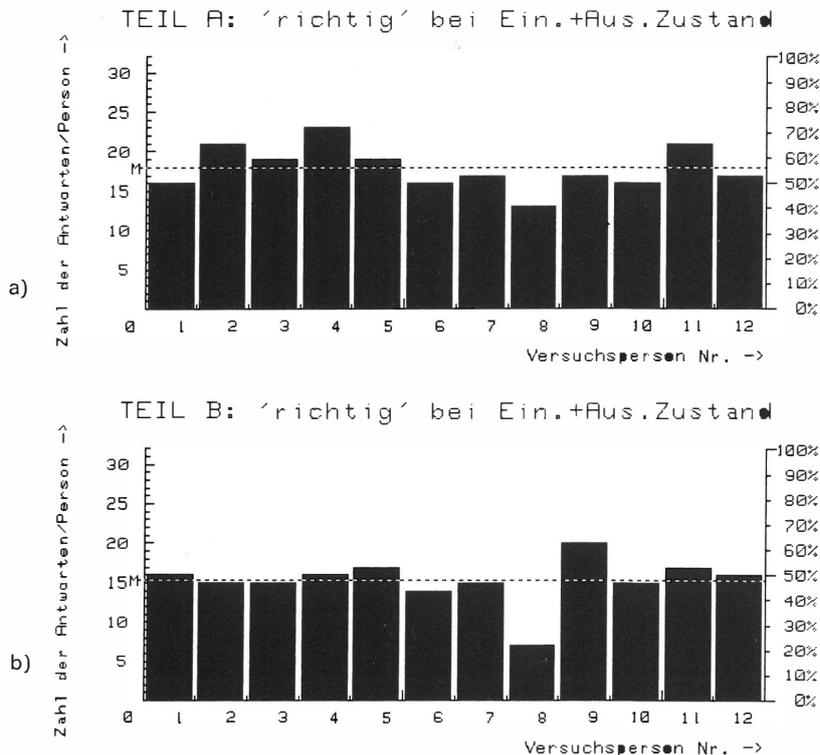


Bild 7

Einzelergebnisse des Hörversuches 1 (Richtungsabbildung) zur variablen Preemphase

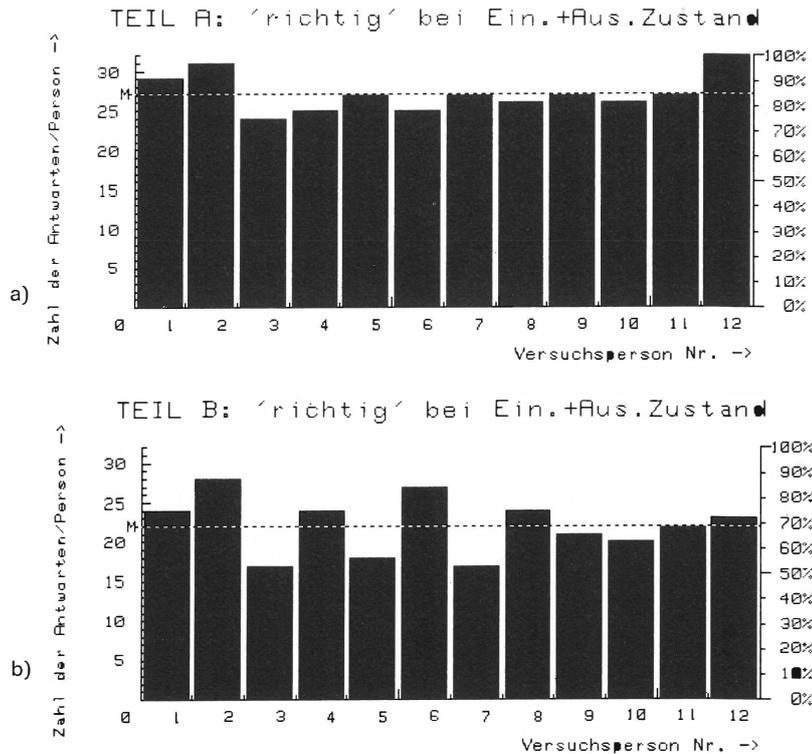


Bild 8

Einzelresultate des Hörversuches 2 (Klangfarbenänderung) zur variablen Preemphase

der Erkennungshäufigkeit. Eine Versuchsperson bleibt sogar wesentlich unter 50 %.

Teil B:

Bei 10 kHz Mittenfrequenz fällt die mittlere Erkennungshäufigkeit auf unter 50 %. Die Versuchsperson 8 (ist sicher, den Versuch richtig durchgeführt zu haben!) erreicht nur 21,9 %, vertauscht also „sicher“ Ein- und Ausschaltzustände der variablen Preemphase.

Teil A + Teil B:

Da sich A und B ähneln, kann man sie als Teil eines Hörversuches betrachten. Hierbei liegt die mittlere Erkennungshäufigkeit bei 52 % (nur die Versuchsperson 8 liegt nicht im Mittelfeld). Die relativen Streuungen liegen bei 15 bis 19 %, bezogen auf den jeweiligen Mittelwert.

Schlußfolgerung:

Die Versuchspersonen konnten nicht erkennen, ob die variable Preemphase (Betriebsart „getrennt“) in Betrieb war oder nicht. Da es sich bei der Abhörbedingung des Hörversuches um einen sehr empfindlichen Extremfall handelt, erscheint eine Weiterführung des Versuches mit Programmmaterial nicht als sinnvoll.

3.3. Hörversuch 2

Die Versuchsergebnisse zum Hörversuch 2 sind in **Tabelle 2** und in **Bild 8** dargestellt. In **Tabelle 2** ist angegeben, wie häufig die Versuchspersonen im Mittel den Ein- bzw. Ausschaltzustand der variablen Preemphase richtig erkannten und inwieweit die Aussagen streuten. Maximal waren 32 richtige Ant-

worten möglich. In **Bild 8a** und **8b** sind die Einzelresultate der Versuchspersonen dargestellt.

Teil A:

Die Klangfarbenänderung des weißen Rauschens wird von allen Versuchspersonen sehr gut erkannt, wenn auch nicht mit 100 %. Die mittlere Erkennungshäufigkeit beträgt 84,9 % bei einer geringen relativen Streuung von 8,9 % (bezogen auf den Mittelwert). Eine Versuchsperson erreicht 100 %, die geringste Erkennungshäufigkeit liegt bei 75 %.

Teil B:

Die recht eindeutigen Aussagen der Versuchspersonen beim „empfindlichen“ weißen Rauschen werden schon bei der Darbietung des quasi periodischen Schellensignals, das ein Mittelding zwischen künstlichen und realen Signalen darstellt, erheblich unsicherer und erreichen im Mittel nur noch eine Erkennungshäufigkeit von 69 %, also deutlich unter der

Teil	Mittelwert der richtigen Antworten der Versuchspersonen		Streuung der Antworten prozentual zum Mittelwert	
	absolut	Häufigkeit	absolut	Mittelwert
A	27,2	≅ 84,9 %	2,4 Antw. ≅	8,9 %
B	22,1	≅ 69,0 %	3,6 Antw. ≅	16,4 %
A+B	24,6	≅ 77,0 %	4,0 Antw. ≅	16,1 %

Anmerkung: Die prozentuale Angabe der Streuung ist auf den jeweiligen Mittelwert bezogen.

Tabelle 2

Hörversuch 2: Mittlere Zahl der erkannten Schaltzustände

Grenze sicheren Erkennens. Die relative Streuung ist auf das Doppelte von Teil A angewachsen und beträgt 16,4%. Die Versuchspersonen 3, 5 und 7 raten, während nur die Versuchspersonen 2 und 6 sicheres Erkennen zeigen.

Schlußfolgerung:

Bei diesem Hörversuch, wie auch beim Hörversuch 1, handelt es sich um extreme Hörsituationen. Der A-B-Vergleich erlaubt es besonders der hörerfahrenen Versuchsperson, sehr geringe Unterschiede zu erfassen. Veränderungen des für Klangfarbenänderungen empfindlichen weißen Rauschens werden gut erkannt. Jedoch schon bei dem künstlich periodisierten natürlichen Klang sinkt die Erkennungsrate stark. Sie liegt hierbei schon unter der Grenze des sicheren Erkennens. Selbst wenn man die Ergebnisse beider Versuche zusammenfaßt, überschreitet die Erkennungshäufigkeit gerade noch die 75%-Marke.

Aus dieser Tendenz ist zu schließen, daß bei natürlichen Signalen, die zudem nicht im A-B-Vergleich, sondern fortlaufend angeboten werden, die Erkennung der eingeschalteten variablen Preemphase weiterhin stark zurückgeht. Entsprechende Vorversuche bestätigen diese Tendenz. Daher erscheint auch hier eine weitergehende Untersuchung möglicher Klang-

farbenänderungen mit Programmmaterial und realer Abhörbedingung nicht mehr erforderlich.

4. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die in kritischen Hörsituationen mit erfahrenen Versuchspersonen gewonnenen Versuchsergebnisse zeigen, daß ein Einsatz der variablen Preemphase im Sendebetrieb sowohl in der Betriebsart „getrennt“ als auch „gekoppelt“ zu keinen den Hörern erkennbaren Verformungen des Stereoklangbildes führen wird.

SCHRIFTTUM

- [1] K l a r, S.: Variable Preemphase zur Senderschutzbegrenzung. Tech. Ber. Nr. 20 des IRT, München, September 1980.
- [2] J a k u b o w s k i, H.: Analyse der Aussteuerung von FM-Sendern bei Einsatz von Sendeschutzbegrenzern. Nachrichtentech. Fachber. Bd. 72 (1980), Hörrundfunk 5. VDE-Verlag, Berlin, S. 183 bis 190 und Rundfunktech. Mitt. 24 (1980), S. 197 bis 202.
- [3] V o i g t, K.: Möglichkeiten zur Aussteuerungsbegrenzung von Sendern durch gezielte Maßnahmen in der AF-Ebene. Nachrichtentech. Fachber. Bd. 72 (1980), Hörrundfunk 5. VDE-Verlag, Berlin, S. 191 bis 197.
- [4] B ä d e r, K. O.: Transienten-Begrenzung und variable Preemphase zur Vermeidung des Nachbarkanalübersprechens beim FM-Rundfunk. Nachrichtentech. Fachber. Bd. 72 (1980), Hörrundfunk 5. VDE-Verlag, Berlin, S. 199 bis 205.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE ANWENDUNG ADAPTIVER PREEMPHASIS BEI AM-AUSSENDUNGEN¹

VON KARL OTTO BÄDER²

Manuskript eingegangen am 12. August 1983

AM-Tonrundfunk

Zusammenfassung

Die sowieso schon eingeschränkte Bandbreite bei AM-Übertragungen wird oft durch die Eingangsselektion von Empfängern noch verschlechtert. Durch geeignete senderseitige Filteranordnungen kann jedoch subjektiv das Empfangssignal verbessert werden. Feste und programmgesteuerte Filter werden untersucht und meßtechnisch verglichen.

Summary Investigations into the use of adaptive pre-emphasis for AM emissions

The already limited bandwidth for AM emissions is often further aggravated by the input selectivity of the receivers. It is, however, possible to improve the received signal subjective by appropriate filter arrangements at the emitter. The article examines pre-set and programme-controlled filters and compares them by means of measurements.

Sommaire Etude de l'utilisation d'une préaccentuation adaptive en radio à modulation d'amplitude

La bande passante limitée des émissions à modulation d'amplitude est souvent encore réduite du fait de la sélectivité d'entrée des récepteurs. Il est cependant possible d'améliorer la qualité subjective des signaux reçus grâce à un filtrage à l'émission. L'article examine des filtres fixes ou réglables en fonction du programme et les compare au moyen de mesures.

1. Einführung

Bei der letzten Hörfunktagung der Nachrichtentechnischen Gesellschaft wurden in mehreren Vorträgen Probleme der adaptiven Preemphasis bei FM-Aussendungen behandelt [1, 2, 3]. Dabei wurde auf die bekannte technische Übereinkunft zurückgegriffen, daß bei der Ausstrahlung von frequenzmodulierten Programmen das auszusendende Programm über einen Preemphasiskreis vorverzerrt wird. Im Empfänger findet durch Anwendung einer entsprechenden Deemphasis der entsprechende Ausgleich statt. Grund dafür: Diese Schaltungstechnik ergibt eine wesentliche Verbesserung des Fremdspannungsabstandes, vor allem in subjektiver Bewertung.

Da eine solche Höhenanhebung die Aussteuerungsgrenze bei hohen Frequenzen natürlich reduziert, wurden geeignete Regelmechanismen vorgeschlagen, die – in Abhängigkeit vom jeweiligen Programm – die Anhebung jeweils so aussteuern, daß keine Überschreitungen der vereinbarten Pegel- bzw. Modulationshübe auftreten (adaptive oder variable Preemphasis).

Bei der AM-Ausstrahlung sind Anhebungen auf der Senderseite sowie entsprechende Absenkungen im Empfänger nicht vorgesehen. Da – zumindest in Europa – die Niederfrequenzbandbreite von AM-Ausstrahlungen auf etwa 4,5 kHz beschränkt ist, erscheinen solche Maßnahmen zur Verbesserung des Rauschabstandes auch nicht als sinnvoll. Das Rauschen im Empfänger wird darüber hinaus zum größten Teil durch Störungen bedingt, die auf dem Übertragungsweg entstehen.

Dagegen ist seit langem bekannt, daß Anhebungen im Frequenzbereich unmittelbar unterhalb der Sperrfilterfrequenz subjektiv beim Hörer den Eindruck erwecken, daß das Signal breitbandiger sei, als es tatsächlich ist [4]. Daher werden seit geraumer Zeit auch bei der AM-Aussendung Untersuchungen mit Preemphaseschaltungen durchgeführt, die wie Präsenzfilter aufgebaut sind, die klangfarbenverändernd wirken und subjektiv den Eindruck größerer Bandbreite erzeugen.

Die Begriffe sollen scharf getrennt werden: Bei der FM-Ausstrahlung dient die Preemphasis (mit nachfolgender Deemphasis im Empfänger) zur Verbesserung des Fremdspannungsabstandes; bei der AM-Aussendung soll die Preemphasis (ohne Korrektur im Empfänger) subjektiv den Eindruck größerer Bandbreite bewirken.

Um die beiden technisch verschiedenen Sachverhalte auch durch ihre Bezeichnung zu trennen, schlagen wir vor, die Schaltung bei den AM-Sendern als Präsenz-Preemphasis zu bezeichnen. Wenn im weiteren von „Sendebegrenzer“ gesprochen wird, so wird dabei angenommen, daß es sich um einen Transienten-Limiter (z. B. EMT 266) handelt, bei dem

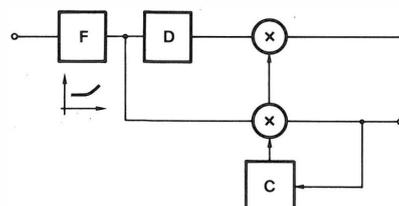


Bild 1

Blockschaltbild der Festfilteranordnung

Der verwendete Sendebegrenzer verzögert das zu regelnde Signal und vermeidet so Übersteuerungen des Ausgangs (Prinzip des Transienten-Limiters EMT 266)

¹ Überarbeitetes Manuskript eines Vortrages, gehalten auf der 6. Fachtagung Hörrundfunk der Nachrichtentechnischen Gesellschaft (NTG) in Mannheim, 23. bis 25. November 1982.

² Karl Otto Bäder ist Chefingenieur bei EMT Franz in Lahr.

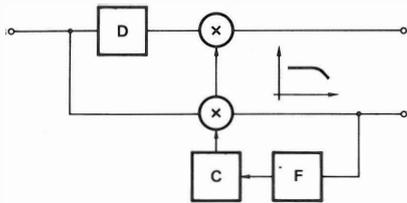


Bild 2

Blockschaltbild der Lösung mit inversem Filter

Das inverse Filter befindet sich im Regelzweig des Begrenzers vor der Gleichrichtung und hat eine gegenüber Bild 1 inverse Kennlinie

Übersteuerungen auch kurzzeitiger Art durch Verstärkungsregelung nicht auftreten.

2. Untersuchung verschiedener Lösungswege

Zur praktischen Durchführung gibt es vier verschiedene Möglichkeiten, die im nachfolgenden untersucht werden sollten:

2.1. Festfilteranhebung vor dem Sendebegrenzer

Bei der Festfilterlösung (Bild 1) – die bei verschiedenen Sendern, die AM ausstrahlen, im Einsatz ist – werden die Eingangssignale unabhängig von ihrer Amplitude fest vorverzerrt. Der nachfolgende Sendebegrenzer nimmt die jeweilig auftretende Amplitudenspitze als Maßstab für seine Regelung. Das Klangbild wird durch diese Maßnahme generell heller, aber tieffrequente Modulationsanteile werden durch das Auftreten rhythmischer höherfrequenter Anteile stark in ihrer Amplitude verändert („Pumpen“) und eine volle breitbandige Durchsteuerung des Senders kommt nicht zum Tragen.

2.2. Inverses Filter in der Regelschleife des Sendebegrenzers

Die zweite prinzipiell mögliche Lösung – das inverse Filter im Regelzweig eines Begrenzers (Bild 2)

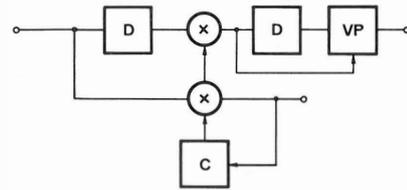


Bild 3

Variables Präsenzfilter nach dem Sendebegrenzer

Zur Vermeidung von Regelüberschwingern des Präsenzfilters wird auch dort das zu regelnde Signal verzögert

– führt zwar ebenfalls zur Aufhellung des Programms, jedoch kann mit dieser Schaltung keine saubere Pegelbegrenzung der Spitzen garantiert werden. Im Grunde genommen wäre ein zweiter nachfolgender Begrenzer erforderlich; damit ähnelt diese Schaltung sehr stark den Eigenschaften des oben beschriebenen Festfilters. Im Laufe der Entwicklungen ist daher diese Idee nicht weiter untersucht worden.

2.3. Variables Präsenzfilter vor dem Sendebegrenzer

Bessere Ergebnisse erzielt man mit variablen oder adaptiven Präsenzfiltern; dabei wird die Modulation im Präsenzbereich in jedem Moment so weit angehoben, wie es die Maximalaussteuerung für den betreffenden Sender noch zuläßt. Damit ergibt sich bei hohen Aussteuerungen eine gleichmäßige Durchmodulation des Senders mit maximalem Energiedurchsatz und damit großer Reichweite; gleichzeitig wird aber jede Gelegenheit benutzt, die das Programm anbietet, um den Bereich unmittelbar unter der Sperrfilterfrequenz anzuheben.

Überraschend ist nun, daß Schaltungen dieser Art trotz der Frequenzlinearisierung bei hohen Aussteuerungen dennoch eine deutliche Aufhellung des Klangbildes und damit subjektiv eine größere NF-Bandbreite ergeben; Grund dafür ist, daß die Amplitu-

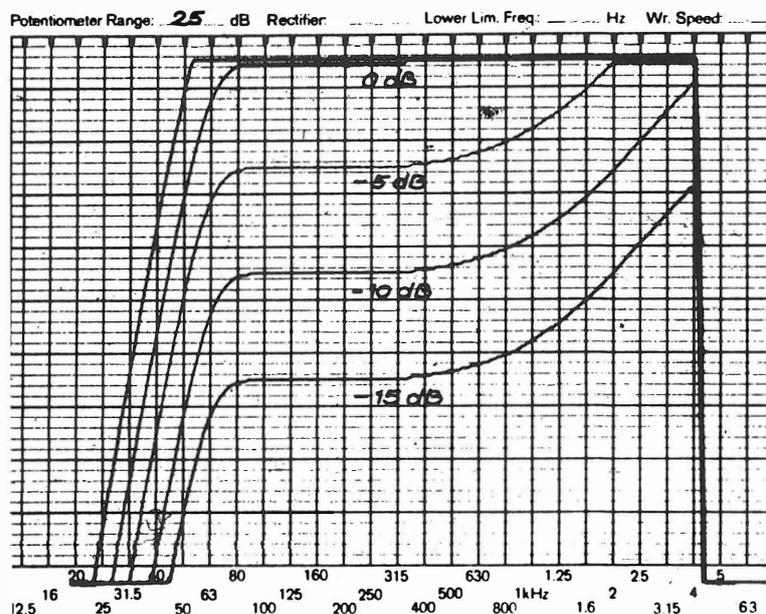


Bild 4

Messung von Festfilter und variablem Präsenzfilter mit Sinuston in Abhängigkeit von der Aussteuerung
Die Ergebnisse sind bei beiden identisch

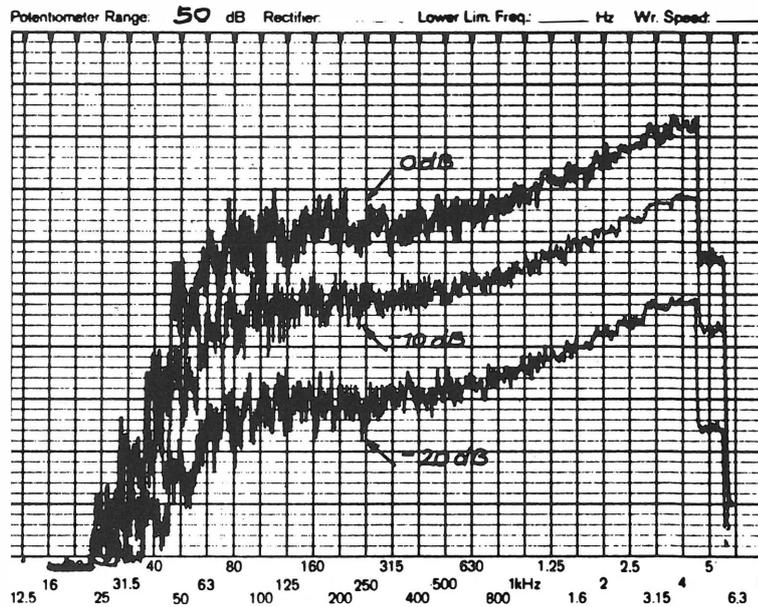


Bild 5
Messung des Festfilters mit rosa Rauschen

denverteilung von Programmmaterial so ist, daß der Vollaussteuerungspegel nur während eines sehr kleinen Bruchteiles der Zeit erreicht wird [1]. Jedes Ausklingen, jede noch so geringfügige Unteraussteuerung wird benutzt, um das Klangbild aufzuhehlen.

Variable Präsenzfilter dieser Art können im Prinzip sowohl vor als auch nach einem Sendebegrenzer eingeschaltet werden. Da es sich um Regelverstärker handelt (auch wenn sie nur in einem gewissen Frequenzband arbeiten), sind bei Rückwärtsregelung Übersteuerungsspitzen zu erwarten. Wird ein solches variables Präsenzfilter vor dem Sendebegrenzer angeordnet, so fängt dieser die Regelspitzen vollständig ab; er reagiert aber aufgrund seines auto-

matischen Rückstellzeitverhaltens wie ein Toningenieur, der laufend kleine Übersteuerungen feststellt: Er nimmt die Verstärkung etwas zurück. Daher führt die Anordnung des variablen Präsenzfilters vor dem Sendebegrenzer zu einer Reduzierung des mittleren Modulationsniveaus und ist daher nicht optimal.

2.4. Variables Präsenzfilter nach dem Sendebegrenzer

Diese Nachteile werden vermieden, wenn das variable Präsenzfilter nach dem Sendebegrenzer eingeschaltet wird (**Bild 3**). Natürlich muß auch bei dieser Anordnung verhindert werden, daß Regelspitzen zur Übersteuerung des Ausgangs führen. Die Verwendung eines Clippers wie beim Transienten-Limiter EMT 266 [3] ist nicht möglich, da die entstehenden

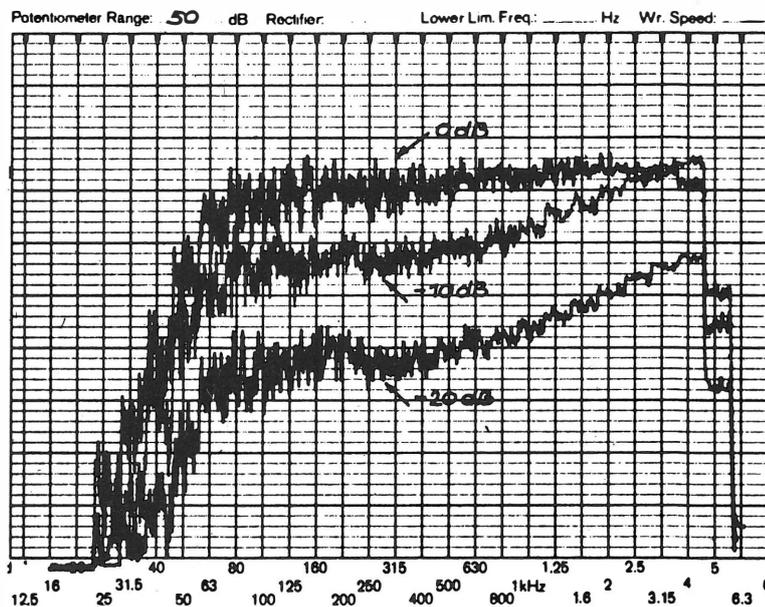


Bild 6
Messung des variablen Präsenzfilters mit rosa Rauschen

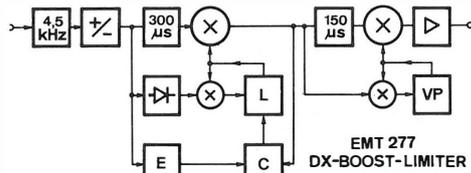


Bild 7

Blockschaltbild der gerätetechnischen Lösung

Bandpaß gemäß ARD-Pflichtenheft Nr. 5/4.1 und Polwender für unsymmetrische Eingangssignale (beides Option) Regelteil mit Limiter-, Kompressor- und Expanderrechner und Verzögerung des zu regelnden Signals (Prinzip des Transienten-Limiters)

Variables Präsenzfilter mit Verzögerungsglied

Verzerrungsprodukte in den Hörbereich fallen und als Klickgeräusche hörbar werden. In Anlehnung an die bewährte Technik des Transienten-Limiters wurde daher von der Verzögerung des zu regelnden Signals Gebrauch gemacht; Regelüberschwingen tritt daher nicht auf.

Da durch das variable Präsenzfilter nur mittlere Frequenzanteile geregelt werden, lassen sich die Rückstellzeiten generell kürzer auslegen; daher wird das mittlere Modulationsniveau bei diesen Frequenzen nicht reduziert.

3. Meßtechnische Untersuchungen

Die meßtechnischen Untersuchungen für das Festfilter und das nachgeschaltete variable Präsenzfilter (die beiden anderen Möglichkeiten, das Inversfilter und das vorgeschaltete Präsenzfilter, werden nicht weiter betrachtet) ergeben keinerlei Unterschiede bei der Messung mit einzelnen Sinustönen. Es ist klar die Frequenzanhebung zu erkennen, sofern die Amplitude klein genug ist, und die einsetzende Begrenzung und damit die Linearisierung des Frequenzgangs, wenn die Amplitude steigt (Bild 4).

Die Unterschiede zwischen beiden Schaltungen werden schon deutlicher, wenn man ein Doppelton-Meßverfahren benutzt, wobei gleichzeitig ein Signal von 300 Hz und eines von 3 kHz eingespeist wird. Im Fall der Festfilteranhebung bleibt die Differenz zwischen beiden Frequenzen auch bei höheren Pegeln erhalten, was bedeutet, daß starke Amplitudenänderungen im tieffrequenten Signal zu erwarten sind, wenn das höherfrequente Signal rhythmisch ein- und ausgeschaltet wird. Bei dem variablen Präsenzfilter werden dagegen beide Frequenzanteile bei höheren Aussteuerungen gleich (wie das ja auch im Originalsignal der Fall ist), und bei niedrigen Aussteuerungen stellt sich allmählich die Differenz ein, die auch beim Festfilter zu sehen ist.

Noch deutlicher zeigt dies die Messung mit rosa Rauschen, bei der die drei Meßreihen für die Pegel 0, -10 und -20 dB aufgenommen worden sind. Beim Festfilter bleibt auch bei höheren Aussteuerungen die Preemphasisform des Festfilters bestehen, was zu mangelnder Aussteuerung des Senders mit tiefen Frequenzen führt (Bild 5); beim variablen Präsenzfilter dagegen tritt eine Linearisierung des Frequenzgangs ein (Bild 6).

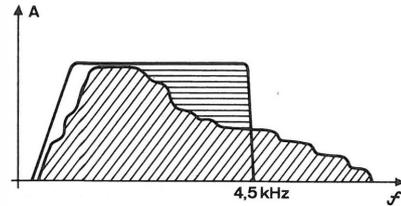


Bild 8

Momentenspektrum eines Modulationssignals

Das variable Präsenzfilter versucht stets, die waagrecht gestrichelte Fläche ebenfalls soweit wie möglich auszufüllen

Das Blockschaltbild einer gerätetechnischen Lösung zeigt Bild 7. Programmmaterial kann am ehesten mit rosa Rauschen, bei dem einzelne Frequenzkomponenten ständig zu- und abgeschaltet werden, verglichen werden. Durch kluge Wahl der Zeitkonstante läßt sich trotz der Linearisierung bei höheren Aussteuerungen eine Präsenz-Anhebung immer dann erzielen, wenn das Modulationsspektrum die Kapazität des Kanals nicht voll ausfüllt (Bild 8).

4. Erprobung

Ein System der beschriebenen Art wurde zu Beginn dieses Jahres für eine Versuchssendung in einem Mittelwellensender in Norddeutschland eingesetzt, und in Skandinavien wurden Aufzeichnungen des Empfangs durchgeführt. Verbesserungen in der Verständlichkeit wurden damals nicht festgestellt, da die verwendeten Empfänger nur eine NF-Bandbreite von 1,5 kHz aufwiesen. Schmalbandige Empfänger dieser Art werden dann verwendet, wenn es darum geht, mit sehr einfachen Mitteln größere Trennschärfen zu erzielen.

Nachbildungen dieses Vorgangs im Labor mit Hilfe eines nachgeschalteten Tiefpasses höherer Ordnung haben diese Ergebnisse im Prinzip bestätigt. Die Zeitkonstante des variablen Präsenzfilters wurde daraufhin von ursprünglich 100 μ s auf etwa 200 μ s erhöht. Eine noch weitere Erhöhung ist nicht möglich, da dann der Grundtonbereich der menschlichen Stimme und der Instrumente bereits in die Regelung einbezogen wird, was eine starke Unruhe in das Klangbild bringt. Mit dieser so geänderten Zeitkonstante lassen sich auch bei schmalbandigen Empfängern Verbesserungen in der Klangqualität erreichen.

SCHRIFTTUM

- [1] Jakubowski, H.: Analyse der Aussteuerung von FM-Sendern bei Einsatz von Sendeschutzbegrenzern. Nachrichtentech. Fachberichte Bd. 72 (1980), Hörrundfunk 5. VDE-Verlag, Berlin, S. 183 bis 190 und Rundfunktech. Mitt. 24 (1980), S. 197 bis 202.
- [2] Voigt, K.: Möglichkeiten zur Aussteuerungsbegrenzung von Sendern durch gezielte Maßnahmen in der AF-Ebene. Nachrichtentech. Fachberichte Bd. 72 (1980), Hörrundfunk 5. VDE-Verlag, Berlin, S. 191 bis 197.
- [3] Bäder, K. O.: Transienten-Begrenzung und variable Preemphasis zur Vermeidung des Nachbarkanalübersprechens beim FM-Rundfunk. Nachrichtentech. Fachberichte Bd. 72 (1980), Hörrundfunk 5. VDE-Verlag, Berlin, S. 199 bis 205.
- [4] Gaßmann, G.-G.: Verbesserung der AM-Übertragungsqualität bei unveränderter Systembandbreite. Nachrichtentech. Fachberichte Bd. 48 (1974), Hörrundfunk 3. VDE-Verlag, Berlin, S. 77 bis 85.

EIN KOMPATIBLES KOMPANDIERUNGSVERFAHREN FÜR FM-RUNDFUNK UND DESSEN SCHALTUNGSTECHNISCHE REALISIERUNG¹

VON IVAN PORGES UND ERNST F. SCHRÖDER²

Manuskript eingegangen am 5. September 1983

Kompondersysteme

Zusammenfassung

Bei der Anwendung eines Kompondierungsverfahrens im FM-Rundfunk ist besonderer Nachdruck auf die Forderung nach Kompatibilität zu legen. Es wird ein Verfahren vorgestellt, das unter Berücksichtigung dieser Forderung entwickelt wurde. Der erreichbare Gewinn durch dieses Verfahren und mögliche Auswirkungen auf Nachbarkanalstörungen werden untersucht. Über einen integrierten Schaltkreis zur einfachen Realisierung des Verfahrens wird berichtet.

Summary A compatible compander system for FM broadcasting and its circuitry

When utilising a compander system in FM broadcasting, particular emphasis must be laid on the requirement of compatibility. The Authors present a system that was developed with this requirement in mind. The gain that the system makes it possible to attain and the possible consequences for adjacent-channel interference, are examined, and an integrated circuit for the simple implementation of the system is described.

Sommaire Système de compression-extension compatible pour la radiodiffusion à modulation de fréquence

La compatibilité est une exigence fondamentale pour l'utilisation d'un système de compression-extension en radiodiffusion à modulation de fréquence. Les auteurs présentent un système dont la conception est fondée sur ce critère. Le gain que ce système permet d'obtenir ainsi que les conséquences éventuelles sur le plan du brouillage dans le canal adjacent sont examinés. L'article décrit un circuit intégré qui rend le système simple à réaliser.

1. Einleitung

Die Anwendung des Verfahrens der Kompondierung zur Reduzierung von Störgeräuschen einer Übertragungsstrecke wird bereits seit längerer Zeit auch für den Fall der Fernseh- und Ton-Rundfunkübertragung diskutiert [1]. Dieser Überlegung liegen verschiedene Aufgabenstellungen zugrunde, wie z. B.

- Erhöhung der Systemdynamik,
- Vergrößerung des Versorgungsbereiches,
- Reduzierung des systembedingten Verlustes bei der Stereo-Multiplexübertragung,
- Reduzierung von Störungen durch das Inter-carrier-Verfahren beim Fernsehton.

Es stehen heute nicht zuletzt durch die Fortschritte in der Technik der integrierten Schaltkreise Kompondierungsverfahren zur Verfügung, die für die gestellten Aufgaben geeignet erscheinen [2, 3, 4]. An die Übertragungsqualität werden dabei strenge Anforderungen gestellt, die nicht nur von den für professionelle Zwecke vorgesehenen Geräten, sondern auch von den für eine breite Anwendung im Konsumbereich vorgesehenen, weniger aufwendigen Kompondierungsverfahren erfüllt werden.

2. Kompatibilität

Der unmittelbaren Einführung eines Kompondierungsverfahrens bei der Ton-Rundfunkübertragung stünde kaum etwas im Wege, wenn nicht damit zu

rechnen wäre, daß nicht alle Sender eines Versorgungsbereiches und dazu noch sämtliche Empfangsanlagen gleichzeitig mit Kompressoren und Expandern ausgerüstet werden können.

Zumindest für eine längere Übergangszeit werden daher komprimierte und nichtkomprimierte Aussendungen nebeneinander zu empfangen sein, und das insbesondere von Rundfunkteilnehmern, deren Empfangsanlagen noch nicht mit einem Expander ausgerüstet sind. Die hierbei auftretende Problematik wird gemeinhin mit dem Begriff „Kompatibilität“ gekennzeichnet.

Mit einem Empfangsgerät ohne Expander sind sowohl nichtkomprimierte als auch komprimierte Aussendungen empfangbar. Wenn die komprimierte Aussendung „kompatibel“ sein soll, so bedeutet dies konkret, daß eine qualitätsbeurteilende Person beim Empfang der komprimierten Aussendung keine Qualitätsverschlechterung feststellt. In der Regel wird der qualitätsbeurteilenden Person kein direkter Vergleich mit den Originalsignalen möglich sein. Andererseits aber ist das Erinnerungsvermögen für natürliche Schallereignisse recht hoch, wobei unerfahrene Hörer sicherlich deutlich größere Abweichungen akzeptieren werden als erfahrene oder gar besonders erfahrene Hörer. Die hörphysiologischen Effekte der „Drosselung“ und „Verdeckung“, die sich auch dahingehend interpretieren lassen, daß „das Gehör einen Expansionsmechanismus besitzt“ [5], wirken sich generell bei der Qualitätsbeurteilung komprimierter Signale positiv aus.

Der umgekehrte Fall, daß nämlich nichtkomprimierte Sendungen mit einem Empfangsgerät mit Expander empfangen werden, führt zu weitaus schwieriger zu lösenden Kompatibilitätsproblemen, da das Ohr gegenüber einer Nur-Expandierung deutlich weniger tolerant ist. Dieser Fall ist aber ohne weiteres

¹ Überarbeitetes Manuskript eines Vortrages, gehalten auf der 6. Fachtagung Hörrundfunk der Nachrichtentechnischen Gesellschaft (NTG) in Mannheim, 23. bis 25. November 1982.

² Dipl.-Ing. Ivan Porges ist Leiter für Stereo-Rundfunkgeräteentwicklung und Dipl.-Ing. Ernst F. Schröder ist Entwicklungsingenieur in der Abteilung Grundlagenentwicklung bei der Telefunken Fernseh und Rundfunk GmbH, Hannover.

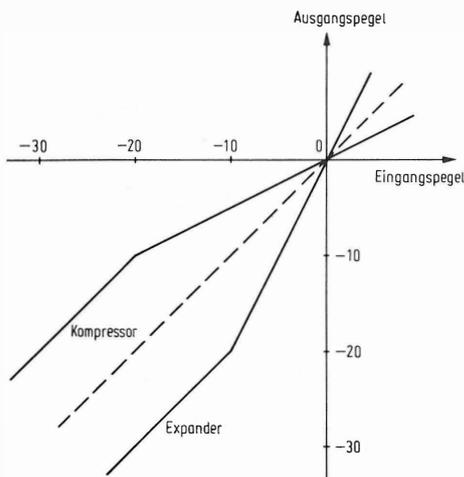


Bild 1
HighCom-FM-Kompondierungskennlinien

durch einen möglichst automatisch abschaltbaren Expanderteil im Empfangsgerät zu vermeiden.

Wenn also ein Kompondierungsverfahren zu entwerfen ist, bei dem das komprimierte Signal weitestgehend kompatibel sein soll, so müssen dessen Eigenschaften zunächst praktisch ausschließlich anhand der Eigenschaften des Kompressors allein festgelegt werden. Diese wiederum müssen unter Beachtung der dem Rundfunk eigenen Qualitätsansprüche gefunden werden, wobei gleichzeitig jedoch stets die Eigenschaften des gesamten Kompondersystems überprüft werden müssen, damit dieses eigentliche Ziel der Überlegungen ebenfalls hohen Qualitätsansprüchen genügt.

Dies führt zu einem schrittweisen Optimierungsvorgang, der von einer großen Zahl von Hörversuchen begleitet werden muß. Folgende Randbedingungen wurden vorgegeben:

- Anwendung bei UKW-FM oder Fernsehton,
- eine Einführungsphase und Übergangszeit von mehreren Jahren ist zu erwarten,
- übliche Archivbänder des Rundfunks müssen als Signalquelle tauglich bleiben,

- Kompondierungsgewinn soll deutlich sein,
- ein integrierter Schaltkreis soll verfügbar sein,
- strenge Qualitätsanforderungen müssen erfüllt werden.

Das Ergebnis der Optimierung ist ein aus dem HighCom-Kompondierungsverfahren für Kassettenrecorder abgeleiteter Kompondierer mit der Bezeichnung HighCom FM.

Bild 1 zeigt die logarithmisch lineare Kompondierungskennlinie mit einer Steigung von 2 : 1 (Kompressor). Die maximale Kompression und damit allerdings auch der maximale Kompondierungsgewinn wurde auf 10 dB begrenzt, um z. B. bei Aussendung von Archivbändern eine zu große Anhebung des Quellenrauschens im komprimierten Signal zu vermeiden.

Wesentlich für die sehr gute Kompatibilität des vorgeschlagenen Verfahrens ist, daß Kompressor und Expander keinerlei frequenzgangbeeinflussende Elemente enthalten. Daraus folgt ein linearer Übergangsfrequenzgang, der auch meßtechnisch einfach nachweisbar ist. Da ferner das spezielle Zeitkonstantenverhalten des HighCom-Komponders beibehalten wurde, ergibt sich außerdem eine sehr gute Gesamtfunktion des Komponders mit einem Minimum an hörbarer Geräuschmodulation.

Die Eigenschaft der Kompatibilität konnte durch eine große Anzahl vergleichender Hörversuche durch uns und auch durch unabhängige Stellen nachgewiesen werden. Da es sich hierbei um eine subjektive Bewertung handelt, wurde diese Aussage durch statistische Auswertung von Hörversuchen gewonnen.

3. Gewinn durch die Kompondierung

3.1. Systemdynamik

Die Veränderung der Systemdynamik als Folge der Kompondierung im Stereo- und Monobetrieb bei unterschiedlichen Antennenspannungen geht aus **Bild 2** hervor. Als Bezugswert wurde ein Modulationssignal mit 1 kHz und 40 kHz Hub angenommen. Ferner wurde angenommen, daß der Bezugspunkt des Komponders bei diesem Frequenzhub liegt. Beim Nennhub ergibt sich daher mit und ohne Kompondierer

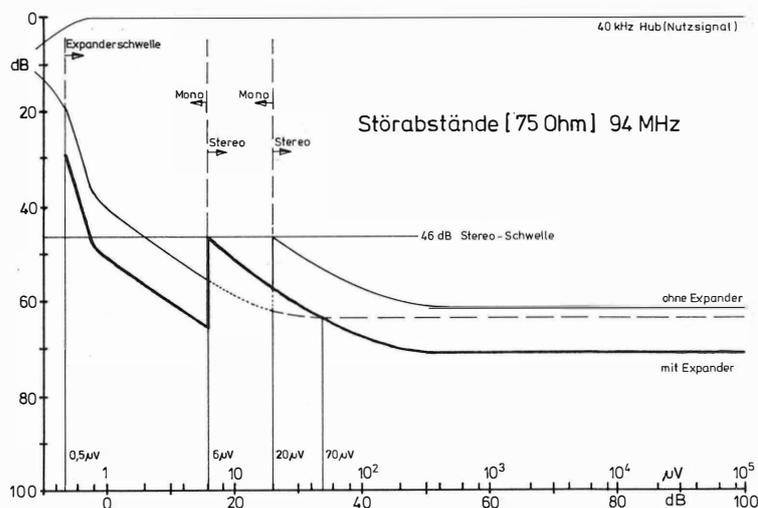


Bild 2
Systemdynamik der FM-Übertragungsstrecke mit und ohne HighCom FM

der gleiche Nutzsignalpegel. Die jeweiligen Störpegel wurden ohne Bewertung gemessen.

Unterschiedliche Bereiche der Kompanderwirkung sind erkennbar: Bei hohen Antennenspannungen wird die Systemdynamik um den Betrag des Kompondierungsgewinns von 10 dB erhöht. Das heißt, daß die Qualität der Übertragungsstrecke um diesen Betrag über das bisher übliche Maß hinaus vergrößert werden kann. Bei mittleren Antennenspannungen ergibt sich die Möglichkeit, die Stereo/Mono-Schaltswelle zu niedrigeren Antennenspannungen hin zu verlagern. Daraus folgt unmittelbar eine Vergrößerung des Bereichs der Stereoversorgung, vorausgesetzt, daß dieser Bereich nicht durch andere Störungen definiert wird.

Die Praxis wird zeigen, wie weit – gegenüber heutigen Empfängerkonzepten – die Stereoschwelle zu geringeren Antennensignalen verschoben werden kann. Bei allgemeiner Einführung des HighCom-FM-Breitbandkomponders könnte dies etwa – 10 dB sein. Beispielhafte Werte sind in **Tabelle 1** angegeben.

	für Signal/ Störverhältnis (dB)	ohne Komponder (μV)	mit Komponder (μV)
Mono	46	2,3	0,68
Stereo	46	20,4	6,3

Tabelle 1

Rauschbegrenzte Empfindlichkeit an 75 Ω

Bei sehr kleinen Antennenspannungen und entsprechend kleinem Signal/Störabstand ohne Komponder wird die Funktion des Expanders prinzipbedingt durch die dann auftretende hohe Störspannung beeinträchtigt. Zweckmäßigerweise ist daher der Expander unterhalb einer minimalen Antennenspannung abzuschalten.

3.2. Nachbarkanalstörungen

Bild 3 zeigt das dynamische Selektionsverhalten bei einem komprimierten Stereo-Nutzsender in der Modulationspause gegenüber einem Störsender, der mit 1 kHz und 40 kHz Hub moduliert ist (Meßmethode nach Amtsblatt 68 des Bundespostministeriums, jedoch für 50 dB Geräuschspannungsabstand). Die durch die Benutzung des Expanders erreichbare Verbesserung kann bis zu 10 dB betragen. Letzteres tritt bei geringer Frequenzablage des Störsenders auf (bis zu ± 100 kHz). Dies ist die erwartete Verbesserung des Verhaltens gegenüber Nachbarkanalstörungen bei einem Nutzsender mit Kompressor, wenn im Empfänger der zugehörige Expander Verwendung findet.

Darüber hinaus ist aber noch der Fall zu betrachten, daß der Störsender komprimiert arbeitet. Betrachtet man zunächst eine rein statische Aussteuerung des Störsenders z. B. mit 40 kHz Nennhub, so ergibt sich keine Veränderung der Nachbarkanalstörungen, wenn der Bezugspunkt des Komponders diesem Hub entspricht.

Bei einer höheren Aussteuerung (vorausgesetzt, daß keine hubbegrenzenden Einrichtungen vorgesehen

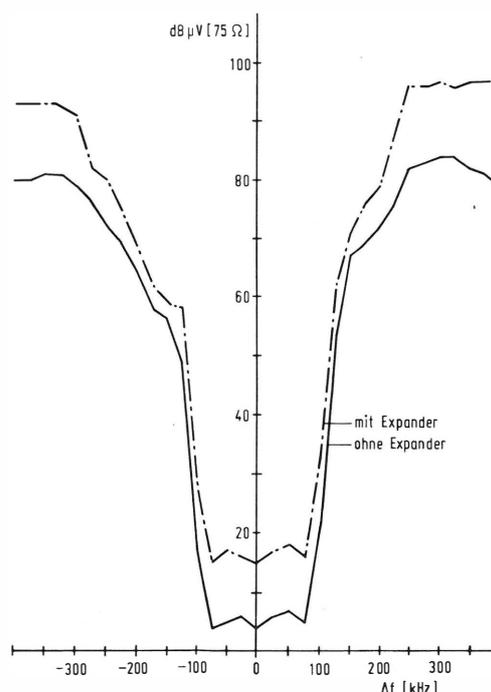


Bild 3

Dynamische Selektion mit und ohne Expander

sind) würde infolge der Wirkung des Komponders sogar eine Verringerung der Nachbarkanalstörungen auftreten. Bei einer niedrigeren Aussteuerung wird der Sendehub infolge der Kompondierung erhöht. Dadurch nehmen im Prinzip die von leisen Programmstellen verursachten Nachbarkanalstörungen zu. Da jedoch die Sendernetzplanung von den vom maximalen Hub verursachten Nachbarkanalstörungen auszugehen hat, führt dies nicht zu einer Verschlechterung.

Die Betrachtung der Nachbarkanalstörungen bei konstanter Modulation des Störsenders mit einem Sinussignal oder mit einem Programmersatzsignal führt im Zusammenhang mit Kompondern nicht unbedingt zu einer praxisgerechten Beurteilung. Aussagekräftige Ergebnisse sind nur bei einer Auswertung der Amplitudenstatistik hinter der Senderpreemphase mit und ohne Kompressor zu erwarten, wobei die Eigenschaften von Sendeschutzbegrenzern oder variablen Preemphasen mit zu berücksichtigen sind [6, 7]. Solche Untersuchungen haben gezeigt, daß eine Erhöhung der Nachbarkanalstörungen durch den Komponderteil des vorgeschlagenen Komponders nicht zu erwarten ist.

4. Realisierung

Die mögliche Einführung des beschriebenen Kompondierungsverfahrens wird nicht nur vom Nachweis seiner positiven Eigenschaften, sondern sehr wesentlich auch von der preiswerten Verfügbarkeit möglichst einfacher Schaltkreise abhängen. Für den im Empfänger anzuordnenden Expander befindet sich bei der Telefunken Bauelemente GmbH in Heilbronn ein integrierter Schaltkreis in der Vorbereitung. **Bild 4** zeigt das Blockschaltbild dieses Schaltkreises. In einem Dual-in-Line-Gehäuse mit 22 An-

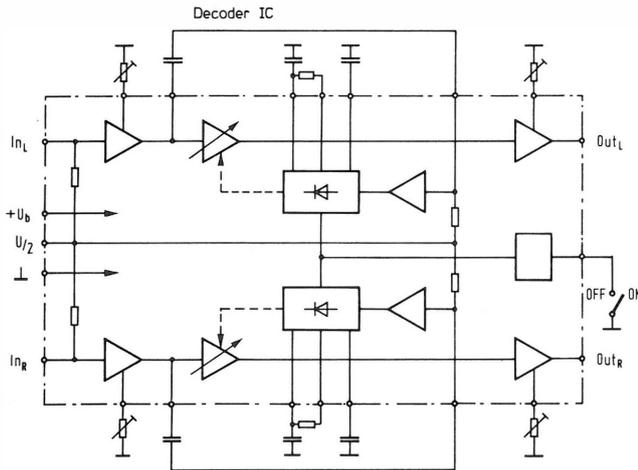


Bild 4

Blockschaltbild des integrierten Schaltkreises
für den HighCom-Expander

schließen werden zwei komplette Expander für die Stereoanwendung enthalten sein. Die äußere Beschaltung ist minimal, und der Baustein kann problemlos hinter dem Stereodecoder eingefügt werden. Besonderer Wert wurde auf einen breiten Bereich der zulässigen Versorgungsspannung gelegt, damit weder für Koffergeäte und Autoradios noch für Heimgeräte Probleme entstehen.

Eine wesentliche Frage bei der Gestaltung von Empfängerkonzepten mit Expanderbaustein ergibt sich durch die nicht vorhandene Kompatibilität bei Nur-Expander-Betrieb. Die Einschaltung des Expanders bei nichtkomprimierten Aussendungen sollte verhindert werden. Hierzu sind verschiedene Möglichkeiten denkbar. Die zuverlässigste Lösung scheint aber die Einschaltung des Expanders durch ein Zusatzsignal des komprimiert ausstrahlenden Senders zu sein, z. B. innerhalb der geplanten Senderken-
nung.

Wie aus Bild 2 zu ersehen war, wird bei Expanderbetrieb die Stereoschwelle zu niedrigeren Antennenspannungen hin zu verschieben sein. Unterhalb dieser Schwelle könnte beim Übergang von Stereo auf Mono der Expander ebenfalls abgeschaltet werden. Verschiedene Hörversuche haben jedoch gezeigt, daß auch bei der Mono-Expandierung eines in Stereo komprimierten Signals eine ausreichende Kompatibilität gegeben ist, so daß beim Übergang auf Mono-Empfang der Expander nicht zwangsweise abgeschaltet werden muß.

5. Schlußbemerkung

Die für ein kompatibles Kompondierungsverfahren wesentlichen Gesichtspunkte wurden erläutert. An dem daraus abgeleiteten Kompondierungsverfahren für den UKW-FM-Hörrundfunk konnte durch Messungen und Hörversuche nachgewiesen werden, daß die gestellten Forderungen hinsichtlich Übertragungsqualität und hinsichtlich Kompatibilität erfüllt werden. Die für eine Einführung auf der Empfängerseite notwendigen Schritte wurden durch die Konzipierung eines integrierten Schaltkreises eingeleitet.

SCHRIFTTUM

- [1] Nestel, W.: Amplitudenabhängige Verstärker. *Elektrotech. Z.* 55 (1934), S. 882 bis 884.
- [2] Dolby, R. M.: An audio noise reduction system. *J. of the Audio Eng. Soc.* 15 (1967), S. 338 bis 388.
- [3] Wermuth, J.: Dynamikerweiterung durch neuartigen Studio-Kompander. Bericht über die 10. Tonmeistertagung Köln 1975. Hrsg. v. Verband Deutscher Tonmeister, Köln, S. 318 bis 323.
- [4] Dickopp, G.; Schröder, E.: Der Telefunken-Kompander. *Rundfunktech. Mitt.* 22 (1978), S. 63 bis 74.
- [5] Fricke, J. P.: Kompression zur Herstellung natürlicher dynamischer Verhältnisse beim Abhören unter verschiedenen umweltbedingten Störschalleinflüssen. Bericht über die 11. Tonmeistertagung Berlin 1978. Hrsg. v. Verband Deutscher Tonmeister, Köln, S. 100 bis 107.
- [6] Gerber, W.: Untersuchungen zur Aussteuerung des niederfrequenten Modulationssignales für FM-Rundfunkübertragung. *Rundfunktech. Mitt.* 23 (1979), S. 165 bis 170.
- [7] Jakobowski, H.: Analyse der Aussteuerung von FM-Sendern bei Einsatz von Sendeschutzbegrenzern. *Rundfunktech. Mitt.* 24 (1980), S. 197 bis 202.

DIE ÜBERTRAGUNG VON ZUSATZINFORMATIONEN IM UKW-HÖRRUNDFUNK¹

VON JÜRGEN MIELKE²

Manuskript eingegangen am 6. Mai 1983

UKW-Rundfunk

Zusammenfassung

Obwohl die Einführung des UKW-Hörrundfunks in Deutschland schon Rundfunkgeschichte ist, sind längst noch nicht alle Probleme dieses Mediums gelöst. Die relativ geringe Reichweite von UKW-Sendern hat zu einem dichten Sendernetz mit mehreren Programmketten geführt. Insbesondere beim mobilen Empfang ist die Abstimmung des Empfängers auf das gewünschte Programm nicht ganz einfach. Die unhörbare Übertragung von Zusatzinformationen neben dem Programm soll hier Abhilfe schaffen.

Für den Rundfunkteilnehmer und die Empfängerindustrie läßt sich ein Datenübertragungssystem jedoch nur dann wirtschaftlich sinnvoll realisieren, wenn innerhalb Europas ein einheitliches Verfahren gefunden und genormt wird. Deshalb wurden die Arbeiten an einem solchen System innerhalb der UER koordiniert, um aus den vorgeschlagenen Systemen das beste auszuwählen und dieses anhand der bestehenden Forderungen zu optimieren.

Das schwedische PI-System zeigte sich allen anderen Vorschlägen aufgrund seiner kurzen Blöcke deutlich überlegen. Die kurzen Blöcke gestatten zudem eine einfache Mischung von adressierten und in einem Datenrahmen fest angeordneten Informationen. Hieraus konnte ein außerordentlich flexibles Radio-Daten-System (RDS) entwickelt und den europäischen Rundfunkorganisationen zur Normung vorgeschlagen werden.

Summary The transmission of additional information in VHF sound broadcasting

Although the introduction of VHF sound broadcasting in Germany already forms part of broadcasting history, far from all the problems of that medium have yet been solved. The relatively limited range of VHF emitters has given rise to a dense network of emitters for several programme chains. In particular in the case of mobile reception, it is not at all easy to tune the receiver to the desired programme. The inaudible transmission of additional information alongside the programme will help here.

For the listener and also for the receiver manufacturers, a data transmission system can, however, be put into effect in an economically convenient manner only when a uniform method has been found and standardised throughout Europe. For that reason, the work relating to such a system has been coordinated within the EBU, in order to select the best from among the systems proposed, and to optimise it in accordance with the existing requirements.

On account of its short blocks, the Swedish PI system appeared to us to be clearly superior to all the other systems proposed. The short blocks, moreover, enable the information items, addressed and in data format, to be readily incorporated. From this, it was possible to develop an extraordinarily flexible radio-data system (RDS) and to submit it to the European broadcasting organisations for standardisation.

Sommaire Diffusion d'informations supplémentaires en radio à modulation de fréquence

L'introduction en Allemagne de la radio à modulation de fréquence appartient déjà à l'histoire de la radiodiffusion, mais tous les problèmes posés par ce mode d'émission sont loin d'être résolus. La portée relativement limitée des émetteurs a conduit à installer un réseau dense pour les différentes chaînes et il en résulte qu'en réception mobile notamment, il n'est pas facile d'accorder le récepteur sur le programme désiré. La diffusion inaudible d'informations supplémentaires accompagnant le programme permettra de remédier à cette situation.

Pour l'auditeur et le constructeur de récepteurs, un système de diffusion de données en radio ne pourra cependant être mis en place de manière économique qu'à la condition de mettre au point une technique unique normalisée pour toute l'Europe. C'est pourquoi les travaux dans ce domaine ont été coordonnés par l'UER pour choisir le meilleur système parmi ceux qui étaient proposés et pour optimiser ses caractéristiques en fonction des besoins.

Du fait de la longueur réduite de ses blocs, le système suédois PI est apparu nettement supérieur à tous les autres et cette caractéristique permet en outre d'insérer facilement les éléments d'information adressés et codés sous forme binaire. Il a ainsi été possible de mettre au point un système extrêmement souple qui a été soumis aux organismes de radiodiffusion européens en vue de sa normalisation.

1. Einführung und historischer Überblick

Die Übertragung von Zusatzinformationen (ZI) im UKW-Hörrundfunk soll dem Rundfunkteilnehmer im wesentlichen die Abstimmung seines Empfängers nach bestimmten Kriterien erleichtern. Dies erscheint besonders wichtig beim mobilen Empfang, wo Empfangsverhältnisse und Frequenzen häufig wechseln. Im Kraftfahrzeug könnte der Empfänger z. B. selbsttätig einen neuen Sender suchen, der dasselbe Programm ausstrahlt, sobald das Signal auf der bisher eingestellten Frequenz nicht mehr empfangswürdig ist.

Von verschiedenen Mitgliedsländern der Union der Europäischen Rundfunkorganisationen (UER) wurden seit 1976 insgesamt fünf Systeme zur Übertragung von Zusatzsignalen im UKW-Hörrundfunk vorgeschlagen. Durch unterschiedliche Varianten bei einzelnen Systemvorschlägen eröffnet sich eine Vielzahl von Möglichkeiten, dem Rundfunkteilnehmer die erforderlichen Informationen zu übermitteln. Obwohl die Systeme in mehreren europäischen Ländern gründlich untersucht und miteinander verglichen wurden, zeigte sich sehr bald, daß ein einheitliches europäisches System nur durch Koordination der Arbeiten innerhalb der UER zu finden ist.

Im September 1980 wurde von der UER der erste Systemvergleich in der Schweiz durchgeführt. Etwa gleichzeitig wurde an die Mitglieder der UER sowie an die Industrievertretungen der Mitgliedsländer ein Fragebogen verteilt. Mit diesen Maßnahmen sollte ermittelt werden, welche der vorgeschlagenen Daten-

¹ Überarbeitetes Manuskript eines Vortrages, gehalten auf der 6. Fachtagung Hörrundfunk der Nachrichtentechnischen Gesellschaft (NTG) in Mannheim, 23. bis 25. November 1982.

² Ing. (grad.) Jürgen Mielke ist Leiter des Arbeitsbereiches Übertragungstechnik Hörfunk im Institut für Rundfunktechnik, München.

kanäle für die Übertragung von Zusatzinformationen im UKW-Hörrundfunk am geeignetsten erscheinen und welche Daten übermittelt werden müssen.

Aufgrund der Antworten in den Fragebogen wurde von der neu gegründeten UER-Spezialistengruppe R1/DAT im März 1981 eine Tabelle mit Mindestforderungen an ein UKW-Datenübertragungssystem ausgearbeitet. Da sich aus dem Vergleich der Datenkanäle in der Schweiz keine eindeutigen Vorteile für ein System ableiten ließen und vor allem jeder Systementwickler überzeugt war, daß die jeweiligen Mängel durch Datenorganisation und Datensicherung behoben werden könnten, wurden die Systeme im April 1982 in Schweden erneut miteinander verglichen. Für diesen Vergleich sollten die Datenübertragungssysteme alle Informationen übertragen, die in der Tabelle mit den Mindestforderungen festgelegt sind. Die Ergebnisse der Vergleichsmessungen wurden im Mai 1982 von der UER-Spezialistengruppe R1/DAT gemeinsam ausgewertet.

Da sich in diesen Versuchen deutliche Vorteile für eines der beteiligten Systeme zeigten, wurden im August 1982 in einer Ad-hoc-Arbeitsgruppe die Spezifikationen für einen einheitlichen europäischen Systementwurf ausgearbeitet. Nach einer Demonstration des ausgewählten Systems vor Vertretern der Unterarbeitsgruppe R1 und der europäischen Empfängerindustrie im Oktober 1982 wurden die Systemspezifikationen von der Spezialistengruppe R1/DAT nochmals überarbeitet und repräsentieren damit den gegenwärtigen Stand der Untersuchungen innerhalb der UER.

2. Mindestforderungen an ein Übertragungssystem

An ein Datenübertragungssystem für den UKW-Hörrundfunk werden eine Reihe von Forderungen gestellt, von denen hier nur die wichtigsten erwähnt werden sollen:

1. Die Zusatzdaten dürfen die Übertragungsqualität für das Rundfunkprogramm nicht beeinträchtigen.
2. Bestehende Datenübertragungssysteme (ARI³) sollten nicht gestört werden.
3. Es dürfen keine erhöhten Nachbarkanalstörungen auftreten.
4. Der Versorgungsbereich für die Daten soll nach Möglichkeit etwas größer sein als der für monofonen Empfang.

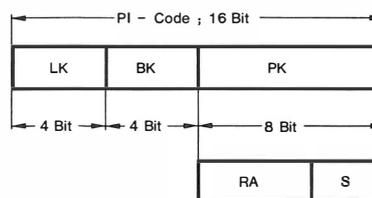
Diese Forderungen an das Datenübertragungssystem beziehen sich alle auf die Kompatibilität und die Übertragungssicherheit. Darüber hinaus wurden aufgrund der Umfrage aber auch Forderungen an den Dateninhalt festgelegt (**Tabelle 1**).

Die **Programmidentifikation** (**Bild 1**) ist eine Kennung, mit deren Hilfe die Sender einer Programmkette identifiziert werden können. Sie ermöglicht in Suchlaufempfängern die automatische Abstimmung auf Sender dieser Kette. Um einen raschen Suchlauf zu gewährleisten, muß diese Information mindestens elfmal pro Sekunde ausgesendet werden. Die Kennung ist 16 Bit lang und besteht aus einer Länderkennung und einer Bereichskennung

Information	Bits/ Meldung	Meldungen/ Sekunde
Abstimmhilfen		
Programmidentifikation (PI)	16	11
Name der Programmkette (PS)	56	1
Programmart (PTY)	4	11
Verkehrsfunkkennung (TP)	1	11
Alternative Frequenzen (AF)	8	1
Schaltsignale		
Verkehrsdurchsagekennung (TA)	1	4
Decoder (DI)	4	1
Musik/Sprache (MS)	1	1
Programmbeitrag (PIN)	20	1
Alarm	1	1
Radiotext (RT)		
32 ASCII-Charakter	224	0,2
Zusätzlich gewünschte Anwendungen		
Expanderschaltsignal		
Uhrzeit		
Information über andere Programme		
Radiotext und grafische Symbole für Video-Display		
Rundfunkinterne Übertragungen		
Fernschaltsignale		
Reserve		

Tabelle 1
UER-Mindestforderungen

von jeweils 4 Bit. Die Bereichskennung entspricht bei Verkehrsfunksendern den bekannten Verkehrsfunkbereichen. Die eigentliche Kennung der Programmkette ist 8 Bit lang und könnte in der Bundesrepublik Deutschland z. B. aufgeteilt werden in 5 Bit zur Kennzeichnung der Rundfunkanstalt und 3 Bit für die Nummer des Programms. Der **Name der Programmkette** besteht aus maximal 8 ASCII-Zeichen und soll zur Anzeige im Rundfunkempfänger einmal pro Sekunde ausgesendet werden. Die Kennzeichnung der **Programmart** ist eine Information für Suchlaufempfänger und sollte deshalb elfmal pro Sekunde wiederholt werden. Dasselbe gilt für die **Verkehrsfunkkennung**, die ebenso wie beim ARI-System zur Kennzeichnung von Sendern dient, welche Verkehrsinfos bringen. Als **Alternative**



- LK - Länderkennung (4 Bit)
- BK - Bereichskennung (4 Bit)
- PK - Kennung der Programmkette (8 Bit)
- RA - Kennung der Rundfunkanstalt (5 Bit)
- S - Kennung des Sendernetzes (3 Bit)

Bild 1

Kennung der Programmidentifikation

³ ARI = Autofahrer-Rundfunk-Information.

Frequenzen wird eine Liste von Frequenzen räumlich benachbarter Sender übertragen, die dasselbe Programm abstrahlen. Wenn der Rundfunkempfang gestört ist, kann der Empfänger diese Frequenzen automatisch überprüfen und damit die optimale Übertragungsqualität gewährleisten. Die **Verkehrsdurchsageerkennung** dient zur Kennzeichnung von Zeiten mit Verkehrsmeldungen und sollte etwa viermal pro Sekunde gesendet werden, damit die Wiedergabe der Durchsage empfängerseitig rechtzeitig eingeleitet werden kann. Die **Decoderidentifikation** dient zur Anpassung des Empfängers an das Programmsignal. Es ist die Möglichkeit vorgesehen, bis zu 16 verschiedene Betriebsarten einmal pro Sekunde näher zu bezeichnen. Die **Musik/Sprache**-Kennung ermöglicht dem Rundfunkteilnehmer eine individuelle Anpassung der Lautstärke und Klangfarbe bei der Programmwiedergabe. Die Kennzeichnung der **Programmbeiträge** mit einem Codewort, das die in den Programmzeitschriften ausgedruckte Sendezeit und den Tag des Monats enthält, gestattet eine einfache Aufzeichnung bestimmter Sendungen. Die **Alarm**-Kennung dient dazu, ähnlich wie die Verkehrsdurchsageerkennung, die Wiedergabe einer Durchsage zu bewirken, falls der Empfänger im Alarmfall stummgeschaltet oder auf Kassettenbetrieb eingestellt ist. Als **Radiotext** sollen 32 ASCII-Zeichen in fünf Sekunden übertragen werden. Auf diese Weise können z. B. programmbegleitende Informationen auf einem Display im Empfänger angezeigt werden.

Neben den relativ fest umrissenen Anwendungen enthält die Liste der Mindestforderungen auch eine Reihe von Möglichkeiten, für die zwar Raum freigehalten werden sollte, der Bedarf an Übertragungskapazität jedoch noch nicht abzusehen war. Die wichtigsten davon sind ein Expanderschaltssignal, Informationen über andere Programme, Radiotext und grafische Symbole für ein Video-Display sowie schließlich – soweit noch Informationskapazität vorhanden – rundfunkinterne Anwendungen, wie z. B. Fernmeß- und Fernschaltssignale. Natürlich sollte darüber hinaus auch eine angemessene Kapazität für bisher nicht bekannte Anwendungen reserviert werden.

3. Vergleichsmessungen an ZI-Systemen

Für den Vergleich der ZI-Systeme in Schweden wurden die Systementwickler aufgefordert, die genannten Mindestforderungen an den Dateninhalt zu realisieren. Der Hubanteil für die verschiedenen Systeme sollte dabei so gewählt werden, daß die Kompatibilität mit dem Programm gewährleistet ist. In den Messungen wurden die fünf ursprünglich bekannten Systeme in verschiedenen Varianten vorgestellt, so daß insgesamt sieben Übertragungssysteme miteinander zu vergleichen waren (**Tabelle 2**).

Allen Systemen gemeinsam ist die Übertragung der Informationen auf Hilfsträgern im UKW-Multiplexsignal und die Organisation der Daten in Blöcken sowie eine Bitrate von etwa 1200 bit/s. Für die 57-kHz-Systeme von Großbritannien (**BBC**) und Schweden (**STA-PI**) wird eine Zweiseitenbandmodulation mit unterdrücktem Träger verwendet. Der Hubanteil des Datensignals ist für beide Systeme

System	Hilfs-träger (kHz)	Hub (kHz)	Block-länge (Bit)	Fehler-erkennung
STA-PI	57	3,0	26	10 Prüfbits
TDF	58,05	1,5	112	
SPI 57	54,625 59,375	1,0	96	Wiederholung
BBC	57	3,0	114	16 Prüfbits
BBC-UER	57	3,0	50	16 Prüfbits
SPI 19	16,625 21,375	0,25	96	Wiederholung
YLE-UER	19	0,7 – 3,5	512	16 Prüfbits

Tabelle 2

Systeme für Zusatzinformationen im UKW-Hörrundfunk

± 3 kHz. Sie unterscheiden sich nur in der Basis-codierung, d. h. der Organisation der Daten und der Blocklänge. Mit dem STA-PI-System werden 26 Bit lange Blöcke übertragen, von denen 10 Bit zur Synchronisation und Fehlererkennung benötigt werden. Beim BBC-System werden dagegen Blöcke von 114 Bit Länge und 16 Prüfbits verwendet. Darüber hinaus wurde mit den BBC-Geräten auch eine Basisbandcodierung getestet, die von der UER als Referenzmodell entworfen worden war (**BBC-UER**). Dabei wurden für 50 Bit lange Blöcke 16 Prüfbits zur Blocksynchronisation und Fehlererkennung verwendet. Dieselbe Basisbandcodierung wurde für das finnische System (**YLE-UER**) herangezogen, bei dem der 19-kHz-Pilotton als Hilfsträger für ein FSK-Signal verwendet wird und der Hubanteil programmabhängig zwischen ± 700 Hz und $\pm 3,5$ kHz gesteuert wird. Das **SPI-System** aus Holland wurde in zwei Varianten vorgestellt, und zwar mit je zwei phasenmodulierten Hilfsträgern bei 57 kHz und 19 kHz. Das SPI-System bei 57 kHz benötigt für jeden Hilfsträger $\pm 1,0$ kHz Hubanteil. Für SPI 19 wurden dagegen nur jeweils ± 250 Hz Hubanteil vorgeschlagen. Im unteren Kanal beider SPI-Systeme werden 96 Bit lange Blöcke übertragen. Im oberen Kanal dagegen werden 512 Bit lange Blöcke verwendet. Die Fehlererkennung beruht ausschließlich auf Wiederholung der Information. Zur Synchronisation enthalten die Blöcke ein Synchronwort. Das von Frankreich vorgestellte **TDF-System** verwendet einen phasenmodulierten Hilfsträger bei 58,05 kHz, der mit $\pm 1,5$ kHz Hubanteil ausgesendet wird. Die Blocklänge beträgt 112 Bit. Einzelheiten über Fehlererkennung und Synchronisation sind nicht bekannt.

Für die Beurteilung der Systemeigenschaften wurde sowohl die Übertragungssicherheit als auch die Zugriffszeit auf einzelne Informationen und die Reservekapazität für zukünftige Anwendungen bewertet. Bei der Übertragungssicherheit wurde neben der Anzahl der korrekt empfangenen Meldungen vor allem auch die Anzahl der nicht erkannten Übertragungsfehler beurteilt. Alle Messungen wurden sowohl für stationären Empfang als auch für mobilen Empfang in reflexionsgefährdeten Gebieten durchgeführt.

Bei der Auswertung der Meßergebnisse zeigte sich eindeutig die Überlegenheit des schwedischen PI-Systems. Die Vorteile für dieses Verfahren sind im

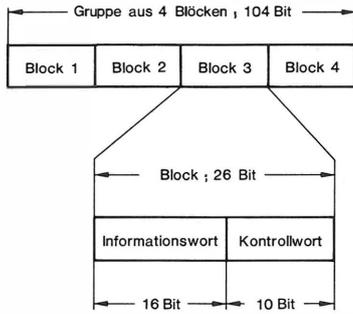


Bild 2
Struktur der Basisbandcodierung

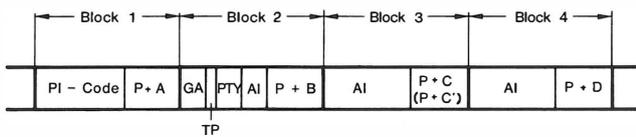
wesentlichen auf die Art der Fehlererkennung und -korrektur sowie auf die Blocksynchronisation und die ausgesprochen kurzen Blöcke (26 Bit) zurückzuführen. Gerade die kurzen Blöcke werden in reflexionsgefährdeten Gebieten seltener gestört, da auch zwischen rasch aufeinanderfolgenden Störungen Blöcke fehlerfrei empfangen werden können.

Aufgrund der eindeutigen Versuchsergebnisse hatte die UER-Spezialistengruppe R1/DAT beschlossen, im Oktober 1982 in der Schweiz in einer Feld-demonstration vor Vertretern der UER und der Industrie nur das schwedische Verfahren vorzustellen. Die äußerst positiv verlaufene Demonstration bekräftigte den Beschluß, den zuständigen Gremien vorzuschlagen, dieses Verfahren als einheitliches europäisches System zur Übertragung von Zusatzinformationen im UKW-Hörrundfunk zu empfehlen.

4. Basisbandcodierung des UER-Vorschlages (RDS)

4.1. Struktur

Für das vorgeschlagene System wurde eine Datenorganisation vereinbart, mit der sich eine außerordentlich große Flexibilität ergibt. Die Informationen werden in 104 Bit langen Gruppen übertragen (**Bild 2**). Eine Gruppe besteht aus 4 Blöcken à 26 Bit. Die Blöcke sind aus einem 16-Bit-Informationswort und einem 10-Bit-Kontrollwort zusammengesetzt. Mit Hilfe des Kontrollwortes können Übertragungsfehler erkannt und z. T. auch korrigiert werden. Gleichzeitig dient es zur Block- und Gruppensynchronisation (**Bild 3**). Zur Gruppensynchronisation werden die Kontrollwörter senderseitig mit vereinbar-



- PI-Code - Kennung zur Programmidentifikation (16 Bit)
- P - Kontrollwort (10 Bit)
- A,B,C,C',D - Offsetwörter (10 Bit)
- GA - Gruppenadresse (5 Bit)
- TP - Verkehrsfunksenderkennung (1 Bit)
- PTY - Programmart (5 Bit)
- AI - Adressierte Information (37 Bit)

Bild 3
Informationsübertragung und Adressierung

ten Offsetwörtern A bis D verknüpft. Dadurch ist bei der Decodierung im Empfänger die Aussage möglich, welcher Block einer Gruppe gerade empfangen wurde. Allerdings wird die Kanalkapazität durch diese Art der Datensicherung und Synchronisation von 1187,5 bit/s auf eine „Nettokapazität“ von etwa 731 bit/s reduziert.

Um bei der angestrebten Flexibilität gleichzeitig eine möglichst optimale Nutzung der Kanalkapazität zu erzielen, wird nur ein Teil der Informationen adressiert übertragen. Häufig wiederholte Kennungen für Abstimmzwecke haben einen festen Platz in den Gruppen. Der PI-Code als Kennung zur Programmidentifikation wird ständig in Block 1 der Gruppen übertragen. Die Verkehrsfunksenderkennung und die Programmartenkennung sind dagegen im zweiten Block zu finden. Für die adressierten Informationen in den Blöcken 2, 3 und 4 wird in Block 2 eine Gruppenadresse übertragen (**Bild 3**). Die 5 Bit der Gruppenadresse gestatten die Unterscheidung von 32 Gruppen. Davon werden jedoch nur 16 Möglichkeiten genutzt. Ein Bit wird dazu verwendet, um bei den Gruppen zwei Varianten, A und B, zu unterscheiden. Bei der Variante B werden im Block 3 keine adressierten Informationen übertragen, sondern es wird für einen schnelleren Suchlauf der PI-Code wiederholt. Dann wird anstelle des Offsetwortes C das Offsetwort C' verwendet, um schon in der Synchronisationsphase, d. h. dann, wenn die Gruppenadresse noch nicht bekannt ist, die schnellere Wiederholung des PI-Codes nutzen zu können. Den Informationsinhalt der verschiedenen Gruppen für die Variante A zeigt **Tabelle 3**.

4.2. Realisierung der Mindestforderungen

Durch unterschiedliche Verteilung der verschiedenen Gruppen lassen sich die Wiederholraten für

Gruppe	Inhalt	Block			
		1	2	3	4
alle	Programmidentifikation Gruppenadresse Verkehrsfunksenderkennung Programmart	PI	GA TP PTY		
0	Abstimm- und Schaltinformationen	PI	TA, MS DI	AF	PS
1	Programmbeitrag	PI	5	16	PIN
2	Radiotext	PI	RT	RT	RT
3	Informationen über andere Programme	PI	ON	ON	ON
4	Uhrzeit	PI	CT	CT	CT
5	Transparenter Datenkanal	PI	TDC	TDC	TDC
6	Rundfunkinterne Informationen	PI	IH	IH	IH
7-14	Bisher nicht definiert	PI	UA	UA	UA
15	Schnelle Schalt- und Abstimminformationen	PI	TA, MS DI	PI	TA MS DI

Tabelle 3
Informationsinhalt der Gruppen

Information	Bits/ Meldung	Meldungen/Sekunde		Kapazität (%)
		normal	maximal	
Abstimmhilfen				52,1
Programm- identifikation (PI)	16	11,4	22,8	25,0
Name der Pro- grammkette (PS)	72	0,95	2,9	9,4
Programm- art (PTY)	5	11,4	22,8	7,8
Verkehrsfunk- kennung (TP)	1	11,4	22,8	1,6
Alternative Frequenzen (AF)	8	7,6	22,8	8,3
Schaltsignale				6,4
Verkehrsdurch- sagekennung (TA)	1	3,8	22,8	0,5
Decoder (DI)	4	0,95	5,7	0,6
Musik/Sprache (MS)	1	3,8	22,8	0,5
Programm- beitrag (PIN)	16 (21)	0,95	11,4	4,8
Alarm	PTY	0	22,8	-
Radiotext (RT)				
32 ASCII- Charakter	296	0,24	1,43	9,6
Zusätzlich mögliche Anwendungen				
Informationen über andere	37	4,76	11,4	24,1
Programme (ON)	18,5	0,63	7,6	4,8
Uhrzeit (CT)	34	1/60	-	0,9
Transparenter Datenkanal (TDC)				
Rundfunkinterne Informationen (IH)				
Adressierung	5	11,4	22,8	7,8

Tabelle 4
UER-Systemvorschlag (RDS)

die einzelnen Informationen dem Bedarf recht gut anpassen. Eine der vielen Möglichkeiten ist in **Tabelle 4** dargestellt.

Die Anzahl der Bits/Meldung weicht bei einigen Applikationen von den Mindestforderungen ab. Das liegt z. T. daran, daß Teile der Meldungen getrennt adressiert werden oder aber verbleibender Raum

zweckmäßig zur Ausweitung der Möglichkeiten verwendet wird. Bei den Wiederholraten für die Meldungen sind zwei Werte angegeben. Der erste bezieht sich auf eine Gruppenaufteilung, mit der die Mindestforderungen erreicht und bei einigen wichtigen Informationen sogar übertroffen werden. Der zweite Wert stellt die maximal mögliche Wiederholrate für die jeweilige Information dar, wobei dann natürlich ein Teil der anderen Meldungen langsamer übertragen wird und die Reservekapazität mitverwendet wird.

Mit der vorgeschlagenen Verteilung werden etwa 52 % der Nettokapazität von 731 bit/s für Abstimmhilfen verwendet. Gegenüber den Mindestforderungen deutlich angehoben wurde die Wiederholrate für alternative Frequenzen. Bei 7,6 Meldungen/Sekunde werden dafür 8,3 % der Nettokapazität beansprucht. Die Schaltsignale benötigen zusammen 6,4 % der Kapazität. Hier wird die Musik/Sprache-Information häufiger wiederholt als ursprünglich gefordert, ohne die Kapazität des Datenkanals nennenswert zu belasten. Für den Alarm ist keine Kapazität vorgesehen, da er gegebenenfalls als eine spezielle Programmart übertragen wird. Für den Radiotext müssen, bei der vorgesehenen Wiederholung der Meldungen in etwa vier Sekunden, 9,6 % der Nettokapazität reserviert werden. Berücksichtigt man die 7,8 %, die für die Gruppenadressen benötigt werden, so verbleiben für die zusätzlich möglichen Anwendungen etwa 24 % der Nettokapazität.

5. Schlußbemerkung

In umfangreichen Untersuchungen wurden die zur Übertragung von Zusatzinformationen im UKW-Hörrundfunk vorgeschlagenen Systeme innerhalb der UER sorgfältig miteinander verglichen. Dabei zeigte sich das schwedische PI-System den anderen Verfahren deutlich überlegen. Da seine Übertragungssicherheit auch in einer zusätzlichen Felddemonstration als äußerst zufriedenstellend beurteilt wurde, wird es den zuständigen Gremien von der Spezialistengruppe R1/DAT zur Empfehlung als einheitliches europäisches System vorgeschlagen.

Mit dem gewählten Datenformat lassen sich alle in der Liste der Mindestforderungen aufgeführten Informationen übertragen. Die Datenorganisation ist so flexibel gestaltet, daß es jedem Land oder sogar den einzelnen Rundfunkorganisationen überlassen bleibt, welche der vielen Möglichkeiten tatsächlich genutzt werden. Damit lassen sich auch noch lange nach der Einführung dieses Systems die Wiederholraten für einzelne Informationen senderseitig ändern und dem jeweiligen Bedarf anpassen, ohne an bestehenden Rundfunkempfängern irgendwelche Maßnahmen vorauszusetzen.

UNTERSUCHUNGEN ZUR ERMITTLUNG DER ERFORDERLICHEN MINDESTEMPfangSPEGEL FÜR DEN UKW-RUNDFUNKEMPfang IM KRAFTFAHRZEUG¹

VON HEINZ LINDENMEIER UND JOCHEN HOPF²

Manuskript eingegangen am 5. September 1983

UKW-Rundfunk

Zusammenfassung

Die notwendigen Mindestpegel für den UKW-Empfang im Kraftfahrzeug werden von der Empfindlichkeit der Empfangsanlage und von Verzerrungen infolge Mehrwegeausbreitung mit großen Laufzeitunterschieden bestimmt. Störungen durch Verzerrungen und Amplitudeneinbrüche können nur durch Maßnahmen auf der Empfangsseite wirksam verhindert werden. Für die Feststellung der Versorgung am Empfangsort wird eine Bezugsfahrzeugantenne mit einem statistisch auswertenden Pegelmeßgerät vorgeschlagen. Versuchspersonen haben den für „noch zufriedenstellenden Empfang“ benötigten zeitlich gemittelten Pegel ohne Mehrwegeverzerrungen im flachen Land zu 13 dB (μV) und in bebautem Gebiet zu 24 dB (μV) ermittelt.

Summary Investigations for determining the minimum signal level necessary for VHF broadcast reception in motor vehicles

The minimum levels necessary for VHF reception in motor vehicles are determined by the sensitivity of the receiving installation and by distortion due to multi-path propagation involving large propagation-time differences. Impairment due to distortion and amplitude fluctuation can be effectively prevented only by suitable measures at the receiving end. For determining the service at the point of reception, a reference car-antenna, in combination with a statistical level-measuring instrument, is proposed. Observers have determined the time-integrated mean level required for „just satisfactory“ reception, in the absence of multi-path distortion, as 13 dB (μV) on open terrain and as 24 dB (μV) in an urban area.

Sommaire Evaluation du niveau minimal du signal nécessaire pour la réception en MF dans des véhicules à moteur

Le niveau minimal nécessaire pour la réception en MF dans un véhicule à moteur dépend de la sensibilité de l'installation réceptrice et des distorsions dues aux propagations par trajets multiples de durées très diverses. Seules des mesures appropriées du côté récepteur peuvent empêcher efficacement les dégradations résultant des distorsions et des fluctuations d'amplitudes. Pour déterminer la qualité du service au point de réception, on propose une antenne de voiture de référence en conjonction avec un instrument de mesure statistique de niveau. Des observateurs ont évalué à 13 dB (μV) en terrain découvert et à 24 dB (μV) en zone urbaine le niveau moyen, pondéré dans le temps, nécessaire pour obtenir une réception satisfaisante en l'absence de distorsions par trajets multiples.

1. Problemstellung

So perfekt die Hörqualität des UKW-Heimempfangs ist, so problematisch ist der UKW-Rundfunkempfang im Kraftfahrzeug. Der Heimempfang sieht den Empfang einer vollkommen ungestörten ebenen elektromagnetischen Welle in einer Höhe von 10 m vor, vielfach sogar mit einer Richtantenne. Aufgrund der auf diese Weise sichergestellten Versorgung und der im UKW-Bereich angewandten Frequenzmodulation in Verbindung mit der großen Kanalbandbreite wird im stationären Heimempfänger ein wirklich stereotüchtiges Signal erzeugt.

Wesentlich schwieriger dagegen stellen sich die Verhältnisse für den Rundfunkempfang im Kraftfahrzeug dar. Die überwiegende Zahl von Empfangsstörungen läßt sich auf folgende Ursachen zurückführen:

- a) Bedingt durch den mobilen Empfang findet das Autoradio, je nach Entfernung von Rundfunksendern, in weiten Grenzen sich ändernde Signalpegel vor.

- b) Die UKW-Wellenlänge liegt in der gleichen Größenordnung wie die Abmessungen des Fahrzeugs und anderer, die Wellenausbreitung störender Gegenstände. Aufgrund der physikalisch bedingten Ausbreitungsgesetze ist das Wellenfeld über Grund in aller Regel verwirrt.
- c) Die schnelle Eigenbewegung des Fahrzeugs im verwirrten Wellenfeld führt zu zusätzlichen Störungen.

Hinzu kommt eine weitere wichtige Problematik, die darin besteht, daß der Autoradiohörer die Empfangsqualität, die er beim Heimempfang gewohnt ist, ungeachtet der physikalischen und technischen Schwierigkeiten, auch für den UKW-Empfang im Kraftfahrzeug erwartet. Dies führte bei der Automobil- und der Empfängerindustrie in der Vergangenheit zu einer Reihe von Beanstandungen. Der Verband der Automobilhersteller gründete deshalb den Arbeitskreis „Tonrundfunkempfang in Kraftwagen“, der sich diesem Problemkreis widmet. Die in der vorliegenden Arbeit ermittelten Mindestpegel sind auf Aktivitäten dieses Arbeitskreises zurückzuführen.

Für die Rundfunkübertragung stehen die Wellenbereiche der Lang-, Mittel- und Kurzwellen (AM) und das UKW-Rundfunkband (FM) zur Verfügung. Aufgrund der physikalischen Ausbreitungsgesetze für elektromagnetische Wellen eignen sich die AM-Wel-

¹ Überarbeitetes Manuskript eines Vortrages, gehalten auf der 6. Fachtagung Hörrundfunk der Nachrichtentechnischen Gesellschaft (NTG) in Mannheim, 23. bis 25. November 1982.

² Prof. Dr.-Ing. Heinz Lindenmeier ist Inhaber des Lehrstuhls für Hochfrequenztechnische Systeme, Dr.-Ing. Jochen Hopf ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Hochfrequenztechnische Systeme der Hochschule der Bundeswehr München.

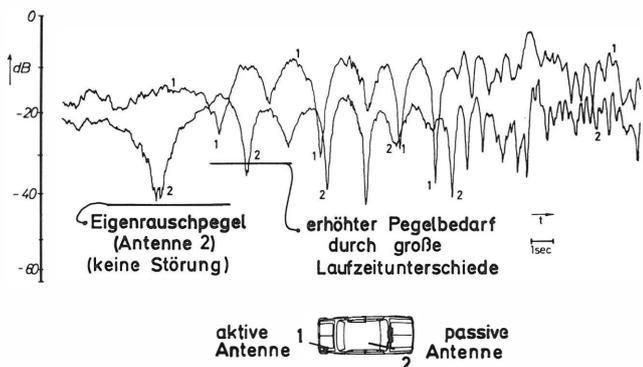


Bild 1

Typische Zeitabhängigkeit der Empfängereingangsspannung für zwei Antennen im bewegten Fahrzeug

lenbereiche vorzüglich für eine gleichmäßige flächendeckende Rundfunkversorgung mit großer Senderreichweite. Hieraus resultiert eine vorzügliche Erreichbarkeit des mobilen Hörers, und es wäre wünschenswert, wenn diese Wellenbereiche sowohl von der Programmauswahl her als auch im Hinblick auf neuere Modulationstechniken mehr für den Autoradi Hörer nutzbar gemacht werden könnten.

Im Gegensatz zu AM-Sendungen kann mit der FM-Rundfunkübertragung zwar mit stationären Empfangsanlagen eine hohe Übertragungsqualität erreicht werden, jedoch wird diese im Auto aufgrund der ausbreitungsbedingten Störungen im Zusammenwirken mit der herkömmlichen Empfangsanlage stark beeinträchtigt. Viele dieser Störungen im UKW-Bereich werden vom Autoradi Hörer vornehmlich als Folge einer vermeintlichen „unzureichenden Versorgung“ angesehen. Untersuchungen haben jedoch gezeigt, daß eine Vielzahl von Störungen beim Empfang mit derzeit üblichen Empfangsanlagen auch in „gut versorgten“ Gebieten aus physikalischen Gründen nicht vermeidbar ist. Eine Verbesserung der Gesamtsituation kann nur dann herbeigeführt werden, wenn zum einen auf der Empfangsseite durch Anwendung neuer Techniken Empfangsstörungen weitgehend reduziert werden und zum anderen auf der Senderseite eine ausreichende Versorgung auch für das Kraftfahrzeug, soweit möglich, sichergestellt wird.

Bisher ist weder der Pegelbedarf für den UKW-Rundfunkempfang im Auto formuliert, noch ist eine geeignete Meßmethode für die Feststellung der Mindestversorgung vorgestellt worden. Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist es, einen Vorschlag für die Definition und die Messung der erforderlichen Mindestempfangspegel unter der Voraussetzung einer optimierten Empfangsanlage zu machen. Zu diesem Zweck ist es zunächst notwendig, die Ursache für die Empfangsstörungen und deren Charakter näher zu untersuchen.

2. Störungen durch Mehrwegeausbreitung

Insbesondere in den Versorgungsrandgebieten, aber auch an abgeschatteten Empfangsstellen beobachtet man häufig sogenannte „Empfangsaussetzer“ in Form von kurzzeitigem Aufrauschen oder von Nie-

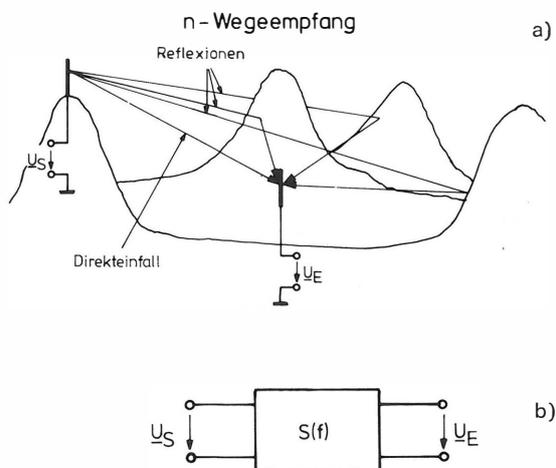
derfrequenzverzerrungen. Diese Störungen ergeben sich aus der räumlichen Abhängigkeit der Trägeramplituden, die durch statistische Überlagerung von Teilwellen mit statistisch verteilten Amplituden und Phasen entsteht. Das Fahrzeug bewegt sich also innerhalb eines „Wellengebirges“, das durch die elektrisch leitende Außenhaut des Fahrzeugs, die zudem elektrische Resonanzeffekte verursacht, zusätzlich deformiert wird. Dadurch wird der am Empfänger eingang gemessene Pegel stark zeitabhängig, wie es aus **Bild 1** ersichtlich ist [1, 2].

2.1. Kleine Laufzeitunterschiede

Sind die Laufzeitunterschiede der am Empfangsort überlagerten Wellen unter $1 \mu\text{s}$, so ist das in einem stehenden Fahrzeug empfangene Signal ausschließlich frequenzmoduliert. Durch die Eigenbewegung des Fahrzeugs ergibt sich jedoch die in **Bild 1** dargestellte Zeitabhängigkeit der Amplitude. Dadurch entsteht eine Amplitudenmodulation mit starken Amplitudeneinbrüchen. Liegt der Amplitudeneinbruch in seinem Pegel oberhalb des Eigenrauschpegels der Empfangsanlage, so ist das FM-System dadurch nicht gestört. Zu Zeiten, zu denen die Amplitude jedoch unter den Eigenrauschpegel der Anlage einbricht, wird eine Rauschstörung erkennbar. Diese Amplitudeneinbrüche, die besonders gravierend sind, wenn sich die Teilwellen am Empfangsort durch ihre Amplituden- und Phasenwerte nahezu auslöschen, können durch keine auf der Senderseite durchführbare Maßnahme vermieden werden. Lediglich die Häufigkeit der Störungen kann durch Optimierung der Empfindlichkeit der Empfangsanlage und durch Ausschöpfung der Versorgungsmöglichkeiten herabgesetzt werden.

2.2. Große Laufzeitunterschiede

Nähere Untersuchungen haben ergeben, daß an verschiedenen Orten ein Aufrauschen festgestellt wird, obwohl die resultierende Trägeramplitude über

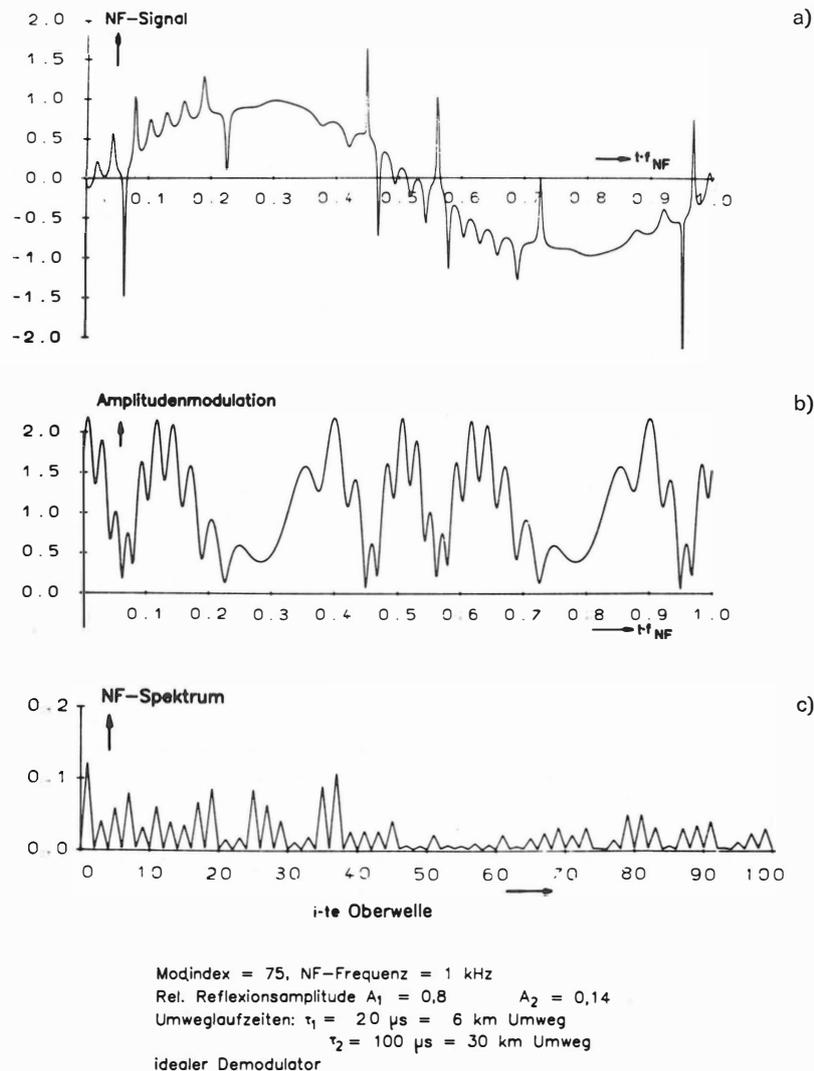


$$U_E = A_0 \exp(j\omega_T t + j\phi(t)) + \sum_{i=1}^n A_i \exp(j\omega_T(t - \tau_i) + j\phi(t - \tau_i))$$

Bild 2

Mehrwegeempfang

- a) direkt einfallende Welle und mehrere reflektierte Wellen
- b) äquivalenter Übertragungsvierpol zwischen Sende- und Empfangsantenne

**Bild 3**

Verzerrungen, verursacht durch die Überlagerung einer direkten Welle mit zwei reflektierten Wellen der relativen Amplituden A_1 und A_2 mit den Laufzeitunterschieden τ_1 und τ_2

- verzerrtes Signal am FM-Demodulatorausgang (Grundschiwingung 1 kHz)
- Zeitabhängigkeit der Trägeramplitude bei stehendem Fahrzeug
- Frequenzspektrum des verzerrten Signals nach a)

dem Eigenrauschpegel der Empfangsanlage liegt. Dies führt zu einer Ortsabhängigkeit des Pegelbedarfs am Empfängereingang für eine Minimalversorgung. Dieser Effekt ist auf Mehrwegeausbreitung mit großen Laufzeitunterschieden zurückzuführen. Dies ist anhand des Eigenrauschpegels der Anlage und des erhöhten Pegelbedarfs durch Laufzeitunterschiede in **Bild 1** sichtbar gemacht. Antenne 2 wäre infolge des niedrigen Eigenrauschpegels zu keiner Zeit gestört. Aufgrund des ortsabhängigen erhöhten Pegelbedarfs kann jedoch trotzdem zeitweise Aufrauschen auftreten.

Empfangsstörungen dieser Art werden durch die Überlagerung von Teilwellen mit relativ großen Laufzeitunterschieden hervorgerufen, die in der Größenordnung von $1 \mu s$ bis $100 \mu s$ liegen. Die Entstehung dieser Störung ist in **Bild 2a** anhand der Überlagerung mehrerer reflektierter und einer direkt einfallenden Welle dargestellt. Die Übertragungstrecke zwischen der Einspeisestelle an der Rundfunksende-

antenne und den Eingangsklemmen des Autoradios kann durch einen frequenzabhängigen Übertragungsvierpol dargestellt werden, wie dies aus **Bild 2b** ersichtlich ist. Sowohl die Amplituden-Übertragungscharakteristik als auch die Phasencharakteristik dieses Vierpols ändert sich während der Fahrt, so daß Laufzeitfehler zu kurzzeitig auftretenden Störungen führen. Die Amplituden- und die Phasencharakteristik zusammen mit der Zeitabhängigkeit dieser Charakteristiken während der Fahrt lassen es nicht zu, diese Störungen durch Nachschalten eines adaptiven Filters zu vermeiden.

Das Ausmaß der Störungen ist durch Computersimulation in **Bild 3** für eine sinusförmige, niederfrequente Nachricht der Frequenz $f = 1 \text{ kHz}$ und den relativen Amplituden A_1 und A_2 dargestellt. **Bild 3a** zeigt das verzerrte Ausgangssignal am FM-Demodulator, dessen Störspitzen insbesondere dann auftreten, wenn die Trägeramplitude in **Bild 3b** minimal ist. Das resultierende Störspektrum am Ausgang

Klirrfaktor als Funktion der NF-Frequenz
und der Laufzeit

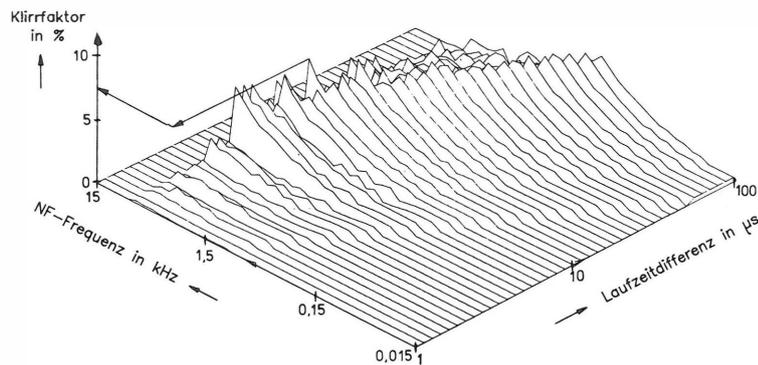


Bild 4

Gesamtklirrfaktor eines sinusförmigen NF-Signals im NF-Band zwischen 0 und 15 kHz
bei einer reflektierten Welle der relativen Amplitude $A_1 = 0,5$

des Frequenzdemodulators (**Bild 3c**) besitzt Energieanteile bis zu hohen Frequenzen. Bereits für den einfachen Fall von nur einer reflektierten Welle mit einer relativen Amplitude $A_1 = 0,5$ ergibt sich am Ausgang des Frequenzdemodulators ein Klirrgrad, wie er in **Bild 4** als Funktion der Laufzeit und der NF-Frequenz dargestellt ist. Hierbei sind nur solche Beiträge zum Klirrfaktor ausgewertet, die tatsächlich Störanteile im Hörkanal zwischen 30 Hz und 15 kHz besitzen. Hieraus geht hervor, daß bereits relativ kurze Laufzeiten unter $10 \mu\text{s}$, insbesondere im Frequenzbereich einiger Kilohertz, zu großen Störungen führen [3].

3. Optimierung der Empfangsanlage

3.1. Autoantennen

Im Interesse eines möglichst großen mittleren Signal/Rauschverhältnisses sollten passive oder aktive Außenantennen stets in den Randbereichen der Fahrzeugkarosserie (wie z. B. auf den Kotflügeln) angebracht werden. Ist aus Gründen der Motorstrahlung der Heckeinbau der Antenne unvermeidbar, so sollte eine elektronische Autoantenne eingesetzt werden, bei der die für diesen Einbauort notwendige Verlängerungsleitung nicht systembedingt in den AM-Wellenbereichen zu einer Minderung der Empfangsqualität führt. Bei Fahrzeugen mit kleinen Motorstörungen liefern elektronische Windschutzscheibenantennen sehr gute Empfangsergebnisse. Im Gegensatz zu den mechanisch unbeständigen und leicht korrodierenden Teleskop-Außenantennen besitzen diese Antennen auch langfristig optimale Empfangsqualität [4, 5].

3.2. Antennendiversity

Empfangsstörungen als Folge der in Abschnitt 2. beschriebenen örtlich eng begrenzten Pegelrückfälle können durch Einsatz von zwei Empfangsantennen und einer geeigneten Umschaltvorrichtung zur Auswahl der besser versorgten Antenne wesentlich gemildert werden. Auch örtlich begrenzt auftretende,

infolge von Mehrwegeausbreitung mit großen Umwegen entstandene Tonverzerrungen können durch diese Maßnahmen wesentlich reduziert werden [6]. Durch Einsatz elektronischer Windschutzscheibenantennen [5] und kleiner elektronischer Autoantennen am Wagenheck könnte die Akzeptanz zweier Autoantennen beim Autofahrer sichergestellt werden.

3.3. Einsatz elektronisch abstimmbarer Autoempfänger und Frequenzdiversity

Die genaue Einstellbarkeit der Frequenz bei Empfängern nach dem Synthesizerprinzip ist ein erster Schritt zur besseren Ausnutzung der angebotenen Rundfunkversorgung im FM-Bereich. Die Einführung einer digitalen, in der Modulation enthaltenen Sender- und Programmkennung wird derzeit in den Gremien beraten und voraussichtlich bald beschlossen. Dies wird den Einsatz eines Autoempfängers ermöglichen, der seine Empfangsfrequenz automatisch auf denjenigen Hochfrequenzträger eines bestimmten Programms einstellt, der am Empfangsort mit bestmöglicher Qualität empfangen werden kann.

4. Erforderliche Mindestempfangspegel in Versorgungsgebieten ohne modulationsverzerrende Mehrwegeausbreitung

Aus den Überlegungen in Abschnitt 2.2. geht hervor, daß die Effekte der modulationsverzerrenden Mehrwegeausbreitung durch keine versorgungsseitige Maßnahme behoben werden können. Diese Effekte können ausschließlich durch kompliziertere Empfangstechniken reduziert werden, wie sie in Abschnitt 3. geschildert sind. Die Frage nach den erforderlichen Mindestempfangspegeln muß sich deshalb auf den Empfangsfall ohne modulationsverzerrende Mehrwegeausbreitung beschränken. Unter Berücksichtigung der statistischen Amplitudenschwankungen, wie sie beispielhaft in **Bild 1** dargestellt sind, erhebt sich sowohl die Frage nach der Definition der erforderlichen Mindestversorgung als auch nach deren meßtechnischer Ermittlung.

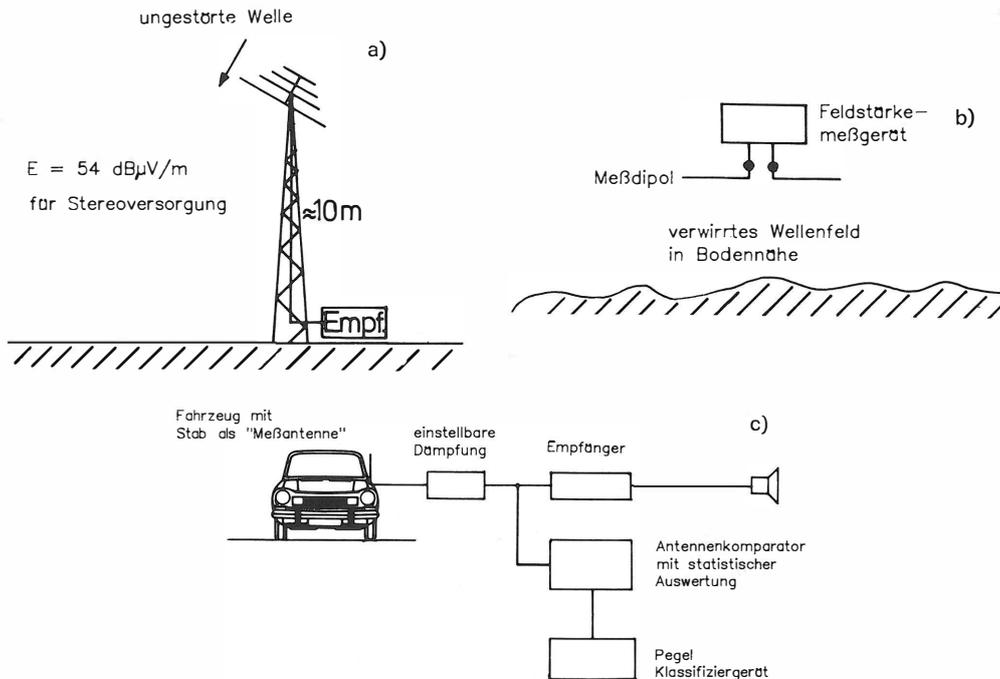


Bild 5

Pegelerfassung beim stationären und beim mobilen Empfang

- a) Situation beim Heimempfang
- b) Versuch einer Pegelerfassung in Bodennähe mit einem Feldstärkemeßgerät
- c) Pegelerfassung mit einem Fahrzeug und einer Stabantenne als „Normalantenne“ und einem Meßsystem, bestehend aus einem Antennenkomparator und einem Pegelklassifiziergerät zur statistischen Pegelerfassung

4.1. Bezugs-Meßantenne

Die klassische Antennentechnik würde zur Feststellung der Pegel über der Straße die Verwendung eines Feldstärkemeßgeräts mit Meßdipol nahelegen, wie es in **Bild 5b** angedeutet ist. Der in **Bild 1** dargestellte zeitliche Pegelverlauf läßt jedoch erkennen, daß im Gegensatz zur Empfangssituation beim Heimempfang (siehe **Bild 5a**) weder ein klassischer Meßdipol noch das zur Feststellung der Feldstärke übliche Gerät für die Ermittlung der Versorgung im Kraftfahrzeug eingesetzt werden kann. Aus diesem Grunde wird anstelle eines Meßdipols ein Fahrzeug mit Meßantenne vorgeschlagen. Als Meßantenne kann grundsätzlich sowohl eine Außenantenne als auch eine Windschutzscheibenantenne dienen. Diese Gleichwertigkeit wird gestützt durch die in **Bild 6** angegebene vergleichende Darstellung der Empfangs-Richtdiagramme einer unsymmetrisch angeordneten Windschutzscheibenantenne [5] und einer Standard-Stabantenne im ungestörten Wellenfeld. Daraus geht hervor, daß die in der Vergangenheit gefällten pauschal abwertenden Urteile über Windschutzscheibenantennen und deren vermeintlich ungünstigere Richtcharakteristik unberechtigt sind. Richtig ist vielmehr, daß keine Autoantennenart im UKW-Bereich ein Runddiagramm besitzen kann.

Um zu einer Bezugs-Meßantenne zu kommen, ist es jedoch vorteilhaft, eine Antennenform zu wählen, die möglichst wenig in ihrem elektrischen Verhalten von der speziellen Fahrzeugform abhängt. Es ist deshalb sinnvoll, eine Außenantenne auf einem „Normalfahrzeug“ als „Meßantenne“ anzustreben. Im Interesse der leichten Realisierbarkeit einer Normal-

antenne wird deshalb eine Teleskop-Stabantenne vorgesehen, deren Fußpunktimpedanz 50Ω beträgt. Anstelle des üblichen Autoantennenkabels kann so ein Meßsystem mit 50Ω Nennimpedanz angeschlossen werden. Untersuchungen haben ergeben, daß die geforderte Nennimpedanz von 50Ω auf einfache Weise dadurch realisiert werden kann, daß die bei voller Auszugslänge im Mittel auf 150Ω eingestellte Stabantenne durch Verkürzen auf eine Länge von 77 cm bei allen untersuchten Fahrzeugtypen und Einbauorten eingestellt werden kann.

Würde man die Stabantennen bei ihrer vollen Stablänge belassen, so ergäbe sich durch Fehlanpassung an den Nennwiderstand ein Pegelverlust von

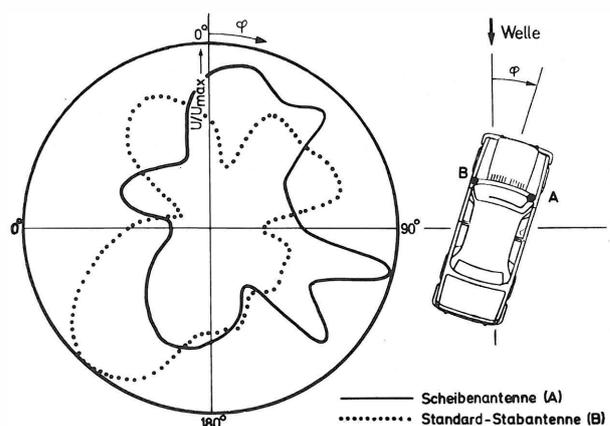
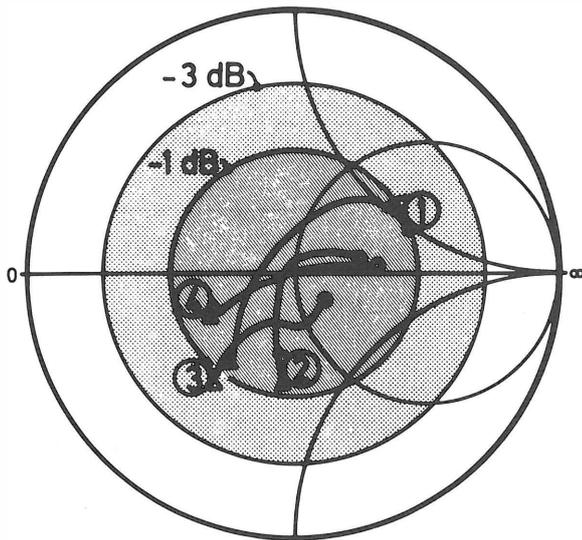


Bild 6

Richtdiagramme zweier Fahrzeugantennen im ungestörten Wellenfeld



$\Delta f = 87 \text{ MHz}$ $Z = 50 \text{ Ohm}$
 $\circ f = 104 \text{ MHz}$

Kurve	Fahrzeug	Antennenpos.
1	Audi 80	vorne links
2	Audi 80	hinten links
3	BMW 5	hinten rechts
4	BMW 3	hinten links

Bild 7

Impedanzen von auf 77 cm verkürzten Stabantennen
auf verschiedenen Fahrzeugen

mehr als 3 dB. Aus **Bild 7** geht hervor, daß dieser Pegelverlust bei Einschieben der Stabantennen auf 77 cm Gesamtlänge auf maximal 1 dB reduziert wird. Weitere Messungen (auch an großen Fahrzeugen), deren Meßergebnisse nicht in **Bild 7** dargestellt sind, zeigen ähnliche Verhältnisse. Als Normalantenne wird deshalb im folgenden die 77 cm lange Stabantenne zugrunde gelegt.

4.2. Pegelmessungen

Die charakteristischen Daten einer Empfangsantenne sind durch die Impedanz und die Empfangsspannung bestimmt. Diese Empfangsspannungen wurden mit der Normalantenne auf einem freien Meßgelände beim Empfang der Rundfunkstationen Wendelstein II, I und III des Bayerischen Rundfunks gemessen. Aufgrund der Unregelmäßigkeit der Richtdiagramme der Stabantennen an den Fahrzeugen schwankt die Antennenausgangsspannung auch im unverwirrten Wellenfeld statistisch. Zur Beschreibung statistischer Pegelverteilungen hat sich die Darstellung der Pegelüberschreitungswahrscheinlichkeit über dem relativen Pegel (wie in **Bild 8**) bewährt [1]. Im verwirrten Wellenfeld beträgt die Schwankungsbreite a zwischen dem 10% und dem 90%-Punkt etwa 13 dB. Als charakteristischer Pegel wird vielfach derjenige Pegelwert angegeben, der in 50% der Zeit überschritten wird. Die Messung einer solchen Statistik kann mit Hilfe eines Antennenkomparators mit nachgeschaltetem Pegelklassifiziergerät (**Bild 9**) erfolgen, der in [1] eingehend beschrieben ist und mittlerweile professionell hergestellt wird.

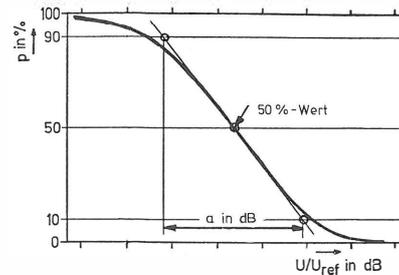


Bild 8

Typischer Verlauf der Pegelüberschreitungswahrscheinlichkeit

Obleich die Messungen in einem unverwirrten Wellenfeld gewonnen wurden, ergeben sich aufgrund der statistischen Unrundheit des Richtdiagramms der Stabantenne statistische Pegelschwankungen, die zu den in **Bild 10** dargestellten Kurven der Pegelüberschreitungswahrscheinlichkeit führen. Die kleine Frequenzabhängigkeit der gemessenen Ergebnisse zeigt die Relevanz der Pegelfeststellung. Die Pegelschwankung beträgt etwa 13 dB, ähnlich wie im statistisch vollkommen verwirrten Feld. Als Maß für die Versorgung bietet sich der 50%-Wahrscheinlichkeitswert an, der mit einem Fahrzeug mittlerer Größe (Audi 80) zwischen $-11,5 \text{ dB (mV)}$ und -14 dB (mV)

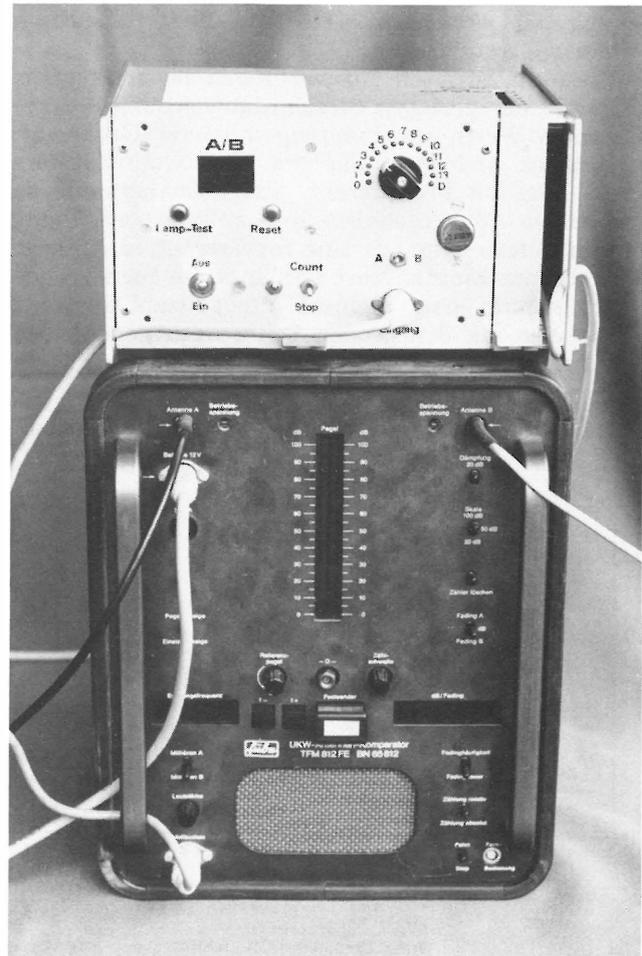


Bild 9

Antennenkomparator und Pegelklassifiziergerät

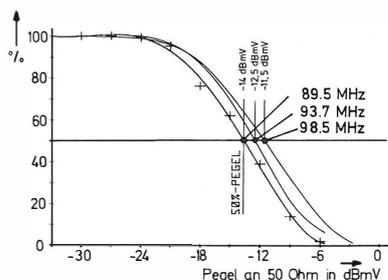


Bild 10

Pegelüberschreitungswahrscheinlichkeiten für freien Sendereinfall

Meßfahrzeug: Audi 80 mit auf 77 cm verkürzter Stabantenne; die Statistik wurde aus Kreisfahrten im ungestörten Feld gewonnen

ermittelt wurde. Trägt man die Verteilung der 50%-Werte für mittlere und große Fahrzeuge in ein Wahrscheinlichkeitsdiagramm, so ergibt sich aus der Darstellung in **Bild 11a** ein Mittelwert von -9 dB (mV) mit einer Standardabweichung von 4 dB (mV). Die gestrichelten Werte kennzeichnen die 50%-Pegel, die mit großen Fahrzeugen gefunden wurden und deutlich größer sind als der Mittelwert. Schließt man diese Fahrzeuge von der Statistik aus und beschränkt sich auf mittelgroße Fahrzeuge, so ergibt sich ein 50%-Wert von -11 dB (mV), und die Standardabweichung ist mit 2,8 dB (mV) deutlich niedriger. Zum Vergleich ist in **Bild 11c** die Wahrscheinlichkeitsverteilung der 90%-Pegelwerte für alle untersuchten Fahrzeuge aufgetragen.

Diese statistischen Auswertungen legen es nahe, aufgrund der geringen Standardabweichung der gemessenen Werte ein Fahrzeug mittlerer Größe mit Stufenheck und 77 cm langem Stab wahlweise im Heck- oder im Frontbereich als Normalantenne zu verwenden. Meßergebnisse mit mittelgroßen Fahrzeugen liefern demnach eine repräsentative Aussage über die am Empfangsort vorhandenen Signalpegel. Hinzu kommt eine kleinere Frequenzabhängigkeit als bei den mit den großen Fahrzeugen gemessenen Pegelwerten.

4.3. Feststellung der Mindestpegel für „noch zufriedenstellenden Empfang“

Die Qualität des Rundfunkempfangs im Kfz unterliegt stets der subjektiven Beurteilung des Autoradiohörers. Die Frage nach dem erforderlichen Mindestpegel wird deshalb von jedem Hörer individuell aufgrund seines subjektiven Eindrucks beantwortet werden. Um einen Eindruck vom Mindestpegel für einen „noch zufriedenstellenden Empfang“ zu gewinnen, haben die Mitglieder des VDA-Ausschusses „Tonrundfunkempfang in Kraftwagen“ Versuchsfahrten mit der in den Abschnitten 4.1. und 4.2. beschriebenen Meßanordnung durchgeführt. Zusätzlich wurde das Antennensignal mit Hilfe eines Mono-Autoradios (**Bild 5c**) akustisch bewertet. Jede beurteilende Person hatte die dem Empfänger vorgeschaltete Dämpfung und damit die Signalstärke so zu wählen, daß sich der nach ihrem Bedürfnis „noch zufriedenstellende Empfang“ einstellte.

Der Empfängereingangspegel wurde während der Kreisfahrten statistisch ausgewertet und klassifiziert. Untersuchungen dieser Art wurden einmal in einem un bebauten flachen Gebiet in der Lüneburger Heide und ein anderes Mal in einem Stadtgebiet im Norden Münchens durchgeführt. In beiden Fällen wurde darauf geachtet, daß der Empfang, soweit möglich, frei von mehrwegebedingten modulationsverzerrenden Störungen war. Sechs Versuchspersonen haben an beiden Versuchen teilgenommen. Die Ergebnisse sind in den **Bildern 12** und **13** dargestellt. In **Bild 12** ist der gewünschte 50%-Pegelwert jedes Versuchsteilnehmers durch einen Balken gekennzeichnet. Der von den Testpersonen im flachen Land geforderte mittlere 50%-Pegelwert ergab sich zu 13 dB (μ V) am Empfängereingang. Im mehr verwirrten Feld des Stadtgebiets war der mittlere gewünschte 50%-Pegelwert nennenswert größer und betrug 24 dB (μ V). Im zweiten Fall konnte jedoch die Existenz einer geringfügigen Mehrwegeverzerrung nicht vollkommen ausgeschlossen werden. Bemerkenswert ist, daß die Zuordnung der geforderten Pegelgrößen für das flache Land und das Stadtgebiet zu den einzelnen Per-

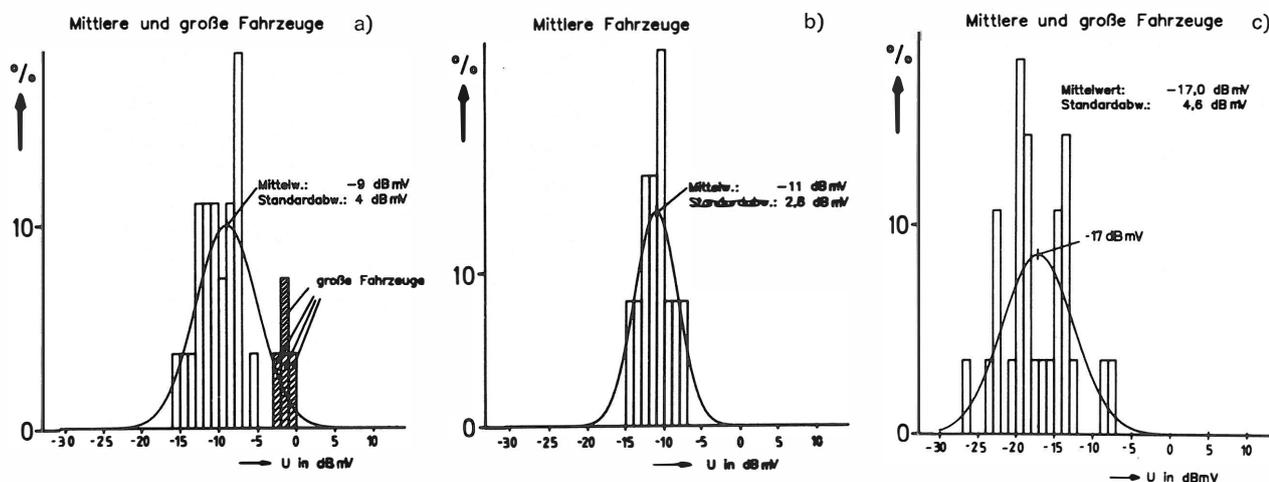


Bild 11

Wahrscheinlichkeitsverteilung der mit verschiedenen mittelgroßen und großen Fahrzeugen bei Kreisfahrten gemessenen Pegel

- a) und b) 50 %-Pegelwerte
- c) 90 %-Pegelwerte

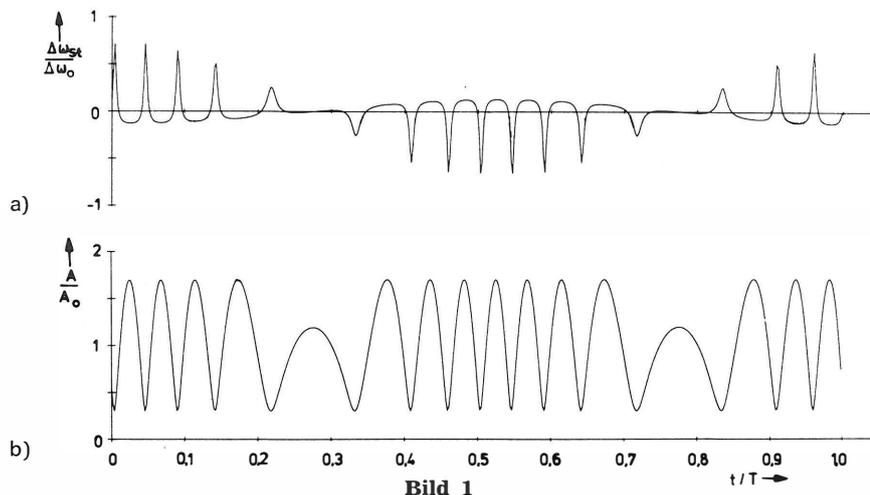


Bild 1
Empfängerereingangssignal beim Zweiwegeempfang
a) relativer Störfrequenzhub
b) relative Amplitude

den Arbeit ein Detektor entwickelt, der Empfangsstörungen des frequenzdemodulierten Signals erkennt und anzeigt. Solche Empfangsstörungen werden z. B. durch Modulationsverzerrungen verursacht, die durch eine Überlagerung von Teilwellen mit großen Laufzeitunterschieden entstehen [2]. Diese Verzerrungen gehen auf Umwegezeiten im Bereich von etwa 1 bis 100 μs zurück, die Umwegen von 300 m bis 30 km entsprechen. Umwege in dieser Größenordnung entsprechen bereits der Periodendauer der NF-Information. Demzufolge sind solche NF-Verzerrungen insbesondere in hügeligen und gebirgigen Gegenden zu erwarten. Jedoch auch in bebauten Gebieten treten modulationsbedingte Verzerrungen aufgrund von Mehrwegeausbreitung auf, sind jedoch bei weitem nicht so häufig. Im folgenden soll nun untersucht werden, inwieweit Empfangsstörungen unter besonderer Berücksichtigung der Modulationsverzerrungen bei Mehrwegeausbreitung durch Antennendiversity reduziert werden können.

2. Modulationsverzerrungen beim Zweiwegeempfang

Um die Entstehung solcher Modulationsverzerrungen darzustellen, ist es zweckmäßig, die Überlagerung zweier Wellen zu betrachten, um damit auch Erkenntnisse zur Entwicklung eines Detektors zu erhalten, der diese Verzerrungen auswerten kann. Stellt a den Quotienten aus der Amplitude der reflektierten und der Amplitude der direkt einfallenden Welle am Empfangsort dar und ist τ die Laufzeit zwischen diesen beiden Signalen, so ergibt sich bei sinusförmigem Nutzsignal die NF-Ausgangsspannung unter Verwendung eines idealen FM-Demodulators nach [3] zu

$$u_{NF}(t) = K_{Mod} \cdot K_{Dem} \left\{ \sin \omega_{NF} t - 2 \cdot \frac{a^2 + a \cdot \cos \gamma(t)}{1 + a^2 + 2a \cdot \cos \gamma(t)} \cdot \sin \frac{\omega_{NF} \tau}{2} \cdot \cos \left[\omega_{NF} \left(t - \frac{\tau}{2} \right) \right] \right\}$$

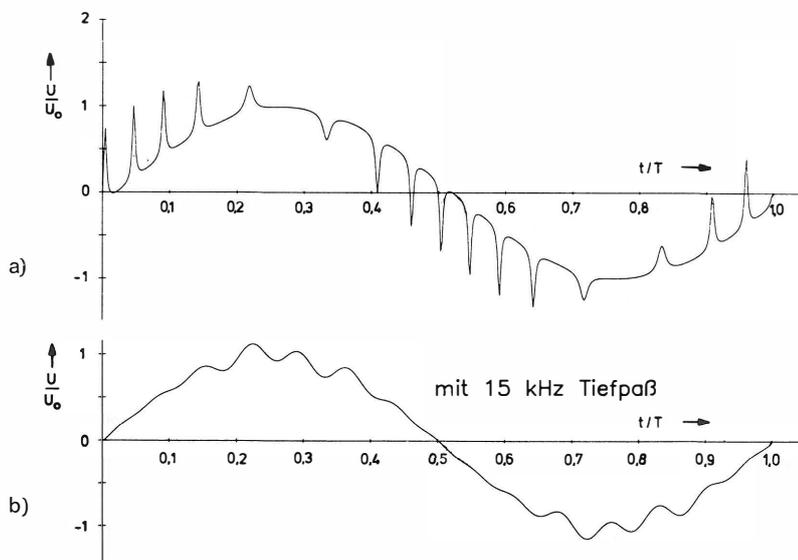


Bild 2
Normiertes NF-Ausgangssignal beim Zweiwegeempfang
a) ohne NF-Tiefpaß
b) mit NF-Tiefpaß mit idealem FM-Demodulator

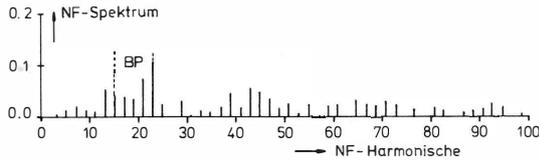


Bild 3

Harmonische des NF-Signals nach Bild 2a mit eingezeichnetem Bandpaß (BP) von 15 bis 23 kHz

mit

$$\gamma(t) = -\omega_T \tau - 2 K_{Mod} \cdot \sin \frac{\omega_{NF} \tau}{2} \cdot \sin \left[\omega_{NF} \left(t - \frac{\tau}{2} \right) \right],$$

wobei K_{Mod} eine Modulator-, K_{Dem} eine Demodulatorkonstante und ω_T die Trägerkreisfrequenz darstellen.

In **Bild 1a** und **1b** sind beispielhaft für $f_{NF} = 1$ kHz, $Hub = 75$ kHz, $\tau = 50 \mu s$ und $a = 0,7$ die am Empfängereingang erscheinende Amplitudenmodulation (**1b**) und der Störhub (**1a**) dargestellt [4]. Im Falle des Zweiwegeempfangs entspricht a dem Amplitudenmodulationsgrad des Empfängereingangssignals. Wird dieses Signal im Empfänger mittels eines idealen FM-Demodulators demoduliert, so erhält man die NF-Ausgangsspannung nach **Bild 2a**. Hier kann man deutlich die Korrelation zwischen Störhub nach **Bild 1a** und den Störspitzen des NF-Signals feststellen. Durchläuft nun dieses NF-Signal einen 15-kHz-Tiefpaß mit steiler Flanke, so erhält man einen Signalverlauf nach **Bild 2b**. Der Klirrfaktor dieses Signals beträgt 7,6 %. Sowohl die Amplitudenmodulation des Empfängersignals als auch die Verzerrungen im frequenzdemodulierten Signal können zur Erkennung von Mehrwegeempfang herangezogen werden. Von einem Detektor für Antennendiversity ist demnach zu fordern, daß er Empfangsstörungen auch bei der Aussendung von Rundfunkprogrammen mit sich ständig ändernden NF-Signalen, sowohl bei Monoempfang als auch bei Stereoempfang, erkennen kann.

3. Empfangsstörungsdetektoren

Da Mehrwegeempfang immer mit einer Amplitudenmodulation des HF-Trägers verbunden ist, liegt es zunächst nahe, diese Pegeländerung vor der Begrenzung im Empfänger mittels einer einfachen Gleichrichterschaltung zu detektieren. Da jedoch der Feldstärkepegel einer Rayleighverteilung unterliegt, ist die Amplitude des empfangenen Signals insbesondere im bewegten Fahrzeug starken Schwankungen unterworfen, die aber bei kleinen Verzögerungszeiten wegen der Amplitudenbegrenzung im

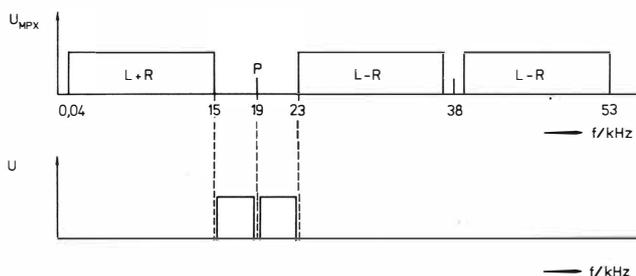


Bild 4

Signal-Frequenzlücken im MPX-Band

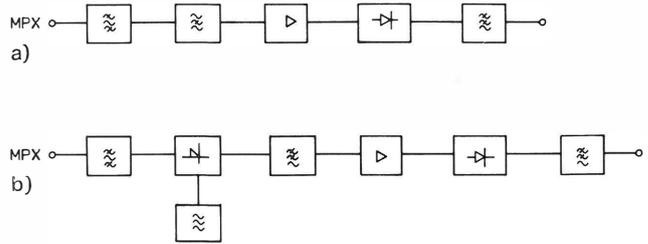


Bild 5

Empfangsstörungsdetektoren

Empfänger zu keinerlei Empfangsstörungen führen würden. Andererseits führen überlagerte Wellen mit großen Laufzeitunterschieden nach **Bild 1b** ebenfalls zu starken zeitlichen Amplitudenschwankungen. Dieses Signal würde nach der FM-Demodulation zu den beschriebenen Verzerrungen führen.

Ein solcher Detektor hat also die Aufgabe, zwischen einer Amplitudenmodulation, die nach der FM-Demodulation zu Empfangsstörungen führt und einer solchen, die nicht zu Empfangsstörungen führt, zu unterscheiden. Diese Unterscheidung ist mit hoher Detektionssicherheit kaum möglich. Es wurde deshalb ein Empfangsstörungsdetektor entwickelt, der sich die Tatsache zunutze macht, daß im ungestörten Empfangsfall im Frequenzbereich von 15 bis 23 kHz mit Ausnahme der Pilotfrequenz von 19 kHz keine Signale im MPX-Band vorkommen. Bei Mehrwegeausbreitung wird jedoch dieser Bereich (**Bild 4**) durch die Energie der verzerrten Signale aufgefüllt, wie **Bild 3** durch Darstellung der n Harmonischen des NF-Signals nach **Bild 2a** zeigt. Die in das vorgegebene Band fallende Energie kann mit Hilfe der in **Bild 5** aufgezeigten Verfahren ausgewertet werden.

In **Bild 5a** werden die Signale des oben genannten Frequenzbereichs mittels eines Bandpasses mit sehr steilen Flanken und einer nachgeschalteten Bandsperrschaltung hoher Güte für den Pilotton ausgefiltert, verstärkt, gleichgerichtet und über einen Tiefpaß zur Anzeige gebracht. Nach dem in **Bild 5b** dargestellten Verfahren durchläuft das MPX-Signal hierbei zunächst einen Bandpaß geringer Flankensteilheit mit einem Durchlaßbereich von 15 bis 23 kHz, um die nachfolgende Mischstufe zu schützen. Dort wird das gefilterte Signal mit Hilfe eines frei schwingenden Oszillators, der die Pilotfrequenz besitzen sollte, oder mit Hilfe eines Oszillators, der über eine vergleichsweise träge Regelschleife mit dem Pilotton im MPX-Signal synchronisiert ist, umgesetzt. Das Ausgangssignal des Mischers wird dann über einen Tiefpaß einer Gleichrichterschaltung zugeführt und ausgewertet. Mit diesem Detektionsverfahren können

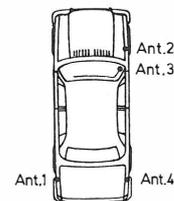


Bild 6

Antennen am Meßfahrzeug

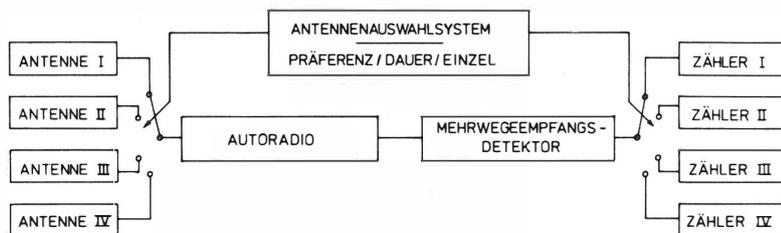


Bild 7

Meßeinrichtung zur Ermittlung der Empfangsverbesserung mittels Antennendiversity

nicht nur mehrwegebedingte Modulationsverzerrungen ermittelt werden, sondern auch Pegelbrüche, die sich durch ein Aufrauschen bemerkbar machen, oder auch andere Störursachen, wie z. B. Zündfunkenimpulse.

4. Meßverfahren zur Ermittlung der Empfangsverbesserung mittels Antennendiversity

An einem Personenkraftfahrzeug wurden 4 verschiedene Antennen installiert (**Bild 6**). In Fahrtrichtung links hinten befand sich am Kotflügel eine serienmäßige passive Stabantenne mit 90 cm Länge (Ant. 1). Am rechten hinteren Kotflügel wurde eine 40 cm lange aktive Stabantenne montiert (Ant. 4). Eine solche Antenne wurde auch am vorderen rechten Kotflügel (Ant. 2) angebracht. Als dritte Antenne wurde eine aktive Windschutzscheibenantenne mit L-förmiger Drahtstruktur verwendet. Die Verstärkung aller aktiver Antennen wurde im gesamten UKW-Bereich mit einem Antennenvergleichsgerät so eingestellt, daß der Empfangspegel um nicht mehr als ± 2 dB gegenüber der passiven Standardstabantenne abwich.

Das Blockschaltbild in **Bild 7** zeigt das Meßverfahren. Das Autoradio mit nachgeschaltetem Detektor für Empfangsstörungen wird über einen elektronischen Wahlschalter an eine der Antennen I bis IV angeschlossen. Simultan wird die im Detektor angezeigte Störung mit einem weiteren Schalter den entsprechenden Störzählern I bis IV zugeführt und gezählt. Mit dem Antennenauswahlsystem, das die beiden Schalter steuert, können verschiedene Arten von Messungen durchgeführt werden:

- Jede Antenne kann stationär auf den Empfänger geschaltet werden und deren Empfangsstörungen können angezeigt werden.
- Die beiden Schalter werden synchron durch einen einstellbaren Takt gesteuert, so daß alle Antennen sequentiell zum Empfänger durchgeschaltet werden, so daß am Ende einer Meßfahrt die Empfangsstörungen aller Antennen angezeigt werden.
- Eine Antenne kann als Hauptantenne gewählt werden, die anderen werden dann zu Hilfsantennen. Diese Hauptantenne bleibt so lange zum Empfänger durchgeschaltet, bis eine Empfangsstörung

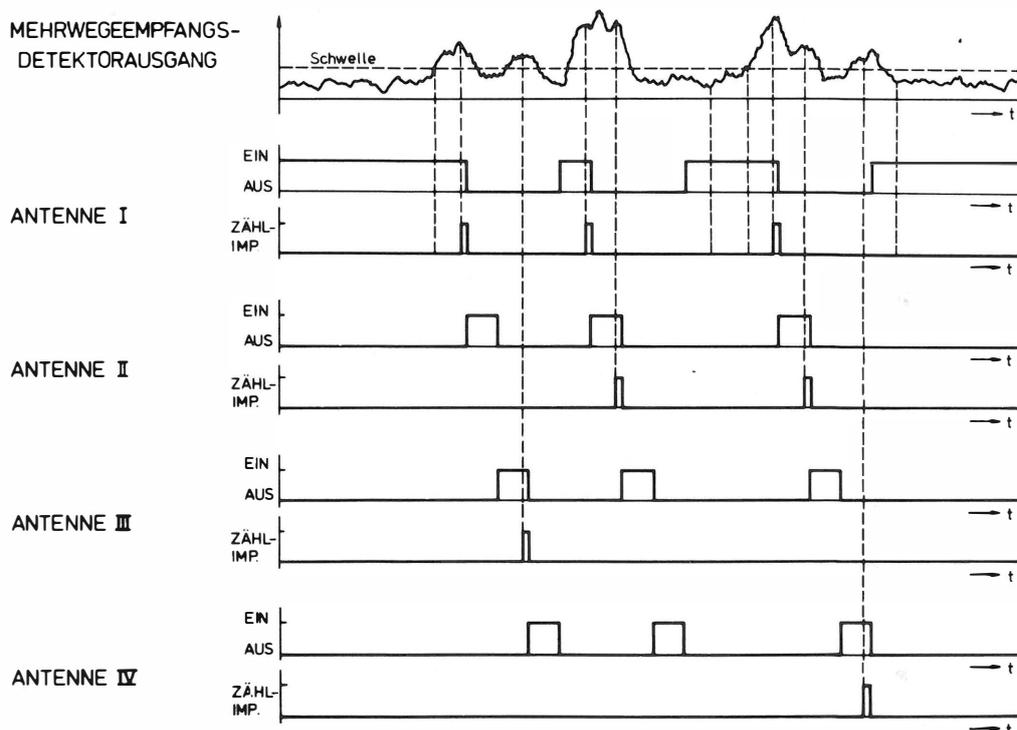


Bild 8

Meßverfahren mit einer Hauptantenne I und den Hilfsantennen II bis IV

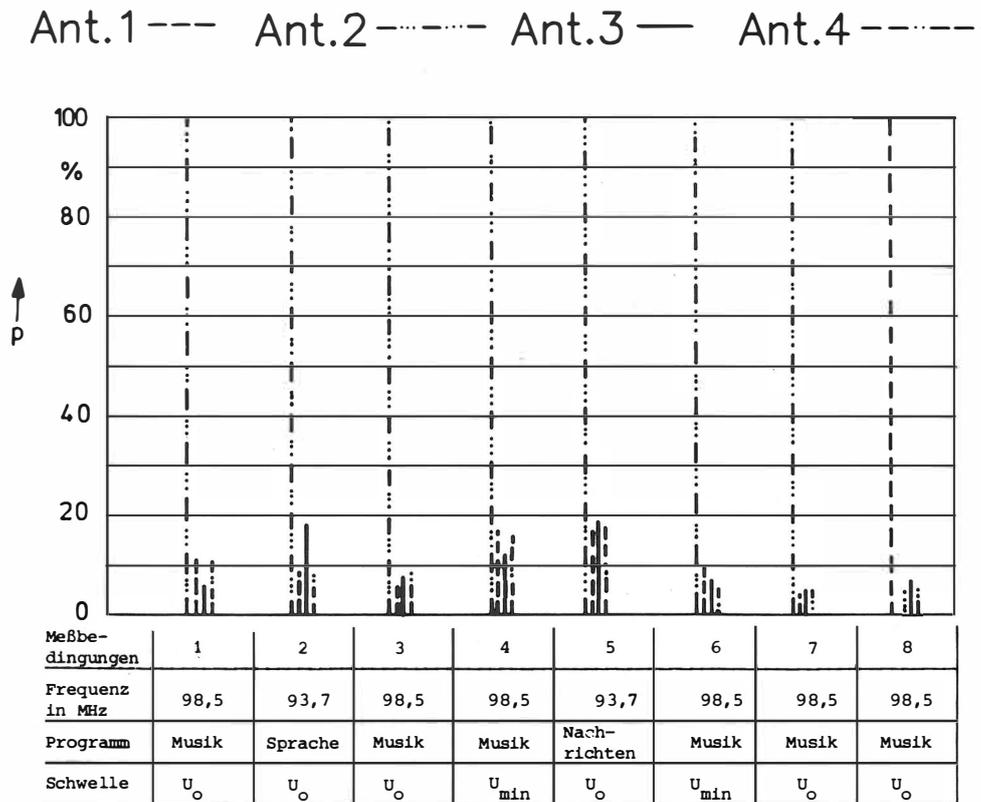


Bild 9

Anzahl der gemessenen Empfangsstörungen auf den Hilfsantennen als Folge einer Störung auf der Hauptantenne in bebauten Gebieten unter verschiedenen Meßbedingungen

detektiert wird (Bild 8). Dann werden die Hilfsantennen der Reihe nach auf das Vorliegen von Empfangsstörungen untersucht und bei einer Störung die entsprechenden Zähler um eins weitergeschaltet. Dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis die Hauptantenne wieder störungsfrei ist. Diese bleibt dann wieder so lange zum Empfänger durchgeschaltet, bis erneut eine Störung auftritt.

Die Häufigkeit der angezeigten Störungen ist abhängig von einem Schwellwert, der im Detektor eingestellt werden kann. Um diesen Schwellwert festzustellen, wurde eine Teststrecke von mehreren Personen mit der Meßeinrichtung durchfahren. Dabei mußten von jeder Person 3 Schwellwerte ermittelt werden, derart, daß bei minimalem Schwellwert U_{min} bereits geringste Empfangsstörungen von dem Detektor angezeigt wurden, bei einem mittleren Schwellwert U_0 sollten kleine Störungen zugelassen sein und schließlich durften bei einem maximalen Schwellwert U_{max} die Empfangsstörungen deutlich erkennbar sein. Die von den Testpersonen ermittelten Schwellwerte zeigten eine brauchbare Übereinstimmung.

Für die Untersuchungen in bebautem Gebiet wurden mehrere etwa 1 km lange Versuchsstrecken im Bereich Münchens ausgewählt. Wie weiter unten gezeigt wird, sind die unterschiedlichen Antennen bezüglich der auftretenden Empfangsstörungen gleichwertig. Deshalb konnte jede der Antennen als Hauptantenne eingesetzt werden. Die Empfangsverbesserung

mittels Antennendiversity zeigt Bild 9 bei verschiedenen Meßbedingungen. Als Hauptantenne wurde für die in Bild 9 angegebenen Meßbedingungen 1 bis 7 Antenne 2 gewählt. Der mittlere Empfangspegel betrug etwa 45 dB (μV). In der Reihenfolge der Antennendurchschaltung war Antenne 1 die zweite, die aktive Windschutzscheibenantenne 3 die dritte und schließlich Antenne 4 die letzte.

In Bild 9 ist der Zählerstand der mit der Hauptantenne auf einer Meßfahrt gezählten Störungen mit 100 % angegeben. Der Zählerstand jeder Hilfsantenne betrug maximal 20 %. Dies heißt, daß auf der vorgegebenen Meßstrecke durch Kombination der Hauptantenne mit einer beliebigen der Hilfsantennen zu einem Diversitysystem die Störungen auf weniger als 20 % reduziert werden können, so daß ein Verbesserungsfaktor von mehr als $1/0,2 = 5$ erreicht werden kann. Interessant ist ferner, daß alle 3 Hilfsantennen im Mittel gleich häufig gestört sind, so daß unter diesen Gesichtspunkten der Montageort und die Ausführungsform von untergeordneter Bedeutung sind. Messungen auf anderen Frequenzen bestätigen dieses Ergebnis. Ferner muß festgehalten werden, daß Sprachübertragungen im Vergleich zu Musiksendungen durch S- und Zischlaute stärker gestört werden, was sich insgesamt in einer größeren Störhäufigkeit niederschlägt (Bild 9). Selbstverständlich ist die Messung von der Reihenfolge der angeschalteten Antennen unabhängig. Dies geht aus den unter den Meßbedingungen 7 und 8 gefundenen Ergebnissen in Bild 9 hervor.

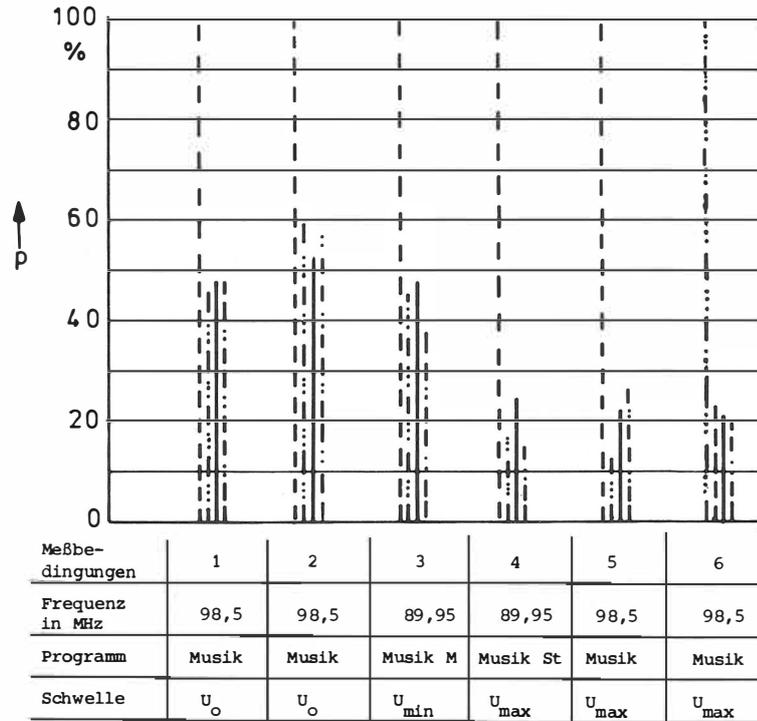


Bild 10

Anzahl der gemessenen Empfangsstörungen auf den Hilfsantennen als Folge einer Störung auf der Hauptantenne in gebirgigen Gegenden unter verschiedenen Meßbedingungen

Weitere Messungen wurden in gebirgigen Gegenden vorgenommen. Verschiedene Meßorte wurden hierzu auf der Strecke Bad Tölz – Lenggries aufgesucht. Bei gleicher Ansprechschwelle erhält man dort eine um mehr als das Zehnfache größere Störhäufigkeit bei gleicher Meßzeit. **Bild 10** zeigt eine typische gemittelte relative Störhäufigkeitsverteilung der Antennen unter verschiedenen Meßbedingungen bei mitt-

leren Empfangspegeln von 30 dB (μV) an den verschiedenen Meßorten in gebirgigen Gegenden.

Da nahezu permanent eine Empfangsstörung auf der Hauptantenne vorlag, war auch die mit Diversity erzielbare Empfangsverbesserung gering. Aus den Messungen unter den Meßbedingungen 1 bis 3 bei minimaler und mittlerer Ansprechschwelle geht hervor, daß die Störungen durch Einsatz von Diversity demnach nur um etwa 50 % abnehmen, so daß sich ein Verbesserungsfaktor von nur 2 ergibt. Reduziert man jedoch die Anforderungen bezüglich Empfangsqualität, so ergeben sich wieder günstigere Werte hinsichtlich der Effizienz von Antennendiversity. In diesem Fall ergeben sich die unter den Meßbedingungen 4 bis 6 gefundenen Störhäufigkeitsverteilungen. Auch hier führt das Vertauschen von Haupt- und Hilfsantennen zu gleichen Resultaten (siehe Meßbedingungen 5 und 6). In **Bild 11** ist für jede der Antennen die auf verschiedenen Meßplätzen gefundene Anzahl der Störungen bezogen auf die mit der passiven Stabantenne gefundenen Störungen aufgetragen. Es wird die bereits gemachte Aussage bezüglich der Gleichwertigkeit aller verwendeten Antennen hinsichtlich ihrer Empfangsstörungen bestätigt.

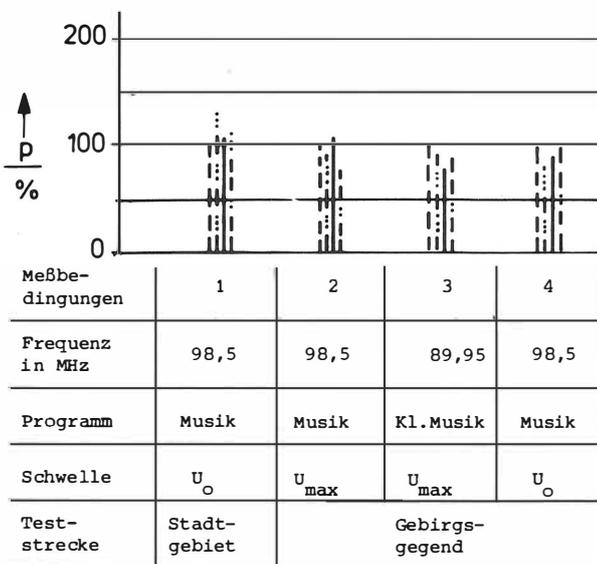


Bild 11

Anzahl der gemessenen Empfangsstörungen aller Antennen bezogen auf die passive Stabantenne unter verschiedenen Meßbedingungen

5. Antennendiversity mit 2 Empfängern

Um die Empfangsverbesserungsmöglichkeit mittels Antennendiversity im praktischen Einsatz zu erproben, wurde eine Antennendiversityanlage mit 2 Empfängern aufgebaut. Als Empfangsantennen fanden eine 40 cm lange aktive Stabantenne im Heck und eine aktive Windschutzscheibenantenne mit L-förmiger Drahtstruktur Verwendung. Der Empfangs-

störungsdetektor mußte dabei die Störung schnell erkennen und im Vergleich der frequenzmodulierten Signale beider Empfänger das weniger stark gestörte NF-Signal zum Lautsprecher durchschalten, damit die Störung nicht wahrgenommen wird. Mit dem realisierten 2-Empfänger-Diversitygerät konnte die Empfangsverbesserung subjektiv im Rahmen der in Abschnitt 4. aufgezeigten Möglichkeiten bestätigt werden.

SCHRIFTTUM

- [1] T s c h i m p k e, L.: Raumdiversity beim mobilen Empfang von Meterwellen in bebauten Gebieten. Dissertation. Hochschule der Bundeswehr München, 1980/81.
- [2] K ü p f m ü l l e r, K.: Die Systemtheorie der elektrischen Nachrichtenübertragung. S. Hirzel Verlag, Stuttgart 1974.
- [3] M e i n k e, H. H.; G u n d l a c h, F. W.: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik. Springer Verlag, Berlin — Heidelberg — New York 1968.
- [4] M a n n e r, E.: Analyse des Mehrwegeempfangs bei Ultrakurzwellen. Diplomarbeit. Institut für Hochfrequenztechnik der Hochschule der Bundeswehr München, 1982.

DIE 7. TAGUNG DER UER-UNTERARBEITSGRUPPE R3 (SATELLITENRUNDKUNFT)

LISSABON, 18. BIS 20. OKTOBER 1983

Auf Einladung des Portugiesischen Rundfunks RTP (Radiotelevisão Portuguesa) traf sich die UER-Unterarbeitsgruppe R3 zu ihrer 7. Tagung vom 18. bis 20. Oktober 1983 in Lissabon. Die insgesamt 25 Teilnehmer tagten unter Vorsitz von G. J. Phillips (BBC) in dem historischen Palazzo Foz. Neben verschiedenen europäischen Rundfunkanstalten und den Fernmeldeverwaltungen von Holland und der Bundesrepublik Deutschland nahmen auch je ein Vertreter der ESA sowie des japanischen (NHK), kanadischen (SRC/CBC) und US-amerikanischen (CBS) Rundfunks teil.

Die Schwerpunkte der Veranstaltung lagen bei

- abschließenden Arbeiten am UER-Fernsehstandard C-MAC/Paket für direkt empfangbare Rundfunksatelliten,
- der Beobachtung der Entwicklung von nationalen und übernationalen Rundfunk- und Verteilsatellitenprojekten,
- UER-Aktivitäten im Hinblick auf die weltweite Funkverwaltungs-konferenz zur Planung des geostationären Orbits (WARC-ORB).

Die Tagung wurde abgeschlossen durch ein Seminar über Satellitenfernsehen, das unter der Leitung des Vorsitzenden der Technischen Kommission der UER, C. Terzani, stand.

1. Aktivitäten im Zusammenhang mit der Normfestlegung C-MAC/Paket

Dieser Normvorschlag der UER wurde (nach der erfolgreichen Vorführung des Verfahrens Ende Mai in Genf) Mitte Juli 1983 vom Verwaltungsrat und der Vollversammlung der UER, also den höchsten Entscheidungsgremien, jeweils einstimmig angenommen und anschließend dem CCIR zugeleitet. Gewisse Feinarbeiten am Rande waren jedoch noch zu leisten. So wurde die Unterarbeitsgruppe R3 gebeten, die Anforderungen bezüglich Randaussendung und Übertragungscharakteristik von Erdfunkstelle und Satellit zu definieren. Diese Fragen konnten auf der Basis der von der Unterarbeitsgruppe V4 vorgelegten Systemspezifikationen sowie der in Kingswood Warren im Januar 1983 erzielten Ergebnisse hinsichtlich der Störwirkung von C-MAC/Paket-Signalen beantwortet werden. Die daraus resultierenden Toleranzmasken sind inzwischen in die C-MAC/Paket-Spezifikation eingearbeitet worden.

2. Die verschiedenen Satellitenprojekte

Die Gruppe informierte sich an Hand schriftlicher und mündlicher Beiträge über den Fortgang der jeweiligen nationalen und übernationalen Projekte.

2.1. Direkt empfangbare nationale Satellitenprojekte (11,7 bis 12,5 GHz)

Weder in Frankreich noch in der Bundesrepublik Deutschland ist bisher eine Entscheidung zugunsten eines operationellen Systems gefallen, d. h. vorläufig sind keine Nachfolger von TDF1 bzw. TVSAT in Sicht. Ebensovienig liegt für ein operationelles System eine Entscheidung hinsichtlich des Übertragungsverfahrens vor. Zwar haben sich die Rundfunkanstalten und das Europaparlament einheitlich für C-MAC/Paket als europäischen

DBS-Standard ausgesprochen, letztendlich hängt die Einführung dieses Verfahrens jedoch von der Zustimmung der nationalen Regierungen ab. Großbritannien ist bisher das einzige Land, dessen Regierung sich zur Benutzung von C-MAC/Paket verpflichtet hat. Der Start von UNISAT ist für Ende 1986 vorgesehen. (Anmerkung: Durch mögliche Finanzierungsprobleme scheint dieser Termin inzwischen gefährdet.)

In Skandinavien ist das Tele-X-Projekt weit fortgeschritten. An Bord des von TVSAT/TDF1 abgeleiteten Satelliten befinden sich u. a. drei DBS-Transponder für skandinavienweite Versorgung. Mit dem Start ist noch 1986 zu rechnen.

Japan startete bereits im Januar 1984 seinen BSE-2. Er dient vor allem zur Restversorgung, da in Japan weite Teile des Landes nicht ausreichend mit terrestrischen Programmen erreicht werden. Wegen des frühen Startzeitpunktes konnte Japan die europäische Normentwicklung nicht mehr abwarten. Die Bildcodierung erfolgt deshalb noch in NTSC, Fernsehtöne und Daten werden hingegen auf einem digital modulierten Unterträger übertragen.

In den USA setzte nach der Regionalen Funkverwaltungs-konferenz RARC-SAT-R2 im Juni 1983, die allein den Vereinigten Staaten rund 220 DBS-Kanäle zugeteilt hat, eine stürmische Nachfrage von potentiellen Satellitenbetreibern und Programmanbietern ein. Acht US-Firmen erhielten bereits Baugenehmigungen seitens der amerikanischen Frequenzbehörde FCC. Die COMSAT-Tochter STC hat ihr 700-Millionen-Dollar-Projekt zur Versorgung von Kontinent und US-Inseln mit Pay-TV schon in Angriff genommen. In den USA ist meist komponentencodierte Übertragung mit Digitalton in der Austastlücke (also B- oder C-MAC) vorgesehen. Hier spielt die Entscheidung in Europa noch eine gewisse Rolle bei der endgültigen Wahl des Verfahrens.

2.2. Sonderfall L-SAT

Olympus (so der neue Name von L-SAT) ist ein Projekt der ESA. Mit seinem Start ist um die Jahreswende 1986/87 zu rechnen. Von den DBS-Transpondern ist einer (Kanal 24) fest auf Italien ausgerichtet. Die Strahlungskeule des zweiten Transponders (wahlweise Kanal 20 oder 28) kann jedoch über ganz Europa geschwenkt werden. Dieser Transponder wird der UER mindestens 3 Jahre lang zur Verfügung stehen, die damit im Rahmen eines experimentellen Europaprogramms auch Rundfunkanstalten ohne nationale TV-Satelliten am Satellitenfernsehen teilhaben lassen kann. Da ein schwenkbarer „Beam“ aber nicht den Bestimmungen der WARC-BS 1977 entspricht, muß die UER für die Zeit nach Olympus andere Lösungen finden. Die UER baut hier ebenfalls auf C-MAC/Paket, das auch bei geringen Empfangsfeldstärken noch eine gute Bild- und Tonqualität liefert. R3 erarbeitet zur Zeit Pläne, um mit einer geringen Anzahl von nationalen, also WARC-konformen Übertragungskanälen eine möglichst europaweite Bedeckung zu erreichen.

2.3. Fernmeldesatelliten im 11- und 12-GHz-Bereich

Diese Satelliten senden in den an das DBS-Band angrenzenden Frequenzbereichen 10,95 bis 11,7 GHz und 12,5 bis 12,75 GHz. Sie werden heute häufig für Fernseherteilzwecke eingesetzt (z. B. ECS) oder gar speziell für die-

sen Zweck entwickelt (z. B. der deutsche Fernmeldesatellit DFS, der in diesem Frequenzbereich 10 TV-Transponder mit relativ geringer Leistung an Bord haben wird).

Einige UER-Mitglieder möchten gern das mit OTS durchgeführte europäische Versuchsprogramm EURIKON fortsetzen, bevor dann Olympus zur Verfügung stehen wird. Die holländische Anstalt NOS hat bereits zugesagt, dafür ihren ECS-1-Transponder im Spotbeam West zur Verfügung zu stellen. Das Programm könnte so bereits jetzt in bestehende europäische Kabelnetze eingespeist werden.

3. Vorbereitung der WARC-ORB

Die weltweite Funkverwaltungs-konferenz zur Planung des geostationären Orbits und seiner Dienste ist mit zwei Sitzungsperioden in den Jahren 1985 und 1988 vorgesehen. Zur Vorbereitung der Konferenz hält der CCIR im Sommer 1984 ein spezielles „Conference Preparatory Meeting“ (CPM) ab. Soweit die UER betroffen ist, lasten die Vorarbeiten vor allem auf der Spezialistengruppe R3/PLAN.

3.1. Satellitenhörrundfunk bei 1 GHz

Die UER versucht, u. a. unterstützt durch die ESA, eine Frequenzzuweisung für diesen Dienst im Bereich 500 bis 2000 MHz zu erreichen. Damit könnte vor allem mobiler Empfang (im Kraftfahrzeug oder mit tragbaren Geräten) realisiert werden. Für ein Hörfunkprogramm werden bei Verwendung von Frequenzmodulation europaweit etwa 9 MHz Bandbreite benötigt (Planung mit nationalen Versorgungsgebieten). Im genannten Frequenzbereich sind bereits viele verschiedene Dienste angesiedelt. Eine gleichzeitige Benutzung durch diese Dienste und den Satellitenhörfunk ist wegen der gegenseitigen Störungen praktisch ausgeschlossen. Nach Entschließung 505 der WARC 79 können technische Versuchsendungen z. B. im Frequenzbereich 1429 bis 1525 MHz durchgeführt werden. Ob es zu einer Zuweisung kommt, hängt vermutlich davon ab, inwieweit es den Rundfunkanstalten gelingt, ihre nationalen Fernmeldeverwaltungen von der Notwendigkeit und den Vorteilen dieses neuen Hörrundfunkdienstes zu überzeugen.

3.2. Planung der Aufwärtsstrecken für Rundfunksatelliten

Die Unterarbeitsgruppe R3 geht davon aus, daß die Planung für die Aufwärtsverbindungen so erfolgen muß, daß der Rauschbeitrag der Aufwärtsstrecke zu 99 % der Zeit (im ungünstigsten Monat) für den Zuschauer nicht bemerkbar ist. Strahlungsleistungen der Erdefunkstellen von etwa 80 dB (W) EIRP sind vorgesehen. Fraglich ist, ob man weiterhin mit 40 dB Gleichkanal- und 24 dB Nachbarkanalschutzabständen planen kann. (Das sind jeweils 10 dB mehr als für die Abwärtsstrecke.) Eine gewisse Reduktion des Maximalwertes für den Nachbarkanalschutzabstand ist im Interesse eines ausgeglichenen Plans sicherlich notwendig (und auch vertretbar). Die UER (R3/PLAN) wird zu diesen Fragen ein Technisches

Dokument erstellen, das bis zur ersten Sitzungsperiode 1985 vorliegen soll.

3.3. Hochauflösendes Fernsehen (HDTV) bei 22 GHz

Im Gegensatz zu den Funkregionen 2 und 3 besteht in der Region 1 im Bereich 22,5 bis 23 GHz keine Zuweisung für den Satellitenrundfunk. Die Nutzung der zugewiesenen Frequenzen im 40-GHz- und 80-GHz-Bereich scheint, wie Studien von R3 zeigen, nicht vor Ende dieses Jahrhunderts technisch realisierbar zu sein. Die UER sieht deshalb in einer Zuweisung des Bereiches 22,5 bis 23 GHz für den Satellitenrundfunk in Region 1 die einzige Chance, für künftige HDTV-Programme Sendefrequenzen verfügbar zu machen. Ob dieses Ziel bei der WARC-ORB zu erreichen sein wird, ist mehr als fraglich, da dieses Problem nicht auf der Tagesordnung steht.

Anmerkung:

CBS wird in den USA HDTV im 12-GHz-Bereich einführen. Geplant ist ein mit 525 Zeilen kompatibles Verfahren. In einem Kanal soll ein „normales“ MAC-Signal, in einem weiteren Kanal die für ein HDTV-Bild fehlende Information übertragen werden (d. h. der Empfänger benötigt zwei Tuner).

4. Verschiedenes

Auf ihrer Tagung beschäftigte sich die Unterarbeitsgruppe noch mit einer Reihe weiterer Fragen, meist rein technischer Natur. Dazu gehörten Übertragungsparameter für 12-GHz-Systeme wie Randaussendungen und Störstrahlungen sowie Signalverschlechterungen durch AM/PM-Konversion in der Wanderfeldröhre (dazu entstand in Zusammenarbeit mit der ESA ein Beitrag zum CCIR-Bericht 952 MOD. I). Ein gesonderter Tagesordnungspunkt befaßte sich mit Mondeklipsen, d. h. Abschattung eines Satelliten vom Sonnenlicht durch unseren Erdtrabanten. Die von der TDF in einem Kalender bis zum Jahre 2000 zusammengestellten Daten (Zeitpunkt, Dauer, Abschattungsgrad) sollen dem CCIR-Bericht 808 angegliedert werden.

Die zweite, von R3 ins Leben gerufene Spezialistengruppe (R3/TEST) hat wegen der laufenden Systemspezifikation für C-MAC/Paket (es handelt sich hier ja meist um dieselben Personen) wenig Fortschritte gemacht. Eine kleine Ad-hoc-Gruppe hat jedoch unter Leitung des Berichterstatters die Spezifikationen für eine Meß- und Beobachtungsstation für Rundfunk- und Verteilsatelliten erarbeitet, die die UER auf dem Gelände der bestehenden Anlage für Lang- und Mittelwellenmessungen in Jurbise/Belgien errichten will.

Dem Beispiel anderer Unterarbeitsgruppen folgend, wählte R3 erstmals einen stellvertretenden Vorsitzenden: Der Berichterstatter wurde mit dieser Aufgabe betraut. Die nächste R3-Tagung wird Ende 1984 stattfinden, der Tagungsort steht allerdings noch nicht fest.

Christoph Dosch
Institut für Rundfunktechnik, München

DIE 9. TAGUNG DER UER-UNTERARBEITSGRUPPE R1 (TERRESTRISCHER HÖRRUNDFUNK)

WINCHESTER, 5. BIS 9. DEZEMBER 1983

Die 9. Tagung der UER-Unterarbeitsgruppe (UAG) R1 fand auf Einladung der IBA vom 5. bis 9. Dezember 1983 in Crawley/Winchester statt. An dieser Tagung nahmen 21 Fachleute aus 12 Ländern teil. Den Vorsitz führte wie bei allen bisherigen Tagungen E. Schwarz von der Schweizerischen PTT. Bedingt durch die bevorstehende weltweite Kurzwellenkonferenz (1. Teil vom 10. 1. bis 10. 2. 1984) und die regionale UKW-Konferenz (2. Teil vom 29. 10. bis 8. 12. 1984) bildeten die damit verbundenen Probleme zwei Hauptthemen dieser Tagung. Ein weiteres wichtiges Thema war die Übertragung von Zusatzinformationen im UKW-Hörrundfunk.

1. KW-Planungskonferenz

Die Spezialistengruppe R1/HF hatte die technischen Grundlagen für die Konferenz erarbeitet. Diese sind im Dokument SPB 203 niedergelegt und wurden von der IWP 10/5 des CCIR weitgehend unverändert übernommen. Nach nochmaliger Überarbeitung auf der CCIR-Interimstagung der Studienkommission 10 wurden die Ergebnisse jetzt als „Pink“-Dokument für die bevorstehende Kurzwellenkonferenz herausgegeben. Obwohl damit die Vorbereitungsarbeit als abgeschlossen angesehen werden darf, gab der Vorsitzende der UAG nochmals allen Mitgliedern Gelegenheit, die noch offenen Fragen und Probleme zu diskutieren. Die wichtigsten Probleme sollen nachfolgend kurz angedeutet werden.

1.1. Planungsverfahren

Zur Durchführung der Planung wurden 7 Verfahren vorgeschlagen. Es steht jedoch bis heute noch nicht fest, welchem der 7 Verfahren auf der Konferenz der Vorzug gegeben wird. Immerhin scheint sich aber für zwei Verfahren ein stärkeres allgemeines Interesse abzuzeichnen (Verfahren Nr. 4 und 5 im Pink-Dokument).

1.2. Zuverlässigkeit eines Dienstes

Wegen der zeitlich variierenden Ausbreitungsbedingungen können die Zielgebiete nur zeitweise versorgt werden. Für Vollversorgung sind daher meist mehrere Frequenzen aus unterschiedlichen Bändern erforderlich. Die Zuverlässigkeit eines Dienstes läßt sich daher nicht immer an der Zahl der zugeteilten Frequenzen abschätzen, da unter Umständen weitere Frequenzuteilungen keine wesentliche Verbesserung für ein bestimmtes Zielgebiet ergeben oder ein Zielgebiet mit den zugeteilten Frequenzen gar nicht erreicht wird. Welches Kriterium hier auch gewählt werden wird, eine „gerechte“ Verteilung der Frequenzen ist kaum durchführbar.

1.3. Eingangsempfindlichkeit von KW-Empfängern

Darunter wird derjenige Feldstärkewert verstanden, der am Empfangsort einen Signal/Rauschabstand von 26 dB liefert. Liegt dieser Wert sehr hoch, so ist entweder eine entsprechend hohe Sendeleistung erforderlich, oder aber ein Zielgebiet ist nicht ausreichend zu versorgen, wenn die Sendeleistung begrenzt ist. Während der Interimstagung der CCIR-Studienkommission 10 wurde die Eingangsempfindlichkeit mit 46 dB ($\mu\text{V}/\text{m}$) festgelegt. Dieser Wert stellt einen Kompromiß dar, der aus Empfängermessungen resultiert, die von russischer und japanischer Seite vorgelegt wurden. Während die japanischen Empfänger Eingangsempfindlichkeiten von weniger als 40 dB ($\mu\text{V}/\text{m}$) aufwiesen, waren die russischen mit

mehr als 50 dB ($\mu\text{V}/\text{m}$) sehr unempfindlich. Die UAG schlug, vor, von 34 dB ($\mu\text{V}/\text{m}$) als charakteristischem Wert auszugehen.

1.4. Vorsätzliche Störungen (Jamming)

Bestimmte Frequenzbereiche sind derzeit absichtlich mit Störsendern belegt, wobei vielfach ein einzelner Träger PSK-moduliert wird und dadurch ein sehr breites Spektrum belegt. Dieses „Jamming“ ist gemäß einem Abkommen aus den dreißiger Jahren sogar zulässig. Ob sich hier eine vernünftige Übereinkunft erzielen läßt, ist sehr zweifelhaft. Die UAG war jedoch der Auffassung, das Thema „Jamming“ vom 1. Teil der Konferenz auszuklammern, um bei der Festlegung der technischen Parameter eine Konfrontation zu vermeiden.

1.5. Einführung der SSB-Technik

Wenn auch, wie auf der WARC 79 beschlossen, die Kurzwellenplanungskonferenz nur auf der Basis von Zweiseitenbandsendungen durchgeführt werden soll, so wird doch eine spätere Einführung der SSB-Technik von Anfang an mit berücksichtigt werden müssen. Aus Gründen der Kompatibilität mit existierenden Empfängern kann während der Übergangsphase der Träger nur um 6 dB reduziert werden. Will man keine Einschränkung der Versorgung hinnehmen, so muß die Sendeleistung während der Übergangsphase erhöht werden. Hinzu kommt noch, daß SSB-Sender wegen der höheren Linearitätsanforderungen einen deutlich schlechteren Wirkungsgrad als Zweiseitenbandsender besitzen. Bezieht man PDM-Sender mit DAM-Steuerung noch in die Überlegungen mit ein, so werden die Unterschiede in der Leistungsaufnahme noch krasser. Erst nach der Übergangsperiode werden die Leistungsverhältnisse günstiger. Ob dies für den Rundfunk neben der größeren Verfügbarkeit von Frequenzen eine Motivation darstellen könnte, zu SSB-Sendungen überzugehen, wurde in der UAG R1 bezweifelt.

Obwohl die Aufgabe der Spezialistengruppe R1/HF als erfüllt anzusehen ist, wurde sie noch nicht aufgelöst, da erwartet wird, daß nach dem 1. Teil der KW-Planungskonferenz weitere Aufgaben zu lösen sein werden.

2. Vorbereitungen zum 2. Teil der UKW-Planungskonferenz

Die Spezialistengruppe R1/FM, die sich mit den Planungsvorbereitungen für den 2. Teil der UKW-Planungskonferenz befaßt, hatte seit dem letzten Treffen der UAG R1 zweimal getagt (Brüssel, 22. bis 24. März und 7. bis 8. September 1983). Der Vorsitzende der Spezialistengruppe (A. Angeli, RAI, Italien) berichtete über den Stand der Planungsvorbereitungen nach diesen beiden Tagungen. So war in Zusammenarbeit zwischen CEPT und UER Anfang September eine erste Planungsanalyse auf der Basis der vorhandenen Daten vorgenommen worden. Da einige Länder ihre Daten verspätet oder nur teilweise der Technischen Zentrale in Brüssel zugeschiedt hatten, wurde Anfang Dezember eine zweite Analyse durchgeführt. Die offiziellen Berechnungen werden während der Planungskonferenz vom IFRB durchgeführt. Das Analyseprogramm für die Berechnungen wird dem IFRB von der UER zur Verfügung gestellt.

Für die Dauer der Planungskonferenz wird die UER einen Rechner mieten (Norsk Data), um so den Mitglie-

dern, die keinen eigenen Rechner oder keine Rechenmöglichkeiten in Genf haben werden, Gelegenheit zu geben, Planungsrechnungen durchzuführen. Es ist geplant, 3 Leistungspakete anzubieten: eine kostenlose Basisversion sowie zwei weitere Optionen, deren Inanspruchnahme mit Kosten verbunden ist. Die Basisversion soll allen Mitgliedern zugänglich sein. Sie umfaßt die Bereitstellung von Magnetbandkopien und Ausdrucken der erforderlichen Senderdaten von wöchentlichen Plananalysen sowie auf Wunsch kleinere Planungsrechnungen durch 4 Mitarbeiter der Technischen Zentrale. Wegen der großen Zahl der UER-Mitglieder muß hier allerdings mit erheblichen Zeitverzögerungen gerechnet werden. In der Option 1 werden im Konferenzgebäude 14 Terminals für den direkten Zugang interessierter Mitglieder zur Verfügung stehen. In einer weiteren Option 2 soll es möglich sein, Planungsrechnungen von außerhalb des Konferenzgebäudes (Hotelzimmer, Delegationsbüro) durchführen zu können.

Einen weiteren Diskussionspunkt bildete die Kompatibilität zwischen Rundfunkdienst und Flugnavigationsdiensten (ILS, VOR, COM). Die UER ist derzeit noch nicht in der Lage, solche Verträglichkeitsberechnungen durchzuführen. An der Erstellung solch eines Rechenprogramms wird von einer Ad-hoc-Gruppe unter dem Vorsitz von K. J. Hunt (IBA) gearbeitet. Es wurde jedoch die Befürchtung geäußert, daß die jetzigen Schutzforderungen, insbesondere für den VOR-Dienst, eine Planung oberhalb von 104 MHz unmöglich machen könnten. Die UAG war daher der Auffassung, daß es sinnvoller sei, erst die Planungsrechnungen ohne Berücksichtigung der Flugdienste durchzuführen und danach von Fall zu Fall eine Kompatibilitätsbetrachtung anzustellen.

Um die Planungsvorbereitungen abzuschließen, wird sich die Spezialistengruppe R1/FM vor dem 2. Teil der UKW-Konferenz voraussichtlich noch zweimal treffen (20. bis 22. März und 18. bis 22. Juni 1984).

3. Übertragung von Zusatzinformationen im UKW-Hörrundfunk

Um eine bessere Kompatibilität mit dem Hauptprogramm sowie den VRF-Decodern zu erreichen, waren von der UAG auf der vorigen Tagung bestimmte Modifikationen für das Radio-Daten-System (RDS) vorgeschla-

gen worden. Zum einen sollte das RDS-Signal in Quadratur zum ARI-Signal übertragen werden, zum anderen der Hub reduziert werden. In Labor- und Feldversuchen hat sich seither gezeigt, daß die erste Maßnahme deutlich zur Verbesserung der Kompatibilität beiträgt. Die Hubreduzierung von ± 3 kHz auf ± 2 kHz brachte nochmals eine Verbesserung hinsichtlich der ARI-Kompatibilität, die damit auch von seiten der Industrie als zufriedenstellend bewertet wurde. In der Frage der Programmqualität gingen die Meinungen jedoch auseinander. Besonders von Empfängerherstellern wurden Bedenken geäußert, ob eine Hubreduzierung auf 2 kHz als ausreichend anzusehen ist. Einer weiteren Hubreduzierung sind allerdings von der Zuverlässigkeit der Datenübertragung her Grenzen gesetzt. Es klang in der UAG an, daß auch aus betriebstechnischer Sicht Probleme zu erwarten sind, insbesondere dann, wenn auf der Senderseite die Daten regeneriert werden müssen. Wegen fehlender Beiträge wurde dieses Problem jedoch nicht diskutiert.

Von deutscher Seite wurde darauf hingewiesen, daß zur Klärung aller noch offenen Fragen ein Großversuch mit dem RDS geplant sei (ab Mai 1984). Von dem Ausgang dieses Großversuchs wird es abhängen, ob in der Bundesrepublik Deutschland an eine Einführung dieses Systems gedacht werden kann. Der Vertreter des Jugoslawischen Rundfunks erklärte in diesem Zusammenhang, daß in Jugoslawien seit 2 Monaten Feldversuche mit dem RDS laufen. Obwohl das Datensignal geschaltet wurde, sei es bisher zu keiner Beschwerde gekommen.

Die UAG begrüßte es, daß bereits jetzt oder aber im Laufe des Jahres 1984 von zwei Herstellern (R & S, STA) RDS-Coder bezogen werden können. Über Datendecoder lag während der Tagung noch kein Angebot vor. Es wurde lediglich erwähnt, daß Grundig für den Großversuch einen Datendecoder entwickelt. Da die UAG der Auffassung war, daß die Spezialistengruppe R1/DAT die ihr gestellten Aufgaben gelöst hat, wurde sie aufgelöst. Die nächste Tagung der UAG R1 findet voraussichtlich in der Zeit vom 17. bis 20. September 1984 in Genf statt.

Gerd Petke
Institut für Rundfunktechnik, München

TAGUNG DER CCIR-INTERIM-ARBEITSGRUPPE IWP 10-11/1

WASHINGTON D.C., 24. BIS 27. JANUAR 1984

Auf der Grundlage der Entscheidung 43-2 soll die Interim-Arbeitsgruppe IWP 10-11/1 technische Probleme im Hinblick auf die Funkverwaltungskonferenz für die Weltraumfunkdienste (WARC-ORB 85/88) untersuchen und ihren Bericht den Studienkommissionen 10 und 11 auf der vorbereitenden Sitzung (CPM-ORB-85) vorlegen. Auf der Tagung der IWP während der CCIR-Zwischentagung 1983 in Genf (siehe RTM 1/84) war ein Konzept dieses Berichtes erarbeitet und eine Verteilung der Aufgaben vorgenommen worden. Da ein großer Teil der Arbeiten von Delegierten der USA und Kanadas geleistet wurde, die auch die Mehrzahl der Teilnehmer stellen, fand die Tagung auf Einladung der STC (Satellite Television Corporation) in Washington statt.

Unter Leitung des neuen Vorsitzenden D. Sauvet Goichon (Frankreich) nahmen 16 Delegierte aus 7 Ländern sowie je ein Vertreter der ESA und der UER teil. Mehrere zum Teil sehr umfangreiche Beiträge wurden erst auf der Sitzung verteilt. Daher wurden nach kurzer Einführung die einzelnen Abschnitte des Berichtes auf 2 Entwurfsgruppen verteilt, dort überarbeitet und schließlich im Plenum verabschiedet. Der Bericht der IWP umfaßt etwa 96 Schreibmaschinenseiten, wovon 43 auf den Hauptteil und 53 auf die 7 Annexes entfallen. Die 12 Kapitel des Hauptteiles haben folgende Titel:

1. Einleitung
2. Allgemeine Technische Informationen (Terminologie, Ausbreitung)
3. Beschreibung der gegenwärtigen technischen und betrieblichen Situation im Satellitenrundfunk
4. Technische und operationelle Faktoren in den verschiedenen Frequenzbändern
5. Planungsprinzipien
6. Grundlagen für Verfahrensfragen bei geplanten Diensten
7. Grundlagen für Verfahrensfragen bei nicht geplanten Diensten
8. Kriterien für die gemeinsame Nutzung der Frequenzbänder mit anderen Diensten (Sharing)
9. Technische Grundlagen zur Planung der Aufwärtsverbindungen für den Satellitenrundfunk in den Regionen 1 und 3
10. Technische Grundlagen für Sharing bei den Aufwärtsverbindungen
11. Satelliten-Tonrundfunk (EntschlieÙung Nr. 505) im Bereich zwischen 500 MHz und 2 GHz
12. Empfehlungen und EntschlieÙungen der RARC-SAT-83 (Region 2).

Da nach der Entscheidung 43-2 die IWP gehalten war, zu ihrem Bericht nur bestehende CCIR-Texte zu verwenden, verlief die Tagung im allgemeinen wenig kontrovers. Hinzu kam, daß ausschließlich Industrieländer vertreten waren, in denen die Tendenz vorherrscht, zunächst keine weiteren Rundfunksatellitenbänder zu verplanen. Auch bei den Aufwärtstrecken für Rundfunksatelliten in den Regionen 1 und 3 wurde einheitlich der 18-GHz-Bereich bevorzugt.

Zum Satelliten-Tonrundfunk im Frequenzbereich zwischen 500 MHz und 2 GHz wird in Kapitel 11 festgestellt, daß ein solches System mit der heutigen Technologie zu verwirklichen ist. Annex 7 enthält typische technische Parameter. Problematisch ist die Mitbenutzung eines Frequenzbandes mit anderen Diensten. Ein möglicher Weg zu einer Frequenzbandzuweisung wird in der Reorganisation von Teilen der Zuweisungstabelle gesehen, derart daß einige terrestrische Dienste verlagert werden.

Im Kapitel 5 und dem zugehörigen Annex 5 wird ausführlich zum Teil anhand von Tabellen die komplexe Situation der Nutzung der Satellitenrundfunkbänder gemeinsam mit anderen Diensten dargestellt und gezeigt, wo technische Grundlagen hierfür vorliegen und wo diese fehlen. Bei der Beschreibung der gegenwärtigen Situation mußte teilweise von Unterlagen außerhalb des CCIR Gebrauch gemacht werden, wenn keine neueren Daten vorlagen.

Rolf Süverkrübbe
Institut für Rundfunktechnik, München

DIE 5. TAGUNG DER UER-UNTERARBEITSGRUPPE T7 (EUROPÄISCHE NACHRICHTENSATELLITENSYSTEME)

MÜNCHEN, 7. BIS 9. FEBRUAR 1984

Auf Einladung des IRT tagte die Untergruppe unter dem Vorsitz von D. Pham Tat in München. Wichtige Punkte der Tagesordnung (GT T7 091) waren Spezifikationen für ECS-Erdefunkstellen, Aussendungen von Zusatzträgern zum Fernsehsignal und Testübertragungen.

1. Spezifikationen von Erdefunkstellen

Die von Eutelsat vorgeschriebenen Spezifikationen für eine Standard-Erdefunkstelle für Telefonie und Fernsehbetrieb mit ECS sind in Dokument GT T7 089 vom April 1983 beschrieben. Ein besonders kritischer Punkt darin ist die Festlegung für die erlaubte spektrale Leistungsdichte, die außerhalb der Hauptstrahlrichtung der Sendeantenne abgestrahlt werden darf. Sie wird bestimmt durch die Größe der Sendeantenne, die Unterdrückung der Nebenzipfel und durch die spektrale Energieverteilung im ausgesendeten Signal. Bei Fernsehsignalen ist bei den vorhandenen Erdefunkstellen eine Energieverwischung von 4 MHz erforderlich. Dieser Punkt der Spezifikationen wurde kürzlich von Eutelsat leicht modifiziert. Für Sende- und Empfangsstationen, die ausschließlich für Fernsehbetrieb vorgesehen sind, hat Eutelsat keine Spezifikationen herausgegeben. Mindestdaten für eine derartige Station hat die UER in Dokument SPB 277-Rev. 1 zusammengestellt. Ein Mitglied, das eine solche Station errichten will (z. B. in einem Nicht-CEPT-Land Nordafrikas), muß diese individuell mit Eutelsat koordinieren. Eutelsat hat inzwischen die UER informiert, daß bei der Unterdrückung der Antennennebenzipfel strengere Forderungen als in Dokument SPB 277-Rev. 1 zu stellen seien. Die Untergruppe beschloß, das Dokument jetzt nicht zu ändern, jedoch die Mitglieder über den Standpunkt von Eutelsat zu informieren.

Im Auftrag der Technischen Kommission der UER entwarf die Untergruppe Spezifikationen und Kostenschätzungen für eine reine Fernsehempfangsstation im Eurovisionsnetz. Eine nach diesem Entwurf ausgelegte Empfangsanlage würde einen Antennendurchmesser von 6 bis 8 m benötigen. Die Kosten wurden zu 580 000 sfr veranschlagt, wobei wichtige Elemente der Station redundant ausgeführt sind. Demgegenüber würde eine Erdefunkstelle für Fernsehsende- und Empfangsbetrieb 1 480 000 sfr kosten. Eine Empfangsstation für den ECS-spotbeam (6 dB höhere EIRP) käme auf 360 000 sfr bei 3 bis 4 m Antennendurchmesser. Die Spezifikationen gehen dabei von der Einhaltung der UER-Qualitätsparameter aus, wie z. B. einem bewerteten Videorauschstand von mindestens 50 dB.

Die Haltung verschiedener Fernmeldeverwaltungen zum Betrieb transportabler Erdefunkstellen mit ECS kam in dem Dokument der TTVS, GT T7 084, zum Ausdruck (TTVS = Transmission Télévisuelle et Sonore, ist eine CEPT-Gruppierung). Die Untergruppe T7 entwarf nach einiger Diskussion ein Dokument, das die teilweise andere Auffassung einiger UER-Mitglieder verdeutlicht und zu einigen Punkten die TTVS um nähere Erläuterungen bittet. Deutlich gemacht wurde vor allem der besonders bei IBA, BBC und TDF vorhandene Wunsch nach schneller und einfacher Einsatzmöglichkeit transportabler Erdefunkstellen bei aktuellen Anlässen.

Ein weiteres Dokument wurde erarbeitet, das die praktisch mit einfachen transportablen Erdefunkstellen

erreichbaren Parameter anführt und sie einerseits den erfüllbaren CCIR-Forderungen und andererseits den restriktiveren Eutelsat-Spezifikationen gegenüberstellt. Auch hier ist wieder der kritische Fall die Begrenzung der spektralen Leistung außerhalb der Hauptstrahlrichtung der Sendeantenne. IBA und BBC wollen mit 2,4-m-Antennen auch aus dem Norden Großbritanniens zum ECS senden. Diese Gebiete liegen innerhalb der 4-dB-Kontur der ECS-Empfangsantenne. Es muß also über eine kleine Antenne eine relativ hohe Leistung abgestrahlt werden, was die Forderung nach geringer Abstrahlung in die Nebenzipfel erschwert.

2. Aussendung von Zusatzträgern

Nach Vorschlägen der UER können über einen ECS-Transponder außer einem Fernsehsignal gleichzeitig mit geringerer Leistung entweder Servicekanäle oder Hörfunksignale abgestrahlt werden. Eutelsat befürchtet auch hier Probleme mit der spektralen Energieverteilung bei der Ausstrahlung und eventuelle Intermodulationseffekte. Ein Dokument wurde erstellt, das Lösungsmöglichkeiten zeigt und Messungen als wünschenswert darstellt.

3. OTS- und ECS-Testübertragungen

Über erste Versuchsübertragungen über OTS mit einem digital codierten Fernsehsignal von 34 Mbit/s in Komponentenform bei der IBA wurde berichtet. Die geplanten Versuche über ECS hatten sich bisher verzögert, da zunächst weder ein Transponder noch eine Erdefunkstelle zur Verfügung stand. Der Einsatz der Station in Fucino (Italien) wird sich aus organisatorischen Gründen auch in nächster Zeit nicht realisieren lassen. Eine weiteres Problem besteht darin, daß unter Umständen Kosten beachtlicher Höhe für die Transpondernutzung anfallen.

Kontakte nach der Tagung ergaben, daß die Deutsche Bundespost freundlicherweise ihre Erdefunkstelle Usingen II zur Verfügung stellt, so daß die Übertragungsversuche nach Klärung der Transponderfrage eventuell ab Juli 1984 beginnen können.

4. Sonstige Probleme

Über die Entwicklung eines Stereo-SIS-Systems durch die BBC wurde kurz berichtet. Eine vierstufige Übertragung eines NICAM¹-Signals wird verwendet. Analoge und digitale Ein- bzw. Ausgänge (676 kbit/s) sind vorgesehen. Eine eventuell erforderliche Anpassung an einen UER-Standard müßte schnell in Angriff genommen werden. In diesem Zusammenhang wurde auch das bei der DBP erneut diskutierte SEL-Verfahren (TV/Tn2) erwähnt.

ECS-Satelliten einer späteren Generation werden möglicherweise auch für Eurovisionsübertragungen nur noch über 40-MHz-Transponder verfügen. Bei gleichzeitiger FM-Übertragung von 2 Fernsehsignalen in orthogonalen Polarisierungen und gleicher Frequenzlage wird dann laut Eutelsat die Einhaltung der UER-Forderung nach 27 dB Gleichkanalschutzabstand schwierig. Eine IRT-Demonstration zeigte, daß 24 dB Schutzabstand zwar im allgemeinen die Qualitätsanforderungen erfüllen, bei sehr kritischen Signalkombinationen jedoch Vorsicht geboten ist.

¹ NICAM = Digitales Tonübertragungsverfahren mit Blockkomprimierung von 14 auf 10 Bit.

TAGUNGEN UND AUSSTELLUNGEN

Termine

29. 4. – 2. 5. 1984 Las Vegas	NAB Convention Ausstellung der National Association of Broadcasters	6. 9. – 10. 9. 1984 Mailand	SIM-HIFI-IVES 84 18th International Exhibition of High Fidelity, Video and Consumer Electronics
2. 5. – 4. 5. 1984 Berlin	Video 84 Kongreß mit Messe	10. 9. – 14. 9. 1984 Lüttich	EuMC 14th European Microwave Conference
14. 5. – 17. 5. 1984 Amsterdam	International Conference on Communications (ICC)	21. 9. – 25. 9. 1984 Brighton	IBC 84 10th International Broadcasting Convention
15. 5. – 18. 5. 1984 Birmingham	Communications 84 7. Internationale Ausstellung für Te- lekommunikation und Radiotechnik	26. 9. – 28. 9. 1984 Brighton	EUROCON 84 6th European Conference on Electrotechnics – Computers in Communications and Control
21. 5. – 24. 5. 1984 Hamburg	11. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG)	1. 10. – 5. 10. 1984 Kleinheubach	Kleinheubacher Tagung 1984 Gemeinschaftstagung des U.R.S.I.- Landesausschusses in der BRD und der NTG
24. 5. – 26. 5. 1984 Innsbruck	2. Europäisches Mediensymposium „Zukunft des Fernsehens“	10. 10. – 16. 10. 1984 Köln	photokina
6. 6. – 8. 6. 1984 Chicago	International Conference on Consumer Electronics (ICCE)	28. 10. – 2. 11. 1984 New York	2. SMPTE Technical Conference and Exhibition
18. 6. – 20. 6. 1984 Breslau	7. Internationales Symposium über Elektromagnetische Verträglichkeit	5. 11. – 8. 11. 84 München	Integrierte Telekommunikation Gemeinschaftstagung des Münchner Kreises und der NTG
18. 6. – 21. 6. 1984 Stuttgart	Telematica 84 Messe für Btx, Mikrocomputer und Kabelkommunikation	13. 11. – 17. 11. 1984 München	electronica 84 11. Internationale Fachmesse für Baulemente und Baugruppen der Elektronik
22. 6. – 24. 6. 1984 Ludwigshafen	ham radio Internationale Amateurfunk- Ausstellung	21. 11. – 24. 11. 1984 München	13. Tonmeistertagung
24. 8. – 30. 8. 1984 Düsseldorf	hifivideo 84		
3. 9. – 6. 9. 1984 Stuttgart	ECOC 10th European Conference on Optical Communication		

BUCHBESPREECHUNGEN

Bauphysik-Taschenbuch 1983. Tabellen, Diagramme, Begriffserläuterungen, Produktübersichten, Beiträge zum Schwerpunktthema Fassaden. Hrsg. Elmar Sälzer und Ulrich Gothe. 500 Seiten, zahlreiche Tabellen, Format 17 cm x 12,5 cm, gebunden, Bauverlag, Wiesbaden - Berlin 1983, Preis 84,- DM, ISBN 3-7625-2000-3.

Dieses Taschenbuch versteht sich als tabellarisches Nachschlagewerk für die wichtigsten Gebiete der Bauphysik. Nach einer kurzen Einführung in die Grundregeln und die Begriffe des Wärme-, Schall- und Brandschutzes behandeln die Autoren die Anforderungen gemäß der z. Z. geltenden Normen, Richtlinien, Gesetze und Verordnungen. In zahlreichen Tabellen werden Rechen- und Kennwerte für eine Fülle von Baumaterialien aufgeführt. Zulässige und Sonderkonstruktionen sowie Ausführungsbeispiele für verschiedenartige, den bauphysikalischen Anforderungen entsprechende Baustoffe werden erläutert und tabellarisch im Teil A dieses Buches behandelt.

Im Teil B ist eine große Tabellenübersicht über energiesparende Mauerwerksarten aus Leichtbeton, Gasbeton, Leichtziegeln und Schalungssteinen (geordnet nach Produkten bzw. Firmennamen) zu finden. Diese Tabellen enthalten für das jeweilige Lieferprogramm eines Herstellers die wichtigsten bauphysikalischen Kenndaten. In der gleichen Art und Weise sind die Daten über gebräuchliche Schallschutzverglasungen geordnet.

Im letzten Teil (C) befassen sich Fachbeiträge von verschiedenen Autoren mit aktuellen Problemen des Wärme- und Schallschutzes von Fenstern und Fassaden unter Berücksichtigung der gesetzlichen Anforderungen. Ein wichtiger Beitrag über die Honorierung für Thermische Bauphysik, Schallschutz und Raumakustik nach dem Entwurf der „Ersten Verordnung zur Änderung der HOAI“ liefert den aktuellsten Stand über Honorarregelungen für diese speziellen Leistungen der Fachingenieure.

Insgesamt gesehen ein zweckentsprechendes Nachschlagewerk für den Baufachmann. Es bleibt nur zu hoffen, daß das Vorhaben der Autoren (dieses Taschenbuch jährlich zu ergänzen) gelingt und die interessierten Fachleute weiterhin über den neuesten Stand der Technik, der Normung und der Gesetzgebung informiert werden.

Georges Karamalis

Digitale Schaltungen und Schaltkreise. Von Manfred Seifart. 528 Seiten, 300 Bilder, 50 Tabellen, Format 24,5 cm x 18 cm, gebunden, Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg 1982, Preis 64,- DM, ISBN 3-7785-0773-7.

Dieses Buch will die Grundkenntnisse der mikroelektronischen Digitaltechnik und ihrer Leistungsfähigkeit vermitteln. Es umfaßt das Gesamtgebiet der digitalen Schaltungstechnik vom Logikgatter bis zum Mikrorechner einschließlich seiner Programmierungsgrundlagen. Um diese Stofffülle in ein handhabbares Buch zu fassen, war es notwendig, sich nur auf die wirklich wichtigen Details zu beschränken, was den Umgang mit dem Werk erleichtert. Für weiterführende Informationen wird auf ein ausführliches Literaturverzeichnis verwiesen.

Das Buch ist in 19 Abschnitte eingeteilt, in denen die Problematik der digitalen Schaltungstechnik sachlich erklärt und durch zahlreiche Bilder und Tabellen veranschaulicht wird. Die ersten drei Abschnitte geben einen Überblick der digitalen Systeme, zur digitalen Zahlendarstellung sowie zur Herstellungstechnologie monolithischer Schaltkreise. Die Abschnitte 4 bis 8 stellen die

digitalen Grunds Schaltkreise wie logische Grundgatter, Codewandler und Multiplexer sowie bistabile, monostabile und astabile Kippschaltungen vor. In den Abschnitten 9 bis 13 werden dann die MSI- bzw. LSI-Schaltkreisgruppen, Zähler, Halbleiterspeicher, programmierbare logische Felder und Arithmetikschaltkreise besprochen. Die Abschnitte 14 und 15 sind der Mikroprozessortechnik gewidmet. Sie sind sehr anschaulich gestaltet, da das Zusammenwirken von Hard- und Software verdeutlicht wird. In den dann folgenden Abschnitten 16 bis 18 werden Funktionseinheiten vorgestellt, die zur Datenübertragung und -wandlung dienen. Außerdem werden in praktischen Systemen auftretende Störungen analysiert. Der letzte, 19. Abschnitt enthält eine zusammenfassende Darstellung des Entwurfs digitaler Systeme. Hier werden an Hand eines Beispiels unterschiedliche Realisierungsvarianten vorgestellt und diskutiert.

Das Buch ist in erster Linie für den Schaltkreisanwender geschrieben. Ihm werden umfangreiche Kenntnisse über Wirkungsweise, Eigenschaften und Anwendungsgesichtspunkte digitaler Schaltkreise vermittelt. Somit wendet sich das Buch vor allem an praktisch tätige Ingenieure und Naturwissenschaftler sowie an alle Studenten, die diese Laufbahn anstreben.

Herbert Mücke

Bauphysik. Normen für das Studium. Wärmeschutz, Schallschutz, Feuchtigkeitsschutz, Brandschutz. Hrsg. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. 1. Auflage, Stand der abgedruckten Normen: 31. 8. 1982. 356 Seiten, zahlreiche Bilder und Tabellen, Format 20,5 cm x 14,5 cm, Plastikeinband, Beuth Verlag, Berlin - Köln 1982, Preis 48,- DM, ISBN 3-410-11345-2.

Die bauphysikalischen Anforderungen, die größtenteils rechtsverbindlich über die jeweiligen Landesbauverordnungen festgelegt sind, müssen heutzutage von den Baufachleuten beachtet werden. Die große Anzahl und die rasche Fortschreibung der Normung macht es erforderlich, auch diejenigen zu informieren, die nur am Rande oder während des Studiums mit derartigen Problemen in Berührung kommen. In diesem Sinne werden seit 1972 durch den „Normenausschuß Bauwesen“ die DIN-Normen bestimmter Gebiete des Bauwesens als Taschenbuch in übersichtlicher Zusammenstellung herausgegeben.

Das vorliegende Taschenbuch stellt die erste Auflage einer Zusammenfassung der wichtigsten Grundnormen der Bauphysik dar. Stand der abgedruckten Normen über Wärme-, Schall- und Feuchtigkeits- und Brandschutz ist der 31. August 1982. Die DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“, Teil 1, 2, 3, 5 und 6, sowie die DIN 18 195 „Feuchtigkeitsschutz im Bauwesen“, Teil 1 bis Teil 10, liegen als Normentwurf vor. Ferner ist die DIN 18 530 „Massive Deckenkonstruktionen für Dächer; Richtlinien für Planung und Ausführung“ als Vornorm abgedruckt. Lediglich die DIN 18 560 Teil 2 „Estriche im Bauwesen; Estriche auf Dämmschichten“, die DIN 18 540 Teil 1 bis Teil 3 „Abdichten von Außenwandfugen im Hochbau mit Fugendichtungsmassen“, die Normen über den Wärmeschutz (DIN 4108 Teil 1 bis Teil 5) und über den Brandschutz (DIN 4102 Teil 1 bis Teil 7) liegen in der endgültigen Fassung vor.

Dieses DIN-Taschenbuch ist ein praktischer, zeitsparender und preisgünstiger Helfer für den Baufachmann und für die immer größer werdenden Bedürfnisse des bauphysikalischen Studiums an den Hochschulen.

Georges Karamalis

Basiswissen Elektronik. Band 6: Prozessortechnik. Von Dietmar Benda. 176 Seiten, zahlreiche Bilder und Tabellen, Format 17,5 cm x 12 cm, kartoniert, VDE-Verlag, Berlin-Offenbach 1983, Preis 14,70 DM, ISBN 3-8007-1289-X.

Der Titel des vorliegenden Bändchens ist sehr allgemein gefaßt und sagt deshalb nicht viel über den Inhalt. Das Werk befaßt sich schwerpunktmäßig mit der Einführung in die Arbeitsweise von Mikrocomputern und deren Anwendung im industriellen Bereich.

Bei der Behandlung dieses Themas existiert ein generelles Problem. Es ist zwar relativ einfach, die Grobstruktur eines Mikrocomputers allgemein darzustellen, sobald es jedoch um Detailfragen geht, ist man gezwungen, sich auf einen bestimmten Prozessortyp festzulegen, weil sich die Rechnerarchitekturen zum Teil sehr stark unterscheiden.

Im vorliegenden Fall ist die INTEL-8000-Familie zugrunde gelegt. Der Leser wird in leicht faßlicher Form mit dem Aufbau dieses Prozessors, dem Prinzip der Busleitungen und der Bussysteme, den wichtigsten Befehls- und Adressierungsarten, dem zeitlichen Ablauf der Befehlsverarbeitung und dem Interrupt-Prinzip vertraut gemacht. Darüber hinaus werden die gängigen Arten von Speicherwerken sowie periphere Ein-/Ausgabe- und Schnittstellenbausteine am Beispiel der 8000er-Serie in kompakter Form behandelt.

Ein weiteres Thema befaßt sich mit Anwendungen. Hier wird ein Minimalsystem vorgestellt. Außerdem findet man kleinere Hard- und Softwarebeispiele (Tastatursteuerung, Zeitgeberschaltung, Schrittmotorsteuerung, Ton- und Zeichengenerator u. a.).

Das Buch wendet sich an alle, die sich im Selbststudium oder in Fortbildungskursen in die Mikrocomputertechnik einarbeiten möchten und ist vor allen Dingen für 8080-Anwender von Nutzen.

Bodo Morgenstern

Elektrische Meßtechnik, Messung elektrischer und nichtelektrischer Größen. Aus der Reihe: Studienbücher der technischen Wissenschaften. Von Elmar Schrüfer. XI, 384 Seiten, 323 Bilder und Tabellen, Format 22,5 cm x 16 cm, kartoniert, Carl Hanser Verlag, München-Wien 1983, Preis 48,- DM, ISBN 3-446-13812-9.

Das Buch befaßt sich vorwiegend mit der Einführung in die elektrische Meßtechnik und behandelt die wichtigsten Meßgeräte und Meßverfahren. Es wendet sich dabei nicht nur an Studenten, sondern kann ebenso von Ingenieuren und Technikern zur Lösung meßtechnischer Problemstellungen herangezogen werden. Die Beschreibung eines derart umfangreichen Fachgebietes erfordert zwar das Setzen von Schwerpunkten, doch wurden die in den einzelnen Kapiteln beschriebenen meßtechnischen Verfahren didaktisch gut aufbereitet und detailliert behandelt.

Im einzelnen werden im Kapitel „Grundlagen“ die Maßeinheiten, das statische und dynamische Verhalten von Meßgeräten und die Beurteilung von Meßfehlern behandelt. Die nachfolgenden Kapitel beschreiben die Messung von Strom und Spannung einschließlich der Funktionsprinzipien elektromechanischer und elektronischer Meßmittel sowie spannungs- bzw. stromliefernder Sensoren zur Messung nichtelektrischer Größen. Vervollständigt wird der Bereich der analogen Meßtechnik durch die Beschreibung der Meßverfahren für ohmsche, induktive und kapazitive Widerstände und entsprechend arbeitender Meßwertgeber.

Im Kapitel „Digitale Meßtechnik“ werden sowohl digitale Grundschaltungen als auch die verschiedenen A/D-Wandlerprinzipien behandelt, ergänzt durch die

Funktionsprinzipien digitaler Längen- und Winkelgeber. Ein Kapitel „Zeit- und Frequenzmessung“, das den Bereich frequenzanaloge Meßwertgeber und Wandler einbezieht, rundet das Werk ab.

Ein umfangreiches Literaturverzeichnis im Anhang ermöglicht weiterführende Studien. Das Buch ist aufgrund seiner Praxisnähe zu empfehlen. Klaus Schuster

Einführung in die Anwendung des 8085-Mikrocomputer-Systems. Von Franz Steimer. 386 Seiten, 129 Bilder, 14 Tabellen, Format 21 cm x 15 cm, geheftet, Fachverlag Schiele & Schön, Berlin 1983, Preis 38,- DM, ISBN 3-7949-0403-6.

Mikrocomputer ziehen in viele Bereiche unseres Lebens ein und immer mehr Menschen in ihren Bann. Während am Markt Geräte zu niedrigen Preisen zu erwerben sind, können hohe Schulungskosten zur Programmierung dieser Geräte in der Assemblersprache manchen Interessenten davon abhalten, sich aktiv mit der neuen Technologie auseinanderzusetzen.

Der Autodidakt erhält mit dem vorliegenden deutschsprachigen Lehrbuch eine weitere wertvolle Hilfestellung, das nötige Wissen zu erlernen, um einen Mikrocomputer zur Lösung seiner Aufgaben heranzuziehen. Das Buch zeichnet sich durch seine vielen interessanten und ausführlich dokumentierten Übungsbeispiele aus, die der Leser an seinem Gerät nachvollziehen soll. Durch die gleichzeitige Übung wird das Lernen kurzweiliger und der gerade behandelte Stoff prägt sich stärker im Gedächtnis ein. So werden z. B. eine Ampelsteuerung, eine Laufschrift, ein Telefonwählautomat und ein Geschicklichkeitsspiel als Übungsthemen behandelt.

Zahlreiche Beispiele sind auf die Eigenschaften des ECB85-Einplatinencomputers ausgerichtet, der im wesentlichen eine Tastatur, eine 8stellige 7-Segment-Anzeige, einen Timer und eine Parallelschnittstelle beinhaltet. Die Aussage des Autors, wonach die Übungsprogramme auch auf jedem anderen Mikrocomputersystem mit 8085-Prozessor ablauffähig sein sollen, kann in dieser Allgemeinheit nicht geteilt werden, denn eine unterschiedliche Peripherie bewirkt gewöhnlich nicht nur unterschiedliche Adressen, sondern einen anderen Programmaufbau. Dem Anfänger muß in jedem Fall empfohlen werden, beim System zu bleiben, denn Schwierigkeiten stellen sich erfahrungsgemäß ohnehin von selbst ein.

Das Buch umfaßt 23 Kapitel. Die ersten sieben befassen sich mit der Einführung in die Zahlensysteme, dem Aufbau des Mikrocomputers im allgemeinen und im speziellen und der Struktur eines Assemblerbefehls. Die restlichen Abschnitte führen in den Befehlsvorrat des 8085-Mikroprozessors ein und enthalten die stets gut beschriebenen Übungsprogramme, die durch Nassi-Schneidermann-Diagramme ergänzt werden. Eingeflochten sind Beschreibungen des Ein-/Ausgabe- und Timer-Bausteins vom Typ 8155 sowie des 8279-Bausteins für die Tastatur und die Anzeige. Der Anhang enthält u. a. den Befehlsatz des 8085-Mikroprozessors, geordnet in alphabetischer Reihenfolge und nach Operationscode.

Zum besseren Verständnis des Buches sollte der Leser Kenntnisse über die Grundlagen der Elektronik mitbringen. Dem Buch seien weitere Auflagen gewünscht. Und zwar nicht nur im Interesse der Wissensvermittlung, sondern auch zur Verbesserung seiner äußeren Form: Da weist der Text verhältnismäßig viele Schreibfehler auf, werden Spezialzeichen abweichend von der Norm dargestellt. Die Tabellen und die meisten Diagramme werden mit dem normalen, nichtgrafischen Schriftsatz gestaltet und sind deshalb gewöhnungsbedürftig. Auch wäre ein Schlagwortkatalog von Vorteil.

Josef Huber

NACHRICHTEN

RUNDFUNKTEILNEHMER-STATISTIK

Stand 31. Dezember 1983

	Gebührenpflichtige Teilnehmer	Zunahme (Abnahme) seit 30. 9. 1983	Anteil in %
Hörfunk			
BR	3 914 034	+ 21 978	17,2
HR	2 139 906	+ 9 342	9,4
NDR	4 246 729	+ 22 585	18,7
RB	283 977	+ 509	1,3
SR	403 009	+ 2 220	1,8
SFB	883 256	- 421	3,9
SDR	2 281 622	+ 15 882	10,0
SWF	2 812 872	+ 19 001	12,4
WDR	5 729 325	+ 36 784	25,3
Summe	22 694 730	+ 127 880	100,0
Fernsehen			
BR	3 556 385	+ 10 849	17,3
HR	1 919 374	+ 5 914	9,3
NDR	3 872 638	+ 9 285	18,8
RB	257 589	+ 141	1,3
SR	370 881	+ 1 219	1,8
SFB	817 223	+ 171	4,0
SDR	1 925 888	+ 9 084	9,4
SWF	2 413 283	+ 9 661	11,7
WDR	5 434 490	+ 29 759	26,4
Summe	20 567 751	+ 76 083	100,0

Die Anzahl der darüber hinaus aus sozialen Gründen von der Gebührenpflicht für den Hör- und Fernsichtfunk befreiten Teilnehmer betrug 3 463 373 am 31. Dezember 1983.

RUNDFUNKVERSORGUNG
IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND
UND IN BERLIN (WEST)

Ultrakurzwelligensender

Inbetriebnahmen

Von den Rundfunkanstalten wurden folgende Ultrakurzwelligensender in Betrieb genommen:

Station	Pro-gramm	Kanal	Fre- quenz MHz	Leistg. ERP kW	Pol.	Azimut Grad	Tag der Inbetrieb- nahme
Hessischer Rundfunk							
Fulda	3S	22	93,6	0,1	H	280	21. 11. 83
Marburg	3S	23	93,9	0,1	H	270	21. 11. 83

Station	Pro-gramm	Kanal	Fre- quenz MHz	Leistg. ERP kW	Pol.	Azimut Grad	Tag der Inbetrieb- nahme
Südwestfunk							
Donners- berg	3S	54	103,1	60	H	ND	10. 11. 83
Waldburg I	1S	55	103,6	60	H	ND	18. 11. 83
Westdeutscher Rundfunk							
Eifel- Bärbel- kreuz	1S	52	102,7	2	H	30	11. 11. 83
Eifel- Bärbel- kreuz	2S	56	103,8	2	H	30	11. 11. 83
Höxter I	1S	23	93,9	0,5	H	260	11. 1. 84
Höxter II	2S	31	96,4	0,5	H	260	11. 1. 84
Höxter III	3S	27	95,2	0,5	H	260	11. 1. 84
Monschau	4SG	16	91,9	0,05	H	ND	19. 7. 83

Von den Rundfunkanstalten wurden an folgenden Ultrakurzwelligensendern Änderungen vorgenommen (geänderte Werte sind **halbfett** gedruckt):

Station	Pro-gramm	Kanal	Fre- quenz MHz	Leistg. ERP kW	Pol.	Azimut Grad	Tag der Änderung
Hessischer Rundfunk							
Würzburg	3S	9	89,7	1	H	298	29. 11. 83
Radio Bremen							
Bremer- haven	3G	28	95,4	25	HH	30; 270	15. 12. 83

Fernsehsender

Inbetriebnahmen

Von den Rundfunkanstalten wurden für das I. Fernsehprogramm folgende Füllsender in Betrieb genommen:

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimut Grad	Tag der Inbetrieb- nahme
Hessischer Rundfunk						
Airlen- bach	35	2P	17	H	210	22. 12. 83
Finken- bach	22	1P	10	HH	350; 170	22. 12. 83
Süddeutscher Rundfunk						
Albeck	12	0	1	HH	35; 287	30. 11. 83
Kirchheim Neckar	47	0	20	HH	124; 260	22. 6. 83
Lauchheim	24	2M	50	HH	75; 245	9. 6. 83
Reihen	46	3M	40	HH	175; 265	22. 12. 83
Tauber- bischofs- heim	53	0	60	H	90	21. 4. 83

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimut Grad	Tag der Inbetrieb- nahme
---------	-------	--------	---------------------	------	----------------	--------------------------------

Saarländischer Rundfunk

Theley	38	0	42	H	355	23. 12. 83
--------	----	---	----	---	-----	------------

Südwestfunk

Baar	12	2P	0,2	H	40	13. 9. 83
Dahlheim	41	8M	1	H	145	14. 9. 83
Deudesfeld	26	3P	12	HH	0; 260	7. 9. 83
Dudeldorf	39	0	0	H	205	18. 10. 83
Ehlenz	49	6P	1	H	345	19. 12. 83
Eisenbach	45	6P	60	V	168	31. 10. 83
Eisen- schmitt	44	8P	4	HH	130; 285	22. 11. 83
Elztal	11	2M	50	H	280	9. 6. 83
Esthal	24	3M	5	H	150	17. 10. 83
Gimbweiler	44	8P	0,5	HH	120; 210	8. 12. 83
Gladbach	59	2M	1	H	70	15. 12. 83
Gurtweil	38	2P	30	V	25	26. 10. 83
Hertling- hausen	25	2M	2	H	90	24. 11. 83
Kaub	24	8M	10	H	50	14. 9. 83
Lauterbach	11	2M	1,25	H	0	7. 6. 83
Massweiler	57	8P	0,5	H	15	14. 12. 83
Oberstadt- feld	47	8P	1,5	HH	213; 345	19. 10. 83
Plütscheid	52	0	0,6	H	85	7. 12. 83
Ravengiers- burg	40	0	3	V	115	8. 9. 83
Reiffelbach	57	0	20	HH	80; 230	13. 10. 83
Schloß- böckel- heim	36	0	16	HH	5; 230	12. 10. 83
Todtnau- berg	30	8P	3	V	40	22. 12. 83
Utscheid	58	0	0,5	HH	110; 305	23. 11. 83
Waldrach	43	6M	12	HH	325; 235	18. 10. 83
Weiler/ Monzingen	44	5M	5	V	186	12. 10. 83
Wellmich	43	6P	4	V	20	22. 9. 83
Zell im Wiesental	43	8P	6	H	ND	25. 10. 83

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimut Grad	Tag der Inbetrieb- nahme
---------	-------	--------	---------------------	------	----------------	--------------------------------

Westdeutscher Rundfunk

Arnsberg- Giers- kämpen	41	8P	10	H	345	7. 10. 83
Elsoff	9	8M	0,3	H	295	19. 10. 83
Grönenbach	48	8P	4	H	270	19. 12. 83
Kalldorf	51	8M	10	H	0	8. 2. 84
Lenhausen	52	8P	12	HH	240; 10	11. 10. 83
Neun- kirchen- Hohn	58	0	10	H	180	9. 2. 84
Olpe- Neuen- kleusheim	22	0	1	H	0	22. 12. 83
Remscheid- Hadden- bach	49	0	15	H	ND	16. 12. 83
Wilberts- hohn- Eitorf	31	8M	50	H	140	10. 1. 84

Von den Rundfunkanstalten wurden an folgenden Fernsehsendern Änderungen vorgenommen (geänderte Werte sind **halbfett** gedruckt):

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimut Grad	Tag der Änderung
---------	-------	--------	---------------------	------	----------------	---------------------

Südwestfunk

Biersdorf	26	1P	8	V	35	7. 9. 83
Nieder- dreisbach	12	8P	0,5	HH	105; 310	20. 10. 83

Westdeutscher Rundfunk

Dhünn	7	2M	0,8	H	340	3. 2. 83
Eversberg	10	2P	4	VH	270; 115	29. 3. 83
Hachen	12	0	2	HV	110; 230	12. 10. 83
Lücht- ringen	54	2M	30	HH	0; 150	1. 1. 83
Neuen- heerse	54	8M	450	HH	120; 330	1. 1. 83
Stockum	7	8P	0,32	HH	250; 350	15. 4. 83
Waldbrül	36	8P	30	HH	270	15. 11. 83
Winterberg	43	8M	20	HH	40; 290	24. 3. 83

Der Westdeutsche Rundfunk hat den Füllsender Reiste, Kanal 8, am 1. 7. 1983 außer Betrieb genommen.

PERSÖNLICHES

Willi Gottfried trat in den Ruhestand



Oberingenieur Willi Gottfried, Leiter der Abteilung Zentraltechnik in der Technischen Direktion des Saarländischen Rundfunks, trat am 29. Februar 1984 in den wohlverdienten Ruhestand.

Willi Gottfried, 1923 in Saarlouis geboren, besuchte die Oberschule in Dillingen und wurde 1941 Lehrpraktikant bei der Reichspost in Saarbrücken. Wie viele seines Jahrgangs wurde er 1942 zur deutschen Wehrmacht eingezogen und im Juni 1945 aus amerikanischer Kriegsgefangenschaft entlassen. Von 1946 bis 1949 studierte er an der Ingenieurschule Saarbrücken, wo er im Juli 1949 sein Ingenieurexamen ablegte.

Auch nach seinem Ingenieurexamen war Willi Gottfried bei der Post beschäftigt, bis er am 22. Januar 1952 seinen Dienst beim Saarländischen Rundfunk, damals noch Radio Saarbrücken, angetreten hat. Zwei Schwerpunkte kennzeichnen seine berufliche Tätigkeit beim Saarländischen Rundfunk: einmal der Aufbau unserer leistungsstarken Mittelwellensenderanlage in Heusweiler und zum anderen unser Entwicklungsprojekt Bénin, das der Saarländische Rundfunk im Auftrag der Bundesregierung durchgeführt hat.

Als Willi Gottfried seinen Dienst im Mittelwellensender Heusweiler antrat, bestand diese Senderanlage aus

einem gemieteten 20-kW-Sender, der in einer Baracke auf einem gemieteten Grundstück stand. Inzwischen verfügt der Saarländische Rundfunk über den leistungsstärksten Mittelwellensender der Bundesrepublik Deutschland mit einer Gesamtsenderleistung von 1200 kW am Tage und 600 kW in der Nacht. Der Aufbau dieser Mittelwellensenderanlage mit einer Zweimast-Richtantennenanlage mit umschaltbarem Vertikaldiagramm und zwei zusammenschaltbaren Mittelwellensendern von je 600 kW wurde von Willi Gottfried in der Zeit von 1960 bis 1970 maßgeblich durchgeführt.

Das Entwicklungsprojekt Bénin umfaßte den Aufbau eines Hörfunkkomplexes in der Hauptstadt Cotonou, einer Mittelwellen- und Kurzwellenanlage im benachbarten Abomey/Calavi und einer Regionalstation (ebenfalls bestehend aus einem Hörfunkstudio und einer Mittelwellen- und Kurzwellensenderanlage) etwa 500 km im Landesinneren in der Stadt Parakou. Das Projekt wurde in der Zeit von 1972 bis 1982 abgewickelt.

1971 übernahm Willi Gottfried die Leitung der Abteilung Zentraltechnik mit den Fachbereichen Energie-, Klima- und Starkstromtechnik, Planung, Fernmeldetechnik und Lehrlingsausbildung. In Anerkennung seiner Leistungen wurde er am 1. Juli 1982 zum Oberingenieur beim Saarländischen Rundfunk ernannt.

Willi Gottfried ist ein ausgezeichnete Hochfrequenzingenieur, der sich im Saarland große Verdienste um den Aufbau der Mittelwellensenderanlage erworben hat. Wir wünschen ihm einen wohlverdienten Ruhestand, viele Jahre bei bester Gesundheit, damit er sich ganz seinen Hobbys, dem Fotografieren und den Computern, widmen kann.

Werner Glesner

Herausgeber: Institut für Rundfunktechnik GmbH, München.

ISSN 0035-9890

Schriftleitung: Prof. Dr. U. Messerschmid, Dr. H. Wilkens, Floriansmühlstraße 60, 8000 München 45; Dr. R. Thiele, Bertramstraße 8, 6000 Frankfurt/Main 1; Dipl.-Ing. I. Dahrendorf, Appellhofplatz 1, 5000 Köln 1.

Redaktion: Dipl.-Ing. (FH) R. Hengstler, Dipl.-Ing. H. Mücke, Floriansmühlstr. 60, 8000 München 45, Ruf (089) 3 23 99 - 383, Fernschreiber 5/215 605 irtm d.

Redaktioneller Beirat: Dipl.-Ing. H. Eden, Dr. N. Mayer, Prof. Dr. G. Plenge, Floriansmühlstr. 60, 8000 München 45. Verlag: Mensing GmbH + Co KG, Schützenwall 9-11, 2000 Norderstedt. Es erscheinen jährlich 6 Hefte mit einem Gesamtumfang von etwa 300 Seiten. Bezugspreis: Jahresabonnement 110,- DM zuzüglich Versandkosten. Bezugsbedingungen: Bestellungen über den Buchhandel oder beim Verlag. Abbestellungen müssen 6 Wochen vor Ablauf des Kalenderjahres vorliegen. Einzelhefte werden nach Umfang berechnet und über den Buchhandel ausgeliefert. Auslieferungsdatum 27. 4. 1984. Einzelpreis dieses Heftes 26,90 DM. Alle Rechte vorbehalten. Nachdrucke, auch auszugsweise sowie anderweitige Vervielfältigungen sind nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlages gestattet.

Anzeigenverwaltung: Mensing GmbH + Co KG, Schützenwall 9-11, 2000 Norderstedt, Ruf (040) 5 25 20 11 und alle Werbemittler. Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 15.

Gesamtherstellung: Mensing GmbH + Co KG, Schützenwall 9-11, 2000 Norderstedt, Ruf (040) 5 25 20 11.