

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**

Dietmar Kienast Ergebnisse der UKW-Planungskonferenz Genf 1984

Hans Lazarus Ein Modell zur sprachlichen Kommunikation unter Störbedingungen
und deren Bewertung

Jürgen Käser Rundfunkempfänger mit Senderidentifikation ohne Zusatzsignale

Günter Schneeberger Zur optimalen Spektrumsformung von Fernsehtextsignalen

Reinhard Gorol Erzeugung definierter RF-Echos

*Werner Habermann,
Siegbert Herla, Gerhard Welz* Tagung des IEC Technical Committee No. 60 „Recording“

Joachim Bodesheim Zweites HFBC-Informationstreffen des IFRB zur Vorbereitung des zweiten Teils
der Kurzwellenkonferenz

Tagungen und Ausstellungen – Buchbesprechungen – Nachrichten – Persönliches

Zeitlupe in Studioqualität – im Betacam-Format



Betacam ist Bildaufnahme, -bearbeitung und -übertragung. Das System, das durch Studioqualität besticht, bietet jetzt durch BW-15 auch Zeitlupen- und Einzelbilddarstellung für höchste Ansprüche.

Nutzen Sie den Qualitätsvorsprung und den Kostenvorteil, indem Sie in einem System arbeiten – Betacam.

Durch umfangreiches Zubehör ist Betacam überall einzusetzen und

adaptierbar. Ein Programm von Kamerarecordern, portablen Aufnahme-/Wiedergabe-Geräten über Komponenten-Schnitteinheiten mit Zeitlupenmöglichkeit bis zum Multi-Cassetten-System Betacart für den programmierten Sendeablauf.

Broadcast total mit Betacam; informieren Sie sich.

SONY
Broadcast

Postfach 3012 49, 5000 Köln 30

RUNDFUNKTECHNISCHE MITTEILUNGEN

JAHRGANG 30

1986

Heft 2

INHALTSVERZEICHNIS :

Ergebnisse der UKW-Planungskonferenz Genf 1984 53 Dietmar Kienast	Erzeugung definierter RF-Echos 80 Reinhard Gorol
Ein Modell zur sprachlichen Kommunikation unter Störbe- dingungen und deren Bewertung 59 Hans Lazarus	Tagung des IEC Technical Committee No. 60 „Recording“ 82 Werner Habermann, Siegbert Herla, Gerhard Welz
Rundfunkempfänger mit Senderidentifikation ohne Zusatzsignale 73 Jürgen Kässer	Zweites HFBC-Informationstreffen des IFRB zur Vorberei- tung des zweiten Teils der Kurzwellenkonferenz 84 Joachim Bodesheim
Zur optimalen Spektrumsformung von Fernsehtextsignalen 76 Günter Schneeberger	Tagungen und Ausstellungen 86 Buchbesprechungen 87 Nachrichten 90 Persönliches 97

ERGEBNISSE DER UKW-PLANUNGSKONFERENZ GENF 1984¹

VON DIETMAR KIENAST

Manuskript eingegangen am 7. Februar 1986

UKW-Versorgung

Zusammenfassung

Der Aufsatz enthält Ergebnisse einer im Institut für Rundfunktechnik (IRT) in München erarbeiteten Analyse des offiziellen Frequenzplans Genf 1984 für den Bereich 87,5 bis 108 MHz.

Die sogenannte „Referenzsituation“ wird für die Sender in der Bundesrepublik Deutschland einschließlich Berlin (West), für die Deutsche Demokratische Republik und für 11 benachbarte Länder in Form von Gesamtübersichten dargestellt. Die rechnerisch ermittelten Werte der nutzbaren Feldstärke, der Reichweite, der Versorgungsfläche und der Bedeckungszahl werden für alle berücksichtigten Länder miteinander verglichen. Die Ergebnisse werden für die Frequenzbereiche 87,5 bis 100 MHz und 100 bis 108 MHz getrennt analysiert.

Summary Results of the VHF/FM Planning Conference, Geneva, 1984

The article sets out the results of an analysis of the Geneva Frequency Plan (1984) for the frequency range 87.5 to 108 MHz conducted by the Institut für Rundfunktechnik (IRT) in Munich.

The reference situation is presented in the form of general plans for transmitters in the Federal Republic of Germany, including West Berlin, for the German Democratic Republic and for eleven neighbouring countries. The values calculated by computer for the usable field-strengths, the transmission ranges, the service areas and the degree of coverage are compared between the different countries. The results are analysed separately for frequencies between 87.5 and 100 MHz and those between 100 and 108 MHz.

Sommaire Résultats de la Conférence de planification en 0.m de Genève en 1984

L'article expose les résultats d'une analyse du Plan officiel des fréquences de Genève (1984) pour la gamme de 87,5 à 108 MHz, effectuée à l'Institut für Rundfunktechnik (IRT) à Munich.

La situation de référence est présentée sous la forme de plans généraux pour les émetteurs de la République fédérale d'Allemagne avec Berlin-Ouest, pour la République démocratique allemande et pour onze pays voisins. Les valeurs calculées par ordinateur pour les champs utiles, les portées, les zones de service et le degré de couverture sont comparées entre tous les pays concernés. Les résultats sont analysés séparément pour les fréquences de 87,5 à 100 MHz et de 100 à 108 MHz.

1. Einleitung

Über die Ergebnisse des ersten Teils der UKW-Planungskonferenz, der 1982 stattfand und auf dem die technischen Planungsparameter festgelegt wurden, ist auf der letzten NTG-Tagung in mehreren Vorträgen berichtet worden. Der zweite Teil der Konferenz, dessen wichtigste Aufgabe die Erstellung des Frequenzplans für die Hörrundfunksender des Bereichs 87,5 bis 108 MHz war, ist im Dezember 1984 zu Ende gegangen. Über Ergebnisse des zweiten Teils

ist zwar in der ersten Jahreshälfte 1985 schon berichtet worden, jedoch stand dabei überwiegend das eigentliche Abkommen im Mittelpunkt der Ausführungen [1, 2].

Ziel dieses Aufsatzes ist es, den in Genf vereinbarten Frequenzplan auf der Basis der im IRT im Oktober dieses Jahres durchgeführten Rechnungen zu analysieren und die daraus resultierende Ausgangssituation, auch Referenzsituation genannt, in Form von Gesamtübersichten darzustellen. Dabei werden neben den Sendern in der Bundesrepublik Deutschland einschließlich Berlin (West) und in der DDR auch die Sender in den benachbarten Ländern, mit denen vor und während der Konferenz Koordi-

¹ Nach dem Manuskript eines Vortrages, gehalten auf der 7. Fachtagung Hörrundfunk der Nachrichtentechnischen Gesellschaft (NTG) in Mannheim, 12. bis 14. November 1985.

nierungsgespräche geführt wurden, berücksichtigt. Bedingt durch die zentrale Lage der Bundesrepublik sind dies insgesamt 11 Länder: Österreich (AUT), Belgien (BEL), Dänemark (DNK), Frankreich (F), Großbritannien (G), die Niederlande (HOL), Luxemburg (LUX), Polen (POL), Schweden (S), die Schweiz (SUI) und die Tschechoslowakei (TCH). Die Gesamtzahl der Sender in den genannten Ländern beträgt etwa 12 700. Dies ist etwa ein Viertel aller Sender des Frequenzplans.

Für eine bessere Beurteilung der Ergebnisse ist die Einteilung der Sender in verschiedene Leistungsgruppen von Vorteil. Gewählt wurde eine Unterteilung in 4 Gruppen, die sich schon bei früheren Analysen von Frequenzplänen als zweckmäßig erwies. Da der Frequenzplan für den Bereich 87,5 bis 100 MHz in erster Linie eine Modifizierung des Stockholmer Plans von 1961 darstellt, für den Bereich 100 bis 108 MHz aber eine absolute Neuplanung, sind die Ergebnisse in diesem Bericht für beide genannten Frequenzbereiche getrennt dargestellt. Diese Zweiteilung findet sich auch im Genfer Abkommen von 1984, wo der Frequenzplan in Teil 1 (unterhalb 100 MHz) und Teil 2 (oberhalb 100 MHz) aufgegliedert ist. Alle hier vorgestellten Ergebnisse gelten für Stereobetrieb.

2. Die Referenzsituation für den Frequenzplan Genf 1984

2.1. Leistungskonzepte bei den Sendernetzen

Schon vor Beginn des 1. Teils der UKW-Planungskonferenz zeichnet sich ab, daß in einigen Nachbarländern zum Teil recht unterschiedliche Leistungskonzepte für die Sendernetze eingeplant wurden. **Bild 1** zeigt die Anzahl der Sender, die im Frequenzplan des Genfer Abkommens von 1984 enthalten sind für die Bundesrepublik Deutschland einschließlich Berlin (West), für die DDR und die in der Einleitung genannten Nachbarländer. Die weiß markierten Säulen kennzeichnen den Bereich unter 100 MHz, die schraffierten den Bereich oberhalb 100 MHz. Das unterste Diagramm gilt für die Leistungsgruppe mit der kleinsten Leistung ($P < 1 \text{ kW}$), das oberste für die Leistungsgruppe mit der größten Leistung ($P \geq 100 \text{ kW}$). Dazwischen sind zwei weitere Leistungsgruppen mit $1 \text{ kW} \leq P < 10 \text{ kW}$ bzw. $10 \text{ kW} \leq P < 100 \text{ kW}$ angegeben.

Die oberste Leistungsklasse gibt einen Hinweis darauf, daß die in den einzelnen Ländern eingesetzte maximale Strahlungsleistung recht unterschiedlich ist. In BEL, S und SUI beträgt dieser Wert zwischen 50 und 60 kW, in F und G 250 kW und in D 100 kW bei 59 Sendern unter 100 MHz und 47 Sendern oberhalb 100 MHz (siehe **Bild 1**). Auffallend ist die große Anzahl von Sendern kleiner Leistung in unseren westlichen Nachbarländern BEL, F und HOL im Vergleich zur Bundesrepublik Deutschland.

In der DDR und den östlichen Nachbarländern Polen und Tschechoslowakei sind dagegen keine Sender kleiner Leistung eingeplant, hier wurden Netze mit großen Senderleistungen vorgesehen. Dies zeigt aber auch die ungünstige Situation für ein zentral gelegenes Land wie die Bundesrepublik Deutschland, welches praktisch als Pufferzone zwischen zwei Ländergruppen mit verschiedenen Leistungskonzepten

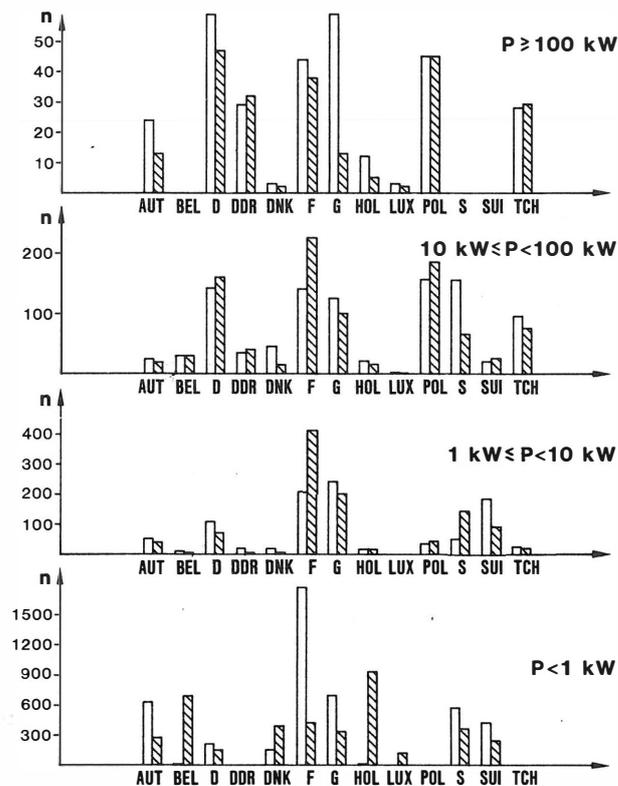
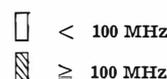


Bild 1

Ergebnisse der UKW-Planungskonferenz Genf 1984
Anzahl der Sender (n)



anzusehen ist und dies bei der Konzipierung des eigenen Sendernetzes auch berücksichtigen mußte.

2.2. Die nutzbare Feldstärke als wichtigstes Kriterium für die Referenzsituation

In Artikel 4 des Genfer Abkommens wurde festgelegt, daß für die Beurteilung zukünftiger Modifizierungen an Sendernetzen die Änderung der sogenannten nutzbaren Feldstärke an bestimmten Testpunkten zugrunde gelegt werden soll. Der Wert der nutzbaren Feldstärke, der sich aus dem vereinbarten Frequenzplan ergibt, ist somit als wichtigstes Kriterium für die Referenzsituation zu betrachten. Die technischen Kriterien für die rechnerische Ermittlung der nutzbaren Feldstärke sind in der Genfer Schlußakte ausführlich erläutert, es soll deshalb nicht näher darauf eingegangen werden. Da es jedoch häufig zu Verwechslungen bei den ähnlich lautenden Begriffen „nutzbare Feldstärke“ und „Nutzfeldstärke“ kommt, sind die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale dieser beiden technischen Parameter nochmals gegenübergestellt:

Nutzbare Feldstärke:

- keine Eigenschaft des Nutzsenders (nur abhängig von dessen Frequenz),
- Maß für die Gesamtheit der durch andere Rundfunksender auftretenden Interferenzstörungen,
- hohe nutzbare Feldstärke
→ ungünstige Empfangsbedingungen (starke Interferenzstörungen),

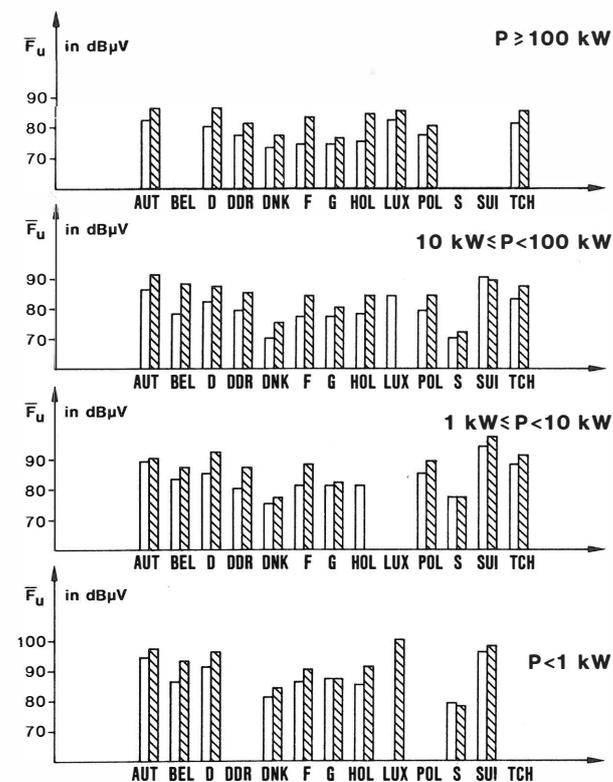


Bild 2

Ergebnisse der UKW-Planungskonferenz Genf 1984
Mittlere nutzbare Feldstärken (\bar{F}_u)

□ < 100 MHz
▨ ≥ 100 MHz

- Kriterium für die Referenzsituation und die Beurteilung späterer Modifikationen des Sendernetzes.

Nutzfeldstärke:

- Eigenschaft des Nutzsenders,
- Feldstärkewert, der sich aus den international vereinbarten Ausbreitungskurven rechnerisch ergibt,
- hohe Nutzfeldstärke
→ günstige Empfangsbedingungen.

Die nutzbare Feldstärke ist somit für die Beurteilung von Frequenzplänen von besonderer Bedeutung, da sie praktisch eine Aussage für die im Sendernetz zu erwartenden Interferenzstörungen und damit über die Güte des Frequenzplans zuläßt.

In **Bild 2** sind die nutzbaren Feldstärken, wieder nach Leistungsklassen und Frequenzbereich unterteilt, für die hier berücksichtigten Länder angegeben. Die Bezeichnung mittlere nutzbare Feldstärke deutet an, daß es sich hier um einen Mittelwert aller Sender handelt, die zu einer Leistungsklasse gehören. Bei den zugehörigen Berechnungen sind die sogenannten ungelösten Fälle entsprechend Teil 3 des Genfer Frequenzplans nicht enthalten. Davon sind in den betrachteten Ländern 12 Fälle in Österreich, 5 Fälle in der Bundesrepublik Deutschland, 7 Fälle in Frankreich, 13 Fälle in der Schweiz und 16 Fälle in der Tschechoslowakei betroffen. Gemäß den Vereinbarungen im Genfer Abkommen sind diese Fälle

bei der Ermittlung der Referenzsituation nicht zu berücksichtigen.

Die in **Bild 2** angegebenen Werte gelten für den Senderstandort und eine Empfangsantenne ohne Richtwirkung. Am Rande des Versorgungsgebietes würde sich im Mittel ein etwa 8 dB niedrigerer Wert ergeben aufgrund des zu berücksichtigenden Vor/Rückverhältnisses von 12 dB für die vereinbarte Empfangsrichtantenne.

Bild 2 zeigt, daß die mittlere nutzbare Feldstärke in der untersten Leistungsklasse für jedes Land im allgemeinen am höchsten und in der obersten Leistungsklasse am niedrigsten ist. Diese Abstufung der nutzbaren Feldstärke – je höher die Senderleistung, desto niedriger der Wert für die nutzbare Feldstärke – ist ein wichtiges Ziel bei der Aufstellung des Frequenzplans in der Bundesrepublik Deutschland gewesen, da für Sender mit wichtigen Versorgungsaufgaben auch ein größerer Schutz vor Interferenzstörungen anzustreben ist.

In der Bundesrepublik Deutschland beträgt die mittlere nutzbare Feldstärke am Senderstandort für Sender unterhalb 100 MHz (bzw. oberhalb 100 MHz) in der untersten Leistungsgruppe etwa 91 dB (bzw. 96 dB), in der zweitniedrigsten Leistungsgruppe 85 dB (bzw. 91 dB), in der zweitobersten 82 dB (bzw. 87 dB) und in der obersten Leistungsgruppe 80 dB (bzw. 86 dB). Auffallend sind die wesentlich ungünstigeren Werte im Frequenzbereich oberhalb 100 MHz, welches auch für unsere Nachbarländer mit sehr wenigen Ausnahmen (z. B. Schweden) zutrifft. Dieser Unterschied zwischen den beiden Frequenzbereichen ist somit kennzeichnend für den gesamten Frequenzplan im mitteleuropäischen Raum. Die Gründe dafür sind im wesentlichen unterschiedliche Sender- und Leistungsdichten in den beiden Frequenzbereichen, wie später noch gezeigt wird.

Vergleicht man die mittleren nutzbaren Feldstärken zwischen den einzelnen Ländern in den beiden oberen Leistungsklassen, so fallen besonders die günstigen Werte für die skandinavischen Länder DNK und S bzw. für die Länder F, G und HOL auf. Ein Grund dafür ist sicherlich in der geographischen Entkopplung von großen Landesteilen gegenüber Interferenzstörungen aus Nachbargebieten zu sehen.

2.3. Versorgungsgebiete und mittlere Reichweiten

Die nutzbare Feldstärke ist also für die Beurteilung eines Frequenzplans von besonderer Bedeutung, da sie eine Aussage über die zu erwartenden Interferenzstörungen an beliebigen Empfangspunkten zuläßt. Daraus folgt aber, daß man mit Hilfe der nutzbaren Feldstärke auch dasjenige Gebiet rechnerisch ermitteln kann, wo die Interferenzstörungen ein bestimmtes Maß nicht überschreiten, wo also die vereinbarte Empfangsqualität zu erwarten ist.

In Sendernähe ist die Nutzfeldstärke immer größer als die nutzbare Feldstärke. Mit wachsender Entfernung vom Sender nimmt die Nutzfeldstärke ab, und es existiert vom Nutzsender ausgehend in jeder Richtung im allgemeinen ein Punkt, an dem die Nutzfeldstärke gleich der nutzbaren Feldstärke ist. Verbindet man diese Punkte miteinander, so erhält man eine Linie, die den Nutzsender umgibt und Interferenzkontur genannt wird. Der Flächeninhalt innerhalb

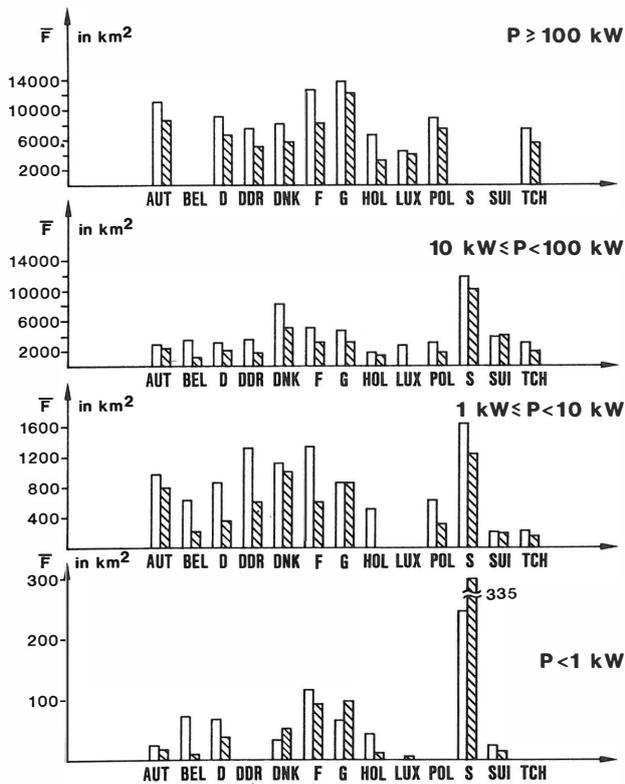


Bild 3

Ergebnisse der UKW-Planungskonferenz Genf 1984
Mittlere Versorgungsflächen (\bar{F})

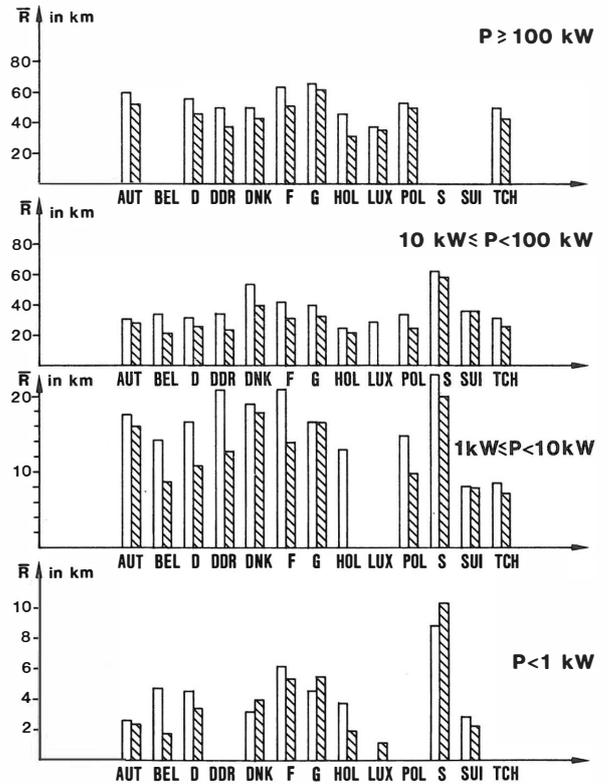
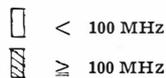
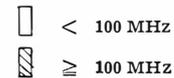


Bild 4

Ergebnisse der UKW-Planungskonferenz Genf 1984
Mittlere Reichweiten (\bar{R})



dieser Interferenzkontur wird hier „Versorgungsfläche“ genannt, obwohl dieser sich vom wahren Versorgungsgebiet des Nutzsenders im allgemeinen unterscheidet. Die Berechnung der Interferenzkontur, innerhalb derer die vereinbarte Empfangsqualität zugrunde liegt, erfolgte nach den Kriterien der Genfer Schlußakte. Dabei wurde auch die vereinbarte Richtempfangsantenne für Stereo benutzt.

Aus der Definition des hier verwendeten Begriffs „Versorgungsfläche“ läßt sich auch der hier verwendete Begriff „mittlere Reichweite“ ableiten. Die mittlere Reichweite eines Senders ist der rechnerisch ermittelte Radius eines Kreises, der den gleichen Flächeninhalt besitzt wie die „Versorgungsfläche“.

Bild 3 zeigt die mittleren Versorgungsflächen für die vier Leistungsgruppen und **Bild 4** die daraus resultierenden mittleren Reichweiten. Die mittlere Versorgungsfläche eines Senders großer Leistung liegt bei den untersuchten Ländern unterhalb 100 MHz zwischen etwa 4300 km² (Luxemburg) und etwa 13 700 km² (Großbritannien). Diesen Flächen entsprechen Reichweiten von 37 bzw. 66 km. Die Versorgungsfläche eines Senders unterhalb 100 MHz in der obersten Leistungsklasse beträgt für die Bundesrepublik Deutschland im Mittel etwa 9400 km², welches einer mittleren Reichweite von 55 km entspricht.

Wie schon aus den Ergebnissen für die nutzbare Feldstärke zu erwarten war, sind oberhalb 100 MHz Versorgungsflächen und Reichweiten der Sender klei-

ner als unterhalb. Die **Bilder 3** und **4** zeigen, daß dies für alle betrachteten Länder in der obersten Leistungsklasse gilt und mit wenigen Ausnahmen (SUI, G, S) auch für die übrigen Leistungsklassen.

In der Bundesrepublik Deutschland beträgt dieser Unterschied zwischen den beiden Frequenzbereichen etwa 30 % für die Versorgungsfläche und etwa 17 % für die mittlere Reichweite der Sender in der obersten Leistungsklasse. In anderen Ländern treten zum Teil größere Unterschiede auf (z. B. Niederlande).

Auffallend sind die großen Versorgungsflächen und Reichweiten der Sender in Schweden für alle Leistungsklassen. So erreicht ein schwedischer Sender unterhalb 100 MHz der zweitobersten Leistungsklasse eine so große Versorgungsfläche, wie sie in der obersten Leistungsklasse nur in Frankreich und Großbritannien erreicht wird. Die Reichweiten der Sender in der untersten Leistungsklasse liegen, abgesehen von den schwedischen Sendern, zwischen 1 und 6 km. Bekanntlich wird in mehreren Ländern für diese Sender die Ausstrahlung von Lokalprogrammen vorgesehen, für die in den einzelnen Ländern sehr unterschiedlich große Versorgungsgebiete zu erwarten sind (zwischen 4 und 52 km²).

2.4. Senderdichten, Leistungsdichten und Bedeckungszahlen

Worin liegen nun die Gründe für die unterschiedlichen nutzbaren Feldstärken und die Versorgungsflächen bei Sendern gleicher Leistung? Um diese

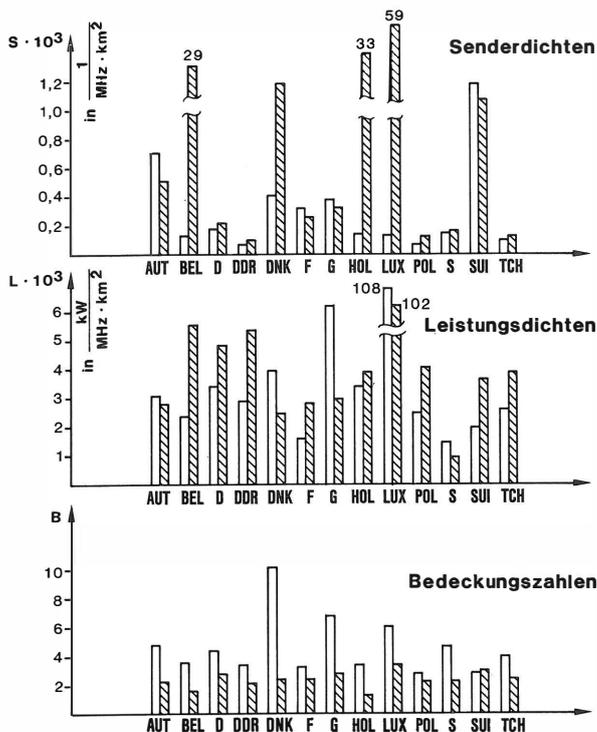


Bild 5

Ergebnisse der UKW-Planungskonferenz Genf 1984

- < 100 MHz
- ≥ 100 MHz

Senderdichte (S):

$$S = \frac{n}{\Delta f \cdot A} \quad \left(\frac{1}{\text{MHz} \cdot \text{km}^2} \right)$$

n = Anzahl der Sender
 Δf = Breite des Frequenzspektrums in MHz
 A = Fläche des Landes in km²

Leistungsdichte (L):

$$L = \frac{P_G}{\Delta f \cdot A} \quad \left(\frac{\text{kW}}{\text{MHz} \cdot \text{km}^2} \right)$$

P_G = Gesamtleistung der Sender in kW

Bedeckungszahl (B):

$$B = \frac{F_G}{A}$$

F_G = Gesamtversorgungsfläche aller Sender in km²

Frage zu beantworten, sind die Senderdichten und Leistungsdichten des Genfer Plans näher untersucht worden.

Im oberen Teil von **Bild 5** sind die Senderdichten für die einzelnen Länder angegeben. In der Bildunterschrift ist der verwendete Begriff der Senderdichte näher erläutert. Die Senderdichte ist danach die Anzahl der Sender, bezogen auf die Breite des Frequenzspektrums und die Fläche des Landes. So bedeutet z. B. der Wert von $S = 0,21 \cdot 10^{-3} / \text{MHz} \cdot \text{km}^2$ für D (**Bild 5**), daß auf unserer Landesfläche, die etwa 250 000 km² beträgt, 52 Sender je MHz oberhalb 100 MHz vorhanden sind. Für unterhalb 100 MHz ergeben sich in D aus $S = 1,7 \cdot 10^{-3} / \text{MHz} \cdot \text{km}^2$ 42 Sender je MHz.

In **Bild 5** deutlich erkennbar sind die hohen Senderdichten in Belgien, Dänemark, Holland und Luxemburg, den Ländern mit lokalen Sendernetzen

oberhalb 100 MHz. In der DDR, in Polen und der Tschechoslowakei haben die Senderdichten unterhalb bzw. oberhalb 100 MHz vergleichbare Werte. Die Alpenländer Österreich und die Schweiz weisen hohe Senderdichten auf, die aufgrund der topographischen Struktur und der damit verbundenen schwierigen Versorgungsaufgaben erforderlich sind. Vergleicht man die Frequenzbereiche oberhalb und unterhalb 100 MHz, so wird deutlich, daß mit Ausnahme der Länder AUT, F, G und SUI die Senderdichten oberhalb 100 MHz zum Teil erheblich größer sind.

In der Mitte des **Bildes 5** sind die Leistungsdichten angegeben. Der Begriff der Leistungsdichte ist in der Bildunterschrift erläutert. Er entspricht der Senderdichte mit dem Unterschied, daß an die Stelle der Senderanzahl die Gesamtleistung der Sender tritt. Die Leistungsdichten oberhalb 100 MHz sind bei der überwiegenden Anzahl der Länder erheblich größer als unterhalb 100 MHz. Dies gilt insbesondere für Belgien und die DDR. Auffallend sind die geringen Leistungsdichten in den Ländern Frankreich und Schweden, die gleichzeitig die größten Flächen der untersuchten Länder besitzen.

Welche Angaben lassen sich nun zu der Anzahl der realisierbaren flächendeckenden Programme machen? Zur Beantwortung dieser Frage kann man die sogenannte Bedeckungszahl ermitteln. Unter Bedeckungszahl soll hier der Quotient aus der Gesamtversorgungsfläche aller Sender des Frequenzteilbereichs und der zugehörigen Fläche des Landes verstanden werden. Es ergeben sich die im unteren Teil von **Bild 5** dargestellten Bedeckungszahlen, die als Richtwert für die zu erwartende Anzahl der flächendeckenden Programme angesehen werden können. Dabei muß berücksichtigt werden, daß die Gesamtversorgungsfläche durch Addition der Einzelversorgungsflächen berechnet wurde, d. h. keine Berücksichtigung von auftretenden Überlappungsgebieten erfolgte.

Die Bedeckungszahlen liegen für den Bereich unterhalb 100 MHz für die untersuchten Länder, abgesehen von Dänemark, zwischen 2,8 (SUI) und 6,7 (G). Für die Bundesrepublik Deutschland ergibt sich eine Bedeckungszahl von 4,3. Die hohe Bedeckungszahl für Dänemark erklärt sich aus dem hohen Seeanteil der berechneten Versorgungsflächen.

Oberhalb 100 MHz liegen die Bedeckungszahlen, abgesehen von Holland, Belgien und Luxemburg (Lokalnetze bzw. kleine Landesfläche), zwischen 2,1 (DDR, S) und 2,9 (SUI). Die Unterschiede zwischen den einzelnen Ländern sind also wesentlich geringer als im Frequenzbereich unterhalb 100 MHz.

3. Schlußbetrachtungen

Die mittlere nutzbare Feldstärke am Senderstandort, die als wichtigstes Kriterium für die Beurteilung des Genfer Plans 1984 betrachtet werden kann, liegt für die betrachteten Länder unterhalb 100 MHz für die Sender großer Leistung zwischen 73 und 82 dB. Der entsprechende Wert für den Bereich oberhalb 100 MHz liegt zwischen 77 und 86 dB. Dieser im Mittel um 4 dB höhere Wert führt zu kleineren Versorgungsgebieten und damit zu ungünstigeren Reichweiten der Sender oberhalb 100 MHz. Ein wesent-

licher Grund dafür sind höhere Senderdichten und Leistungsdichten der Sender oberhalb 100 MHz.

Die in Abschnitt 2.4. definierten Bedeckungszahlen, die als Richtwert für die Anzahl der realisierbaren flächendeckenden Programme angesehen werden können, sind für die einzelnen Länder unterhalb 100 MHz recht unterschiedlich. Es ergeben sich Werte zwischen 2,8 und 6,7. Oberhalb 100 MHz weichen die Bedeckungszahlen nur geringfügig voneinander ab. Sie liegen zwischen 2,1 und 2,9.

Die Bedeckungszahlen für die Bundesrepublik Deutschland einschließlich Berlin (West) betragen 4,3 unterhalb und 2,7 oberhalb 100 MHz. Berücksichtigt man, daß etwa $3\frac{1}{2}$ flächendeckende Programmketten im Bereich 87,5 bis 100 MHz betrieben werden können, so kann man aus dem Verhältnis der genannten Bedeckungszahlen ableiten, daß sich oberhalb 100 MHz bei gleicher Empfangsqualität etwas mehr als 2 flächendeckende Programme realisieren lassen.

SCHRIFTTUM

- [1] Kienast, D.: Die Zweite Sitzungsperiode der regionalen UKW-Rundfunkkonferenz. Rundfunktech. Mitt. 29 (1985), S. 108 bis 111.

- [2] Kienast, D.; Niemann, W.; Stahl, D.: Die Zweite Sitzungsperiode der regionalen UKW-Rundfunkkonferenz. Tagungsbericht Nr. 3/85. Hrsg. v. Institut für Rundfunktechnik, München 1985.

- [3] CCIR: Final Acts of the Regional Administrative Conference for the Planning of VHF Sound Broadcasting (Region 1 and Part of Region 3). Hrsg. v. d. UIT, Genf 1984.

Der Autor



Dipl.-Ing. Dietmar Kienast (41) studierte Nachrichtentechnik/Informatik an der Technischen Universität Hannover. Seit 1973 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Rundfunktechnik, München. Seine Arbeitsgebiete sind Rundfunkversorgung und Frequenzplanung.

EIN MODELL ZUR SPRACHLICHEN KOMMUNIKATION UNTER STÖRBEDINGUNGEN UND DEREN BEWERTUNG¹

VON HANS LAZARUS

Manuskript eingegangen am 21. Oktober 1985

Sprachverständlichkeit

Zusammenfassung

Es werden anhand eines einfachen Modells die physikalischen Zusammenhänge während einer sprachlichen Kommunikation entwickelt. Auf Grundlage des Artikulationsindex werden die Einflüsse des Sprechers, des Hörers, des Geräusches, der Sprechweise, der Entfernung der Gesprächspartner, des Gehörschutzes, des Hörverlustes, der Nachhallzeit diskutiert und qualitativ abgeschätzt. Die Anstrengung des Sprechers und die Belastung des Hörers wurden in Experimenten ermittelt und aus diesen Belastungsstufen für unterschiedliche Gesprächssituationen angegeben. Dargestellt werden für Gespräche, die durch Geräusche gestört werden, Kurven gleicher Belastungsstufen und Höchstwerte für Geräuschpegel.

Summary Evaluation of a model for voice communication in poor conditions

A simplified model serves to determine the physical relationships occurring during voice communication. As a function of the articulation index, the author examines and qualitatively evaluates the influence of the speaker, the listener, noise, the speaker's elocution, the distance between the speaker and listener, the acoustic projection, the listener's auditory acuity and the reverberation time. The effort made by the speaker and the attention demanded of the listener are determined experimentally and indicated on this basis for different conversation situations. Curves relating the necessary attention on the part of the listener to equivalent maximum noise levels are given for conversations affected by noise.

Sommaire Evaluation d'un modèle de communication verbale dans des conditions médiocres

Un modèle simplifié permet de déterminer les relations physiques intervenant au cours d'une communication verbale. A partir de l'indice d'articulation, l'auteur examine et évalue qualitativement l'influence du locuteur, de l'auditeur, du bruit, de l'élocution, de l'éloignement de l'interlocuteur, de la protection acoustique, de l'acuité auditive et du temps de réverbération. L'effort du locuteur et la sollicitation de l'auditeur sont déterminés expérimentalement et indiqués pour différentes situations de conversation. Des courbes d'équivalence entre le degré de sollicitation et les valeurs maximales de niveau de bruit sont données pour des conversations perturbées par du bruit.

1. Einleitung

Die Beschreibung der sprachlichen Kommunikation anhand physikalischer Parameter bezieht sich vor allem auf den Sprecher (u. a. Pearsons et al. 1977), die Schallausbreitung vom Sprecher zum Hörer (u. a. Houtgast et al. 1980) und den Hörer (u. a. Kryter 1962). Zusammenfassende Darstellungen der Gesprächssituation und deren Störung durch Geräusche wurden von Beranek (1947), Kryter (1962), Webster (1979, 1984), Lazarus et al. (1985), Lazarus (1986) vorgenommen. Bei der Beschreibung der Kommunikation unter Störbedingungen wurde zwar die Sprechweise des Sprechers und die Sprachverständlichkeit des Hörers erfaßt, jedoch wurde die Anstrengung bzw. die Behinderung der Gesprächspartner nur am Rande diskutiert.

Im folgenden wird versucht, anhand eines einfachen physikalischen Modells der Gesprächssituation

- die akustischen Parameter der sprachlichen Kommunikation sowie ihrer Beeinträchtigungen zu beschreiben und
- die Belastungen der Gesprächspartner unter unterschiedlichen Störbedingungen in das Modell mit einzubeziehen.

Dabei sollen auch Aktivitäten (Webster 1983, Lazarus 1983, Plomp et al. 1983) der letzten Jahre einbezogen werden, um gesicherte Erkenntnisse für die Erstellung von Standards vorzuschlagen (Lazarus 1986).

2. Sprecher-Hörer-Relation

Zur sprachlichen Kommunikation gehören ein Sprecher und ein Hörer, wobei beide Personen diese Rolle ständig wechseln. Das Gespräch wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst (**Bild 1**). Der Sprecher spricht unterschiedlich laut. Sein Sprachschall wird gestört durch Geräusche sowie durch Nachhall und erreicht so den Hörer. Das Verstehen der Sprache ist wesentlich vom Signal-Geräuschverhältnis beim Hörer abhängig, d. h. vom Pegel der Sprache beim Sprecher, von der Entfernung Sprecher - Hörer und vom Geräuschpegel. Aber man muß auch die Halligkeit und die Größe des Raumes, die Art der Kommunikation (intimes Gespräch, Schreien, Vortrag), das Training des Sprechers, das Hörvermögen der Personen, das benutzte Sprachmaterial, die Sprachkompetenz (Zweitsprache), das Spektrum des Geräusches und das Tragen von Gehörschutz in Rechnung stellen.

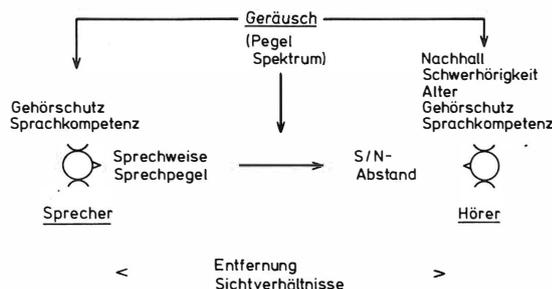


Bild 1

Einflussfaktoren der sprachlichen Kommunikation

¹ Aufsatz zum Kolloquium anlässlich des 80. Geburtstages von Prof. Dr.-Ing. Lothar Cremer im IRT, München, 21. September 1985.

2.1. Der Sprecher

Der Sprecher spricht je nach Absicht oder Art des Gesprächs mit einer unterschiedlichen Sprechweise, d. h. er flüstert, spricht normal oder schreit (**Tabelle 1**). Die unterschiedliche Sprechweise bedingt einen verschieden hohen Schallpegel der Sprache (L_{SA})², der üblich in 1 m Entfernung vom Sprechermund gemessen bzw. angegeben wird.

Sprechweise	Schallpegel $L_{SA, 1m}$
flüstern	36 dB
leise sprechen	42 dB
entspannt (p) sprechen	48 dB
entspannt, normal (p) sprechen	54 dB
normal, angehoben (p) sprechen	60 dB
angehoben sprechen	66 dB
laut sprechen	72 dB
sehr laut sprechen	78 dB
schreien	84 dB
maximal schreien	90 dB
maximal schreien (in Einzelfällen)	96 dB

Tabelle 1

Schallpegel der Sprecher ($L_{SA, 1m}$) in 1 m vor dem Sprechermund für angegebene Sprechweisen
p = im privaten Bereich

Spricht der Sprecher in einer geräuscherfüllten Umgebung, so spricht er automatisch lauter als in Ruhe. Dieser Effekt wird als Lombardeffekt bezeichnet (**Bild 2**). Eine Auswertung mehrerer Untersuchungen (u. a. Pearsons et al. 1977, Heusden et al. 1979, Lazarus et al. 1985) ergibt, daß bei steigenden Geräuschpegeln (L_{NA}) die Person etwa um 0,4 bis 0,7 dB lauter spricht, wenn der Geräuschpegel an ihren Ohren um 1 dB ansteigt. Bis zu einem Geräuschpegel von $L_{NA} = 30$ bis 40 dB (A) hat der Pegel des Störgeräusches kaum einen Einfluß auf die Höhe des Sprechpegels, er wird mit $L_{SA, 1m} = 45$ bis 55 dB angenommen. Bei steigenden Geräuschpegeln muß der Sprecher, um seine eigene Sprache noch hören zu können (ohne akustische Rückkopplung der eigenen Sprache kann man weniger genau artikulieren), den Pegel seiner eigenen Sprache erhöhen. Er hebt seinen Sprechpegel aber im Durchschnitt nur etwa halb soviel gegenüber der Zunahme des Geräuschpegels an ($c = L_{SA}/L_{NA} \approx 0,5$ dB/1 dB). Das mag damit zusammenhängen, daß der Sprecher zwischen dem Verstehen der eigenen Sprache und der Anstrengung durch das laute Sprechen für sich selbst ein Optimum sucht. In einem Vergleich von Schulklassen (Pearsons et al. 1977) mit unterschiedlichen Störgeräuschpegeln konnte gezeigt werden, daß bei Lehrern der Anstieg des Sprechpegels pro Zunahme des Ge-

² Da in der Regel der Mittelungspegel benutzt wird, wird der Index m meistens weggelassen.

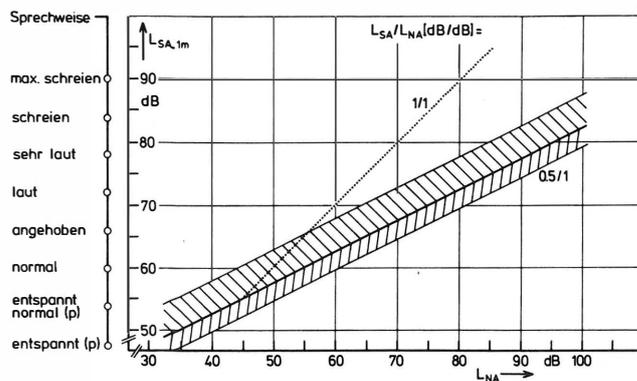


Bild 2

Der Sprechpegel (Mittelungspegel: $L_{SA, 1m}$) bzw. die Sprechweise des Sprechers in Abhängigkeit vom Geräuschpegel (Mittelungspegel: L_{NA}) am Ohr des Sprechers für die mittlere Zunahme des Sprechpegels pro 1 dB Anstieg des Geräuschpegels

$$c = L_{SA}/L_{NA} = 0,5 \text{ dB/1 dB (Lombardeffekt) und } c = 1 \text{ dB/1 dB} \\ \text{beispielsweise für Lehrer/-innen}$$

räuschpegels etwa $c = 1$ dB/1 dB beträgt. Der Lehrer steuert seinen Sprechpegel so, daß auch in der letzten Stuhlreihe des Klassenraumes etwa ein Signal-Geräuschabstand von $L_{SNA} = 10$ dB vorliegt; damit ist unabhängig von der Höhe des Geräuschpegels jeweils die gleiche Sprachverständlichkeit gewährleistet.

Berücksichtigt man diese Beobachtungen, kann man vermuten, daß durch einen weitgehend automatisierten Regelprozeß der Sprecher seinen Sprechpegel um etwa 0,5 dB pro 1 dB Störgeräusch anhebt ($c = 0,5$), wenn an den Sprecher keine besonderen Anforderungen gestellt werden. Verstärkte Forderungen an den Sprecher (z. B. Vortrag vor mehreren Zuhörern in einem großen Raum) einerseits bzw. entspannte Situationen (intimes Gespräch, das Gespräch soll nicht von anderen gehört werden) andererseits können den Sprecher veranlassen, seinen Sprechpegel beim gleichen Geräuschpegel entweder zu erhöhen bzw. zu senken. Dieser Sachverhalt wird durch das schraffierte Feld in **Bild 2** bzw. durch den Sprechpegelzuschlag ΔL_S berücksichtigt. So beeinflussen zusätzlich auch andere Faktoren wie Größe und Halligkeit des Raumes, die Entfernung zum Hörer, das Tragen von Gehörschutz, die Art der Kommunikation (Vortrag, intimes Gespräch) die Art der Sprechweise.

2.2. Der Hörer

Die Sprachverständlichkeit ist im wesentlichen vom Signal-Geräuschabstand am Ohr des Hörers (**Bild 3**), aber auch von der Höhe des Sprechpegels (u. a. Kryter 1946, Lazarus-Mainka & Lazarus 1984) und dem Nachhall des Raumes (u. a. Houtgast 1980), von der Art des Sprachmaterials (**Bild 3**) und vom Hörvermögen der Person, dem benutzten Gehörschutz (u. a. Kryter 1970, Abel et al. 1982) abhängig; aber auch die Kompetenz (Zweitsprache, u. a. Gat & Keith 1978) und das Alter (Elliott 1979) des Hörers, das Training des Sprechers und das Spektrum des Geräusches bestimmen die Sprachverständlichkeit (zusammengefaßt von Lazarus et al. 1985). Häufig benutztes Sprachmaterial sind sinnlose Silben, ein-

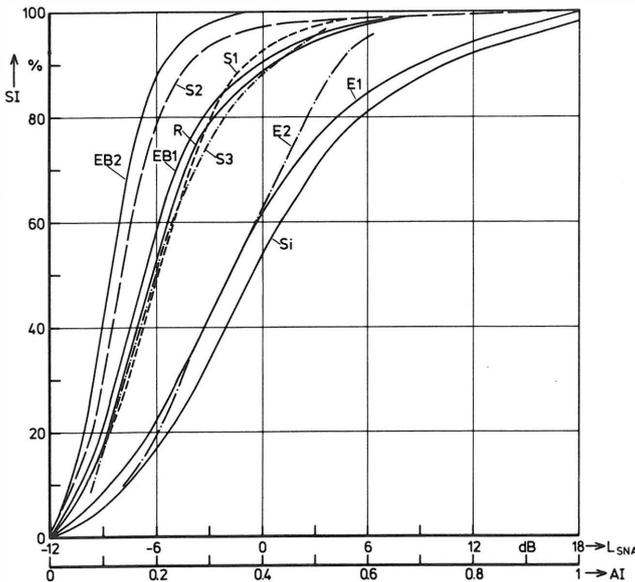


Bild 3

Sprachverständlichkeit (SI) für sinnlose Silben (Si), Einsilber (E), Sätze (S) für einen begrenzten Einsilbertext (EB), einen Reimtest (R) in Abhängigkeit vom Artikulationsindex (AI) oder, wenn dieser nicht bekannt ist, vom Signal-Geräuschabstand (L_{SNA})

Die Kurven Si, E1, S1, S2, EB1, EB2, R gelten für Sprechpegel bei etwa $L_{SA} = 65$ dB und wurden mit trainierten Personen durchgeführt

- | | |
|--|-----------------------------------|
| Si = Sinnlose Silben (Konsonant-Vokal-Konsonant) | } ISO-4870 (1975) |
| E1 = Englische Einsilber (600 bis 1000 unterschiedliche Wörter, phonetisch ausbalanciert) | |
| S1 = Schlüsselwörter in einfachen englischen Sätzen, erste Darbietung für den Hörer | |
| R = Reimtest (50 Gruppen von 6 englischen Einsilbern) | } Kryter (1970) |
| EB1 = Einsilbertest begrenzten Umfangs (256 englische Einsilber, die dem Hörer bekannt sind und ihm vorliegen) | |
| S2 = Schlüsselwörter in einfachen englischen Sätzen, die dem Hörer bekannt sind | } Kryter (1970) |
| EB2 = Einsilbertest begrenzten Umfangs (32 englische Einsilber, die dem Hörer bekannt sind und ihm vorliegen) | |
| E2 = Deutsche Einsilber nach DIN 45 621 | } Lazarus & Lazarus-Mainka (1979) |
| S3 = Deutsche Sätze, erste Darbietung für den Hörer | |

silbige Worte, Reimworte, Zahlwörter, Sätze. Sinnlose Silben werden nur zur akustischen Prüfung von Auditorien benutzt. Für die Verständlichkeit am Arbeitsplatz und im Wohnbereich ist es üblich und zweckmäßig, diese auf der Grundlage von einsilbigen Worten (DIN 45 621) zu bestimmen: Die Verständlichkeit von Einsilbern ist gut reproduzierbar, für die Praxis leicht vorstellbar und gut zu interpretieren. Dagegen ist die Verständlichkeit von Sätzen für die Praxis nur schlecht nutzbar, da durch die sehr unterschiedliche Art von Sätzen diese teilweise so leicht verständlich sein können wie Zahlwörter, aber auch so schwer verständlich sein können wie Einsilber (Kalikow et al. 1977). Reimworte eignen sich zur differenzierten Analyse des Konsonant- bzw. Vokalverhaltens (Sotscheck 1982).

3. Ein einfaches physikalisches Modell zur Beschreibung der sprachlichen Kommunikation

Im folgenden wird versucht, die Parameter der sprachlichen Kommunikation, deren Einflußfaktoren und Wirkungsweise quantitativ zu beschreiben. Dabei soll versucht werden, das Modell so zu gestalten, daß die wesentlichen Bedingungen der sprachlichen Kommunikation, d. h. das Sprechen, die Schallausbreitung zum Hörer und das Hören beschreibbar werden.

3.1. Der Schallpegel des Sprechers

Ist das Störgeräusch beim Sprecher bekannt [$L_{NA}(S)$], kann mit Hilfe des Lombardeffektes der Sprechpegel ($L_{SA, 1m}$) abgeschätzt werden (Pearsons et al. 1975, Lazarus et al. 1985). Der Einfachheit halber wird hier näherungsweise eine lineare Beziehung angenommen (Bild 2):

$$L_{SA, 1m} = c (L_{NA} - 44 \text{ dB}) + 54 \text{ dB} + \Delta L_S, \quad c = 0,5 \quad (1)$$

wobei $\Delta L_S = (-3 \text{ bis } +6) \text{ dB}$ ist. Der Korrekturwert ΔL_S beschreibt die Möglichkeit des Sprechers, in gewissen Grenzen unabhängig von der Höhe des Störgeräusches, seine Sprechweise individuell zu verändern und seinen Sprechpegel damit den gegebenen Bedingungen anzupassen. Geschrieene Sprache ($L_{SA, 1m} > 75 \text{ dB}$) hat bei einem gleichen Signal-Geräuschverhältnis eine geringere Verständlichkeit als normal laut gesprochene Sprache (Pickett 1956, Rostolland & Parant 1973, Lazarus-Mainka & Lazarus 1984, Lazarus-Mainka & Raschdorf 1985, Rostolland 1982 und 1985). Deswegen wird der Sprechpegel um eine entsprechende Korrektur (K_{S2}) verringert:

$$K_{S2} = \max [0,4 (L_{SA, 1m} - K_{S1} - 75 \text{ dB}); 0 \text{ dB}] \quad (2)$$

Trägt der Sprecher Gehörschutz, liegt sein Sprechpegel um

$$K_{S1} = 4 \text{ dB} \quad (3)$$

niedriger (Kryter 1946, Howell & Martin 1975, Hörmann et al. 1984). Es ergibt sich somit ein effektiver Sprechpegel von

$$L_{SA, 1m(1)} = L_{SA, 1m} - K_{S1} - K_{S2} \quad (4)$$

3.2. Modell der Störung von Sprache durch Geräusche und Nachhall

Die Sprache wird auf dem Übertragungsweg durch Geräusche und Nachhall gestört. Nimmt man den Sprachschall als eine amplitudenmodulierte Schwingung an, lassen sich diese Störungen innerhalb dieser Schwingung als Verringerung des Modulationsgrades berücksichtigen.

Der Sprachschall kann als eine amplitudenmodulierte Schwingung aufgefaßt werden, wobei der Träger der Schwingung eine Sinusschwingung ist, deren Frequenzen gleich der Mittenfrequenzen der Oktaven im Hörschallbereich sind ($f_i = 125 \text{ Hz}, 250 \text{ Hz}, 500 \text{ Hz}, 1 \text{ kHz}, 2 \text{ kHz}, 4 \text{ kHz}, 8 \text{ kHz}$) und die Modulationsschwingungen bei Frequenzen von $f_j = 0,25$ bis 25 Hz liegen. Die Modulationsschwingung wird als Hüllkurve des Sprachschalls bezeichnet, in der die wesentliche Information übermittelt wird. Messungen des Modulationsgrades von Sprachschall (Houtgast & Steeneken 1972) ergaben, daß in den Oktaven von $250 \text{ Hz}, 1 \text{ kHz}, 4 \text{ kHz}$ der Modulationsgrad (m) einen ähnlichen Verlauf hat: Bei 2 bis 6 Hz liegt er

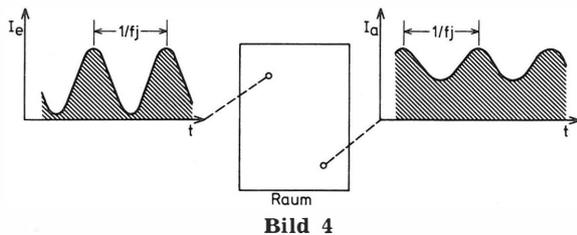


Bild 4

Das gesendete Intensitätssignal (I_e , sprachähnliches Spektrum, Modulationsgrad 1) und das empfangene Intensitätssignal (I_a , Modulationsgrad < 1) mit der Modulationsfrequenz ($f_j < 50$ Hz) für einen Raum

bei $m = 0,5$ bis 1 und fällt nach hohen und tieferen Frequenzen ab und liegt bei 0,25 Hz und 25 Hz bei etwa 0,05. Der Modulationsgrad von Sprache liegt etwa zwischen $m = 0,01$ bis 0,99, d. h. die Dynamik der Hüllkurve (Envelope) der Sprache umfaßt etwa 30 dB (Beranek 1947) bis 40 dB. Die Störung des Sprachschalls durch Geräusche und Nachhall bewirkt, daß die modulierte Schwingung des Sprechers mit einem maximalen Modulationsgrad von $m = 1$ beim Hörer mit einem niedrigeren Modulationsgrad ankommt (Bild 4). Dieser Modulationsgrad von gestörter Sprache liegt bei $m = 0,03$ bis 0,97 und entspricht einem Signal-Geräuschabstand von $L_{SN} = (-15$ bis $+15)$ dB. Diese beschriebene amplitudenmodulierte Schwingung der Sprache kann für jede einzelne Oktave (i) des Spektrums angenommen werden. Innerhalb einer Oktave kann durch eine Mittelung des Signal-Geräuschabstandes über den Bereich der Modulationsfrequenzen ($f_j = 0,25$ bis 25 Hz) ein mittlerer Signal-Geräuschabstand ($L_{SN(i)}$) für jede Oktave ermittelt werden. Wird der Sprechschall auf seinem Übertragungsweg zum Hörer nicht nur durch Geräusche, sondern auch durch Nachhall gestört, spricht man von einem effektiven Signal-Geräuschabstand ($L_{SN(T)}$).

Steeneken & Houtgast (1980) haben den Sprachübertragungsindex (Speech Transmission Index, STI) entwickelt, der alle relevanten physikalischen Einflußgrößen wie den Einfluß des Raumes (Nachhall, Echo), die Entfernung Sprecher-Hörer, den Pegel und das Spektrum des Geräusches berücksichtigt. Der STI, der zwischen 0 und 1 liegt, ist ein Maß für die Sprachverständlichkeit. Sind die geometrischen Abmessungen, die akustischen Eigenschaften und das Störgeräusch im Raum bekannt, läßt sich der STI berechnen oder in realen Räumen auch meßtechnisch bestimmen.

Die sprachliche Kommunikation als interpersonelle Interaktion, die uns hier vor allem interessiert, findet am Arbeitsplatz und im Wohnbereich im wesentlichen bei Entfernungen von 0,5 bis 5 m statt. Die Berechnung der Sprachverständlichkeit für größere Räume und Entfernungen wie für Auditorien soll hier nicht betrachtet werden. Somit ist es vertretbar, den Einfluß des Raumes (Nachhall, Echo) vorerst zu vernachlässigen.

Als vereinfachtes Modell wird für die Schallausbreitung bis zum Hörer somit nur der Pegel der Sprache beim Sprecher ($L_{SA, 1m}$, Gl. 1, 2, 3) und eine Schallausbreitung vom Sprechermund bis zum Hörer wie im ungestörten Schallfeld mit 6 dB pro Abstandsverdopplung vorausgesetzt:

$$L_{SA(1)} = L_{SA, 1m(1)} - D_{Lr}, \text{ mit } D_{Lr} = 20 \lg r/1 \text{ m} . \quad (5)$$

Um die Schallausbreitung den realen Bedingungen besser anzupassen, wird teilweise angenommen, daß bei Entfernungen zwischen Sprecher und Hörer von $r \geq 2$ m ein Flachraum mit der Höhe von $h = 4$ m vorliegt. In solchen Flachräumen muß aber ab einer Entfernung von der Schallquelle von $r \geq h/2$ mit einer geringeren Schallpegelabnahme als im ungestörten Schallfeld gerechnet werden, je nach Schallabsorption im Raum liegt sie bei $D_{Lr} = 2$ bis 6 dB pro Abstandsverdopplung (siehe Lazarus et al. 1985).

3.3. Signal-Geräuschabstand beim Hörer

3.3.1. Der Artikulationsindex

Der Signal-Geräuschabstand am Ohr des Hörers bestimmt im wesentlichen die Sprachverständlichkeit. Der Artikulationsindex (AI), ein von Kryter (1962) entwickeltes Maß zur Beschreibung der Sprachverständlichkeit mit Hilfe physikalischer Parameter, besteht aus dem Mittelwert von gewichteten Signal-Geräuschabständen ($L_{SNi} = L_{Si} - L_{Ni}$) in jeder Oktave (i), (siehe Tabelle 2):

$$AI = \sum_{250}^{4k} q_i (L_{SNi} + 12 \text{ dB}) ; [0 \text{ dB} \leq (\dots) \leq 30 \text{ dB}] . \quad (6)$$

Da die Pegeldynamik der Sprache in jedem Frequenzbereich etwa 30 dB beträgt, wird angenommen, daß die Sprache nur zwischen den Pegelspitzen der Sprache $L_{Simax} = L_{Sim} + 12$ dB und den minimalen Werten der Sprache ($L_{Simin} = L_{Sim} - 18$ dB) gestört werden kann, wobei L_{Sim} den Mittelungspegel des Sprechschalls darstellt. Das Signal-Geräuschverhältnis kann in jeder Oktave zwischen $L_{SNi} = (-12$ bis $+18)$ dB liegen, d. h. die Grenze, oberhalb der eine Störwirkung des Geräusches einbezogen wird, ergibt sich zu $\max(L_{Ni}; L_{Si} - 18 \text{ dB})$. Die Gewichtungsfaktoren sind so gewählt, daß die mittleren Frequenzen des Sprachbereiches ($f_i = 1$ kHz, 2 kHz) einen höheren Beitrag liefern als die am Rande liegenden (Tabelle 2). Der Artikulationsindex liegt zwischen $AI = 0$ bis 1 und gibt damit den Grad der Sprachverständlichkeit an (Bild 5).

Weitere Einflußfaktoren (wie Sprechweise, Nachhall, Schwerhörigkeit, Gehörschutz), die den Signal-Geräuschabstand und somit die Sprachverständlich-

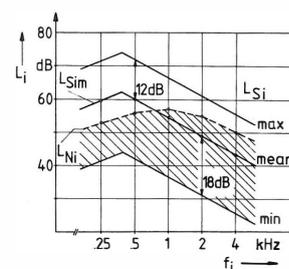


Bild 5

Bestimmung des Artikulationsindex (AI) aus dem idealisierten Oktavschallpegel der Sprache (L_{Sim}) und dem Geräuschpegel (L_{Ni}). Angegeben ist der idealisierte Dynamikbereich der Sprache mit dem höchsten (max) und dem niedrigsten (min) Wert des Sprechpegelverlaufs mit dem Mittelungspegel der Sprache von $L_{SA, 1m} = 60$ dB (mean). Im schraffierten Bereich ist die Sprache durch das Geräusch ($L_{NA} = 61$ dB) verdeckt

f_i	in Hz	125	250	500	1 k	2 k	4 k	
$L_{Ni}(S)/L_{NA}$	in dB	-	-	-	-	-	-	93
$L_{Ni}(H)/L_{NA}$	in dB	88	92	94	87	73	72	93
L_{HSTO_i}	in dB	-	11	6	4	0	-4	-
L_{HVT_i}/\bar{L}	in dB	-	10	10	15	30	60	28,8
L_{HST_i}	in dB	-	21	16	19	30	56	-
d_i	in dB	10	15	20	23	30	39	-
L_{Si}'/L_{SA}'	in dB	-	-0,5	0	-5,5	-11	-16,5	0,1
$L_{SA, 1m}$	in dB							78,5
ΔL_S	in dB							3,0
K_{S1}	in dB							4,0
K_{S2}	in dB							1,0
$DL_r (10 \text{ cm})$	in dB							-20,0
K_{S3}	in dB							-
K_{S4}	in dB							4,3
L_{Si}/L_{SA}	in dB	-	91,6	92,1	86,6	81,1	75,6	92,2
L_{Si}''	in dB	-	76,6	72,1	63,6	51,1	36,6	-
L_{Ni}''	in dB	78	77	74	64	43	33	-
L_{MT_i}	in dB	78	77	74	64	49	34	-
$L_{Si}'' + 12 \text{ dB}$		-	88,6	84,1	75,6	63,1	48,6	-
$L_{Si}'' - 18 \text{ dB}$		-	58,6	54,1	45,6	33,1	18,6	-
L_{Ni}^*	in dB	-	77,0	74,0	64,0	49,0	48,6	-
q_i	in 1/dB	-	0,0024	0,0048	0,0074	0,0109	0,0078	-
AI		-	-	-	-	-	-	0,32

Die Bezeichnungen nach dem / beschreiben die Werte in der letzten Spalte

Tabelle 2

Berechnung des Artikulationsindex anhand eines Beispiels

Der Geräuschpegel beim Sprecher [Oktavpegel $L_{Ni}(S)$ bei den Oktavmittelfrequenzen (f_i), A-bewertet L_{NA}] und beim Hörer [$L_{Ni}(H)$, L_{NA}] sind $L_{NA} = 93$ dB. Die Hörschwelle des Hörers (L_{HST_i}) ergibt sich aus der Hörschwelle der Normalhörenden (L_{HSTO_i}) und seinem gemessenen Tonhörverlust (L_{HVT_i} , \bar{L} ist der Mittelwert aus den Hörverlusten bei den Frequenzen 0,5 kHz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz). Der Sprecher spricht (Gl. 1, Bild 2) mit $L_{SA, 1m} = 78,5$ dB. Es wird angenommen, daß der Sprecher — um sich bei dem hohen Geräuschpegel noch verständlich zu machen — seinen Sprechpegel zusätzlich um $\Delta L_S = 3$ dB erhöht. Das idealisierte Sprachspektrum ist durch L_{Si}' gegeben. Der Hörer ist 10 cm vom Sprecher entfernt ($DL_r (10 \text{ cm}) = -20$ dB), beide Gesprächspartner tragen Gehörschutz. Die Sprechpegelkorrekturen (K_{S1} bis K_{S4} , Gl. 2, 3, 7, 11d) sind in dem Beispiel bedingt durch das Tragen von Gehörschutz, die Verzerrungen der Sprechstimme und die Hörverluste $K_{S1} = 4$ dB, $K_{S2} = 1$ dB, $K_{S4} = 4,3$ dB. Der Sprechpegel beim Hörer ist $L_{SA} = 92,2$ dB. Aus dem Oktavspektrum der Sprache (L_{Si}'') und des Geräusches (L_{Ni}'') unter dem Gehörschutz bzw. aus der Mithörschwelle (L_{MT_i}) wird der äquivalente Geräuschpegel (L_{Ni}^*) bestimmt und der Artikulationsindex (AI, Gl. 6) berechnet

keit beeinflussen, können in das Konzept des Artikulationsindex einbezogen werden. Es wird entsprechend ihrer Störwirkungen dann ein äquivalenter Geräuschpegel (L_{N^*}) bzw. ein äquivalenter Signal-Geräuschabstand ($L_{SN_i^*} = L_{Si} - L_{Ni}^*$) gebildet und mit diesem der Artikulationsindex AI bestimmt.

3.3.2. Der Sprechpegel beim Hörer

Der Sprechpegel beim Hörer ergibt sich aus Gl. (1 bis 5). Ist der Sprechpegel am Ohr $L_{SA(1)} > 80$ dB, so nimmt — jeweils beim gleichen Signal-Geräuschverhältnis gemessen — die Sprachverständlichkeit um so mehr ab, je höher der Sprechpegel ist (Kryter 1946, Martin et al. 1976, Pickett & Pollack 1958). Die

Verminderung der Sprachverständlichkeit wird mit der Übersteuerung des Gehörs erklärt. Ein weiterer Korrekturfaktor K_{S3} berücksichtigt diesen Übersteuerungseffekt:

$$K_{S3} = \max [0,1 (L_{SA(1)} - d_{0,5} - 80 \text{ dB}) ; 0 \text{ dB}] , \quad (7)$$

wobei die Schalldämmung des Gehörschutzes ($d_{0,5}$) gleich Null gesetzt wird, wenn kein Gehörschutz benutzt wird ($d_{0,5} = d_i$ bei 500 Hz). Der effektive Schallpegel am Ohr der Person ergibt sich somit zu (K_{S4} siehe in Abschnitt 3.3.3.)

$$L_{SA} = L_{SA(1)} - K_{S3} - K_{S4} . \quad (8)$$

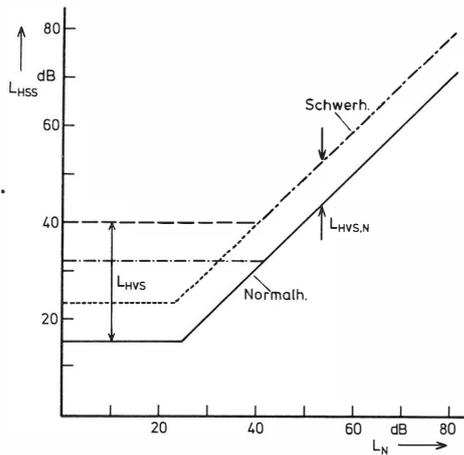


Bild 6

Hörschwelle für Sprache (L_{HSS}) dargestellt über dem Geräuschpegel (L_N) für Personen ohne (—) und mit Hörverlusten

Angegeben ist für schwerhörige Personen die Hörschwelle (L_{HSS}) und der Hörverlust (L_{HVS}) für Sprache in Ruhe (L_{HVS}) und bei Geräuschen ($L_{HVS,N}$)

Das Spektrum der Sprache (L_{Si}) wird mit Hilfe des idealisierten Sprachspektrums (Kryter 1962, ANSI 1969, Lazarus et al. 1985) bestimmt (siehe **Tabelle 2**):

$$L_{Si} = L_{SA} + L_{Si}' \quad (9)$$

3.3.3. Hörverluste

Falls keine Geräusche vorhanden sind, ist die Hörbarkeit von Sprachlauten durch die Hörschwelle begrenzt. Diese Hörschwelle wird hier nicht für Sinustöne, sondern für Oktavrauschen angegeben, das ist die Hörschwelle für Normalhörende (L_{HST0}). Für schwerhörige Personen (u. a. lärmbedingte, altersbedingte Schwerhörigkeit) muß noch der Hörverlust für Töne (L_{HVTi}) hinzugefügt werden. Somit ergibt sich ein äquivalenter Geräuschpegel (L_{Ni}^*), bedingt durch eine Schwerhörigkeit oder ein Geräusch (L_{Ni}), zu

$$L_{Ni}^* = \max(L_{HST0i} + L_{HVTi}; L_{Ni}; L_{Si} - 18 \text{ dB}) \quad (10)$$

Von Plomp et al. wurde 1983 ein Modell für das Sprachverstehen von Schwerhörigen entwickelt, das es gestattet, die Beeinträchtigung der Sprachverständlichkeit durch eine Ruhehörschwelle (ohne Geräusche) und durch eine Veränderung der Mithörschwelle (mit Geräuschen) getrennt zu betrachten (**Bild 6**). Die Hörschwelle in Ruhe ($L_{HST} = L_{HST0} + L_{HVT}$) begrenzt die Wahrnehmung von Sprachlauten, wie sie oben beschrieben wurde. Aber auch oberhalb der Ruhehörschwelle vermindert sich die Verständlichkeit von Sprache bei schwerhörigen Personen im Vergleich zu normalhörenden, wenn die Sprache durch Geräusche verdeckt wird (u. a. Suter 1980, Aniansson 1980, Lazarus et al. 1985). Diese Verschiebung der Mithörschwelle von Sprache (**Bild 6**: $L_{HVS,N}$) wird in Verbindung mit einer Veränderung der dynamischen Eigenschaften des geschädigten Gehörs gesehen, wie z. B. der Verminderung der Frequenzselektivität oder der verminderten Erkennung von schnellen Frequenz- und Intensitätsänderungen (u. a. Spreng 1983, Niemeyer 1983). Der Zusammenhang zwischen dem Hörverlust für Sprache in Ruhe (L_{HVS}) und bei Geräuschen ($L_{HVS,N}$) wird für ältere Personen mit etwa

$$L_{HVS,N} \approx (0,13 \text{ bis } 0,28) L_{HVS} + (0,43 \text{ bis } 0,99) \text{ dB} \quad (11)$$

angegeben (Plomp 1978, Plomp & Mimpen 1979, Duquesnoy 1982). Berücksichtigt man die Beziehung zwischen der Hörschwelle für Sprache in Ruhe und zwischen dem Tonhörverlust (Plomp & Mimpen 1979, Duquesnoy 1982),

$$L_{HVS} \approx (0,85 \text{ bis } 0,9) L_{HVT 0,5/1/2} + 1 \text{ dB} \quad (11a)$$

und die Beziehung zwischen den mittleren Hörschwellen für Töne (Lazarus et al. 1985),

$$L_{HVT 0,5/1/2/4} \approx L_{HVT 1/2/3} \approx L_{HVT 0,5/1/2} + 10 \text{ B} \quad (11b)$$

ergibt sich folgende Beziehung zwischen der Hörschwelle für Sprache bei Geräuschen ($L_{HVS,N}$) und dem mittleren Tonhörverlust ($L_{HVT 0,5 \text{ bis } 4}$):

$$L_{HVS,N} \approx 0,18 L_{HVT 0,5/1/2/4} - 1 \text{ dB} \quad (11c)$$

Smooenburg et al. (1982) hat für 22 Lärmschwerhörige mit Hörverlusten von $L_{HVT 1/2/3} = 0$ bis 50 dB die Hörschwelle für Sprache bei Geräuschen ermittelt. Die Hörschwelle für Sprache bei Geräuschen zeigt nur eine geringe Abhängigkeit von der mittleren Tonhörschwelle bei den Frequenzen 0,5 bis 2 kHz, dagegen läßt sich eine Beziehung zu der mittleren Tonhörschwelle bei den Frequenzen 1 bis 3 kHz herstellen:

$$L_{HVS,N} \approx 0,18 L_{HVT 1/2/3}$$

Um den Verlust an Sprachverständlichkeit durch Geräusche bei Personen mit Hörverlust zu berücksichtigen, wird der Sprechpegel am Ohr des Hörers korrigiert zu

$$K_{S4} = 0,15 L_{HVT 0,5/1/2/4} \quad (11d)$$

3.3.4. Tragen von Gehörschutz

Trägt der Hörer Gehörschutz, so muß der für das Gehör wirksame Sprechpegel ($L_{S''}$) und Geräuschpegel ($L_{N''}$) berechnet werden. In jeder Oktave wird der Sprech- und Geräuschpegel um die mittlere Schalldämmung (d_i) des Gehörschutzes vermindert:

$$L_{S''} = L_{Si} - d_i, L_{N''} = L_{Ni} - d_i \quad (12)$$

3.3.5. Mithörschwelle

Für die Verständlichkeit von Sprache können nur die Sprachlaute beitragen, die gehört werden. Wird Sprache durch Geräusche gestört, ist die Hörbarkeit von Sprachlauten nicht durch den Oktavpegel (L_{Ni}) des Geräusches begrenzt, wie in Abschnitt 3.3.1. angenommen wurde. Zur Sprachverständlichkeit tragen nur die Sprachlaute bei, die durch das Geräusch nicht verdeckt werden. Statt des Oktavpegels des Geräusches (L_{Ni}) wird deswegen die Verdeckungsschwelle, die Mithörschwelle (L_{MTi}) zur Bestimmung des äquivalenten Geräuschpegels herangezogen: $L_{Ni}^* = L_{MTi}$. Bei der Ermittlung der Mithörschwelle muß zwischen der direkten Verdeckung und der Weitabverdeckung unterschieden werden. Für die direkte Verdeckung, das ist die Verdeckung innerhalb eines Frequenzbandes, kann näherungsweise angenommen werden, daß die Mithörschwelle (L_{MTi}) gleich dem Oktavpegel (L_{Ni}) ist: $L_{MTi} = L_{Ni}$. Die Weitabverdeckung ist im wesentlichen abhängig vom Schallpegel des Geräusches (Zwicker & Feldtkeller 1967) und dem Grad der

Schwerhörigkeit der Person (Rittmanic 1962). Sie liegt bei geringen Schallpegeln ($L_N \approx 50$ dB) und normalhörenden Personen bei 30 dB/Oktave, bei leicht schwerhörigen ($L_{HVT\ 0,5\ bis\ 4} = 20$ bis 50 dB) und hohen Geräuschpegeln ($L_N \approx 100$ dB) bei 5 dB/Oktave. Nimmt man an, daß die Sprachverständlichkeit vor allem bei Geräuschpegeln von $L_N = 40$ bis 90 dB und für Personen mittleren Alters mit leichten Hörverlusten abgeschätzt werden soll, so wird für die Berechnung des AI eine Weitabverdeckung mit 15 dB/Oktave vorgeschlagen. Das Oktavspektrum (L_{Ni}) des Geräusches, und falls Gehörschutz getragen wird, abzüglich der Schalldämmung des Gehörschutzes (d_i) für die Frequenzen $f_i = 125$ Hz bis 4 kHz, muß für die Berechnung der Mithörschwelle (L_{MT}) bekannt sein. Die Mithörschwelle berechnet sich dann wie folgt:

1. Schritt:

$$L_{MT1} = L_{N1} \quad (i = 1; f_1 = 125 \text{ Hz}) \quad (13)$$

2. und folgende Schritte

$$(i = 2 \text{ bis } 6, f_2 = 250 \text{ Hz bis } f_6 = 4 \text{ kHz} :$$

$$L_{MTi} = \max(L_{Ni}; L_{MTi-1} - 15 \text{ dB}) \quad .$$

3.3.6. Nachhall

Die Berücksichtigung des Nachhalls bei der Bestimmung eines äquivalenten Störgeräuschpegels ist besonders aufwendig. Es müssen zwei Aspekte beachtet werden. Zum einen wird die Schallausbreitung beeinflusst: Die Schallpegelabnahme wird bei größeren Entfernungen von der Schallquelle sehr gering. Zum anderen wird beim Hörer durch den Nachhall der Sprache der Modulationsgrad (siehe Abschnitt 3.2.) der vom Hörer empfangenen Sprache geringer, was als Zunahme eines effektiven Geräuschpegels ($L_{N(T)}$) aufgefaßt werden kann. Bei der Berechnung des STI werden beide Aspekte berücksichtigt. Hier soll nur der zweite Aspekt näherungsweise abgeschätzt werden.

Der Einfluß der Nachhallzeit darf nur berücksichtigt werden, wenn der Abstand (r) zwischen Sprecher und Hörer größer als der Hallradius (r_H) ist. Für kleinere Räume gilt dann

$$r > r_H = \sqrt{0,0032 V/m^3/T/s} \quad (14)$$

für Flachräume muß gelten

$$r > r_H = h/2 \quad (14a)$$

wobei V das Volumen des Raumes, h die Höhe des Flachraumes und T die Nachhallzeit ist. Der Hallradius liegt bei Wohn-, Unterrichts- und Büroräumen bei 1 bis 3 m.

Houtgast (1980) gibt eine Näherungsformel für den Zusammenhang zwischen dem STI und der Nachhallzeit an. Der Zusammenhang zwischen dem STI, dem Geräuschpegel und der Nachhallzeit, wie er aus der Raumantwortfunktion berechnet wurde (Houtgast et al. 1980), kann näherungsweise durch die Multiplikation der jeweiligen STIs, die getrennt den Einfluß des Geräusches (STI_N) und des Nachhalls (STI_T) berechnen, ersetzt werden: $STI = STI_N \cdot STI_T$. Man erhält dann die Beziehung für einen effektiven Geräuschabstand ($L_{SN(T)} = L_S - L_{N(T)}$)

$$(L_{SN(T)} + 15 \text{ dB}) = \frac{1}{30} (-15 \lg T/1,5 \text{ s} + 15 \text{ dB}) (L_{SN} + 15 \text{ dB}) \quad (15)$$

wobei die Nachhallzeit nur zwischen 0,15 s und 5 s liegen darf. Ist die Nachhallzeit $T = 0$, wird sie durch $T = 0,15$ s ersetzt; es wird dann $L_{SN(T)} = L_{SN}$. Der effektive Geräuschpegel ($L_{N(T)}$) ergibt sich somit zu

$$L_{N(T)} = -0,5 ([\lg (T/1,5 \text{ s}) + 1] L_S + [\lg (T/1,5 \text{ s}) - 1] L_N) \quad (15a)$$

Es sei noch einmal betont, daß der Einfluß der Nachhallzeit, d. h. die Berechnung eines effektiven Geräuschpegels ($L_{N(T)}$), nur dann berücksichtigt werden darf und zu richtigen Ergebnissen des STI führt, wenn der Hörer im diffusen Feld ist, d. h. die Entfernung der Gesprächspartner $r \geq 5 \cdot r_H$ ist (Duquesnoy 1982). Bei Abständen zwischen Sprecher und Hörer von $r \leq (1 \text{ bis } 2) r_H$ und einem Signal-Geräuschabstand von $L_{SN} = (-10 \text{ bis } 0)$ dB liegt bei einer Vervielfachung der Nachhallzeit ($T =$ von 0,5 s auf 2 s) die Veränderung des effektiven Geräuschpegels bei $\Delta L_{N(T)} = (0,2 \text{ bis } 2)$ dB, bei einem Signal-Geräuschabstand von $L_{SN} = 10$ dB liegt die Veränderung des effektiven Geräuschpegels bei $\Delta L_{N(T)} \leq 4$ dB. So ist es für die Entwicklung eines einfachen Modells berechtigt, für übliche Entfernungen der Gesprächspartner ($r < 5$ m) den Einfluß der Nachhallzeit zu vernachlässigen.

3.3.7. Äquivalenter Signal-Geräuschabstand

Der Artikulationsindex berechnet sich nach Gl. (6), indem dort der äquivalente Signal-Geräuschpegel ($L_{SNi}^* = L_{Si} - L_{Ni}^*$) eingesetzt wird, wobei sich der effektive Oktavpegel der Sprache aus Gl. (9) ergibt. Der äquivalente Geräuschpegel (L_{NA}^*, L_{Ni}^*) ergibt sich wie folgt: Ist das Oktavspektrum des Geräusches bekannt, ergibt sich L_{Ni}^* einerseits aus dem Maximum der Hörschwelle ($L_{HSTO_i} + L_{HVT_i}$) der am Gehör wirksamen Mithörschwelle (L_{MT}) und des minimalen Sprechpegels beim Hörer ($L_{Si} - 18$ dB); andererseits darf L_{Ni}^* den Spitzenpegel der Sprache ($L_{Si} + 12$ dB) nicht übersteigen, da er nicht mehr weiter zur Verdeckung des Sprachschalls beiträgt. Somit gilt

$$L_{Ni}^* = \min [\max (L_{HSTO_i} + L_{HVT_i}; L_{MT_i}; L_{Si} - 18 \text{ dB}); L_{Si} + 12 \text{ dB}] \quad (16)$$

Soll die Nachhallzeit mit einbezogen werden, muß die Mithörschwelle nicht aus dem Geräuschpegel (L_{Ni}), sondern aus dem effektiven Geräuschpegel ($L_{N(T)i}$) bestimmt werden.

Falls nur der A-bewertete Geräuschpegel (L_{NA}) bekannt ist, kann man den Artikulationsindex auch näherungsweise zu

$$AI = 1/30 (L_{SA} - L_{NA} + 12 \text{ dB}) \quad (17)$$

berechnen, wobei sich L_{SA} aus Gl. (8) ergibt.

3.4. Das vereinfachte Modell

Das hier benutzte einfache Modell für die physikalischen Zusammenhänge während eines Gespräches benutzt im wesentlichen

a) den Sprechpegel in 1 m Abstand ($L_{SA, 1m}$) entsprechend dem Geräuschpegel beim Sprecher und die Sprechpegelkorrekturen,

- b) die Schallausbreitung im ungestörten Schallfeld ($DL_r = 20 \lg(r/1 \text{ m})$),
- c) den Geräuschpegel (L_{Ni}, L_{NA}) bzw. auch den äquivalenten Geräuschpegel (L_{Ni}^*, L_{NA}^*) und den Signal-Geräuschabstand beim Hörer (L_{SNI}, L_{SNA}), aus dem sich der Artikulationsindex (AI) berechnen läßt.

Dieses Modell entspricht in etwa dem von Beranek (1947) vorgeschlagenen, bei dem statt des Geräuschpegels der Sprach-Störschallpegel (Speech-Interference-Level, L_{SIL}) benutzt wird. Der Sprach-Störschallpegel ist gleich dem arithmetischen Mittelwert von vier Oktavpegeln des Geräusches ($L_{Ni}, f_i = 0,5 \text{ bis } 4 \text{ kHz}$). Näherungsweise läßt sich der Sprach-Störschallpegel auch aus dem A-bewerteten Geräuschpegel bestimmen ($L_{NA} \approx L_{SIL} + 8 \text{ dB}$, Lazarus 1986). Bei der Konstruktion der SIL-Kurven wird eine bestimmte Sprachverständlichkeit (SI für Einsilber 70 %) bzw. ein bestimmter Signal-Geräuschabstand ($L_{SNA} = 1,5 \text{ dB}$) oder Artikulationsindex (AI = 0,45) beim Hörer vorgegeben. Bei einer vorgegebenen Sprechweise des Sprechers und bekanntem Abstand Sprecher – Hörer kann der gerade noch zulässige Schallpegel für das Störgeräusch angegeben werden, um mindestens die vorgegebene Sprachverständlichkeit zu gewährleisten. Die SIL-Kurven (Bild 7) wurden in den letzten 10 Jahren wesentlich verbessert (z. B. Webster 1979 und 1983, Lazarus 1983, Lazarus et al. 1985, Lazarus 1986) und sind in den einzelnen Ländern zur Abschätzung der Sprachverständlichkeit in Normen eingearbeitet worden (AFNOR 1975, ANSI 1977, DIN 33 410 [1981], ISO TC 159/SC 7/WG 3).

4. Bewertung der sprachlichen Kommunikation

4.1. Rahmenbedingungen

Will man für einen Arbeitsplatz oder einen Wohnraum und für die dort ausgeführte Tätigkeit das

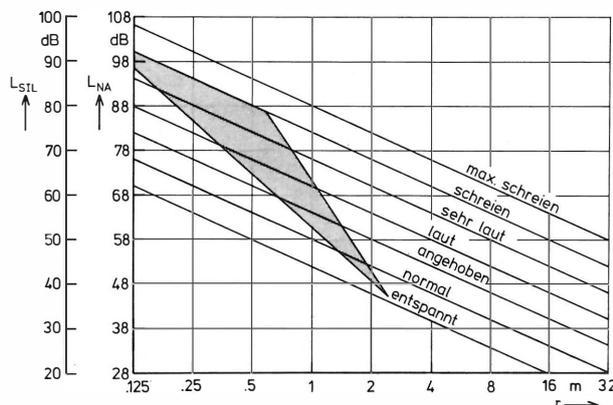


Bild 7

SIL-r-Diagramm

Zusammenhang zwischen dem Geräuschpegel (L_{SIL}, L_{NA}) und der maximal möglichen Entfernung Sprecher – Hörer (r) für befriedigende Sprachverständigung (SVE = 70%, vorgegeben ist AI = 0,45 bzw. $L_{SNA} = 1,5 \approx 2 \text{ dB}$) und für Sprechweise entspannt bis maximal schreien (Warnrufe, bei normaler Sprechweise ist $L_{SA, 1m} = 60 \text{ dB}$, siehe Tabelle 1). Der Geräuschpegel wird gemessen als Sprech-Störschallpegel (L_{SIL}) aus 4 Oktaven ($f_i = 0,5 \text{ bis } 4 \text{ kHz}$) oder als A-Schallpegel (L_{NA}). Das schraffierte Feld gibt die korrigierte bzw. zu erwartende Sprechweise an, Nachhallzeit $T \leq 1 \text{ s}$

mögliche oder notwendige Ausmaß der entsprechenden sprachlichen Kommunikation beurteilen, so müssen eine Reihe von Gegebenheiten berücksichtigt werden:

- die Häufigkeit der sprachlichen Kommunikation,
- die Notwendigkeit der sprachlichen Kommunikation,
- die Mindest-Sprachverständlichkeit (Belastung für den Hörer),
- die gerade akzeptable Sprechweise (Belastung für den Sprecher),
- der Mindestabstand zwischen Sprecher und Hörer.

Zieht man das oben skizzierte einfache Modell der Gesprächssituation heran (Abschnitt 3.4.), so können die beiden Gesprächspartner innerhalb der dargestellten Variabilitäten, wie Veränderung des Abstandes innerhalb der vorgegebenen Möglichkeiten und Regulierung des Sprechpegels, ihre Belastungen in ihrem Niveau verändern.

Bisher ist im wesentlichen das Ausmaß der Sprachverständigung bzw. der mit diesem eng verbundene Signal-Geräuschabstand (AI, STI, L_{SNA}) zur Beurteilung der sprachlichen Kommunikation herangezogen worden. In Tabelle 3 sind Bewertungen der Sprachverständigung, die von Beranek (1947), Görlich (1975), Houtgast & Steeneken (1978), Kryter (1970), ISO 4870, May (1978) angegeben wurden, zusammengefaßt (Lazarus et al. 1985). Es muß aber zusätzlich auch die Belastung des Sprechers durch ständiges lautes Sprechen oder Schreien beachtet werden. Das erwähnte SIL-Verfahren berücksichtigt die Sprechweise in gewissem Umfang.

Eine kurzfristige oder auch ständige Überlastung der Stimmorgane kann zu organischen Schäden und funktionellen Störungen im Kehlkopf führen (Klingholz et al. 1976). Diese Stimmstörungen sind bei Berufen mit sprechintensiven Tätigkeiten und höheren Geräuschpegeln zu beobachten, wie bei Lehrern, Kindergärtnerinnen, Lärmarbeitern mit sprachintensiven Tätigkeiten (Vorarbeiter, Meister). Pathologische Abweichungen in der Stimmgebung treten beim Sprechen in Geräuschen mit Pegeln von mehr als $L_{NA} = 85 \text{ dB}$ bei 40 bis 50 % der Personen auf. Im folgenden sollen aber auch die Belastungen und Belästigungen des Sprechers bei niedrigeren Geräuschpegeln einbezogen werden.

4.2. Versuche zur Bewertung der Belastung des Sprechers und des Hörers

In zwei Experimenten zur sprachlichen Kommunikation wurden u. a. die Gesprächspartner gebeten, ihre Belastung beim Sprechen und Hören selbst einzuschätzen. Der Sprecher und der Hörer saßen sich in dieser Gesprächssituation in einem reflexionsarmen Raum gegenüber. Über einen offenen Kopfhörer wurden die beiden Gesprächspartner mit rosa Rauschen mit den Schallpegeln $L_{NA} = 45 \text{ dB}$, $67,5 \text{ dB}$ und 90 dB beschallt. Der Schallpegel des Geräusches wurde am künstlichen Ohr kalibriert. Das Gesprochene wurde 3 bis 6 cm vor dem Mund mit einem Mikrophon gemessen und auf Tonband aufgenommen. Die Kalibrierung des Sprechpegels erfolgte mit einem Minilautsprecher, der an die Stelle des Sprechermundes gesetzt wurde. Der Sprecher hatte u. a.

SI in %	0	10	20	40	65	75	85	90	95	98	100
AI	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
STI	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0
L_{SNA} in dB	-12	-9	-6	-3	0	3	6	9	12	15	18
	ungenügend		unbefriedigend		ausreichend bis befriedigend		gut		sehr gut		ausgezeichnet

Tabelle 3

Die Bewertung der Sprachverständlichkeit für unterschiedliche Sprachverständlichkeit (Verständlichkeit von einsilbigen Worten SI) bzw. für entsprechenden Signal-Geräuschabstand (AI, STI, L_{SNA})

Die Bewertung der Sprachverständlichkeit wurde entsprechend der Autoren ermittelt und zusammengefaßt (Lazarus et al. 1985)

die Aufgabe, 20 Einsilber und 20 Sätze dem Hörer vorzulesen; der Hörer sollte die Wörter und Sätze nachsprechen. Ausgewertet wurde der Prozentsatz der vom Hörer richtig erkannten Einsilber und Sätze. Zusätzlich erzählte der Sprecher dem Hörer eine Bildgeschichte; der Hörer sollte sie stückweise wiedererzählen.

Die Fragen nach der Belastung während der sprachlichen Kommunikation enthielten u. a. auch die Fragen

1. F1 – Das Sprechen war anstrengend?
2. F2 – Die Sprache war zu verstehen?
3. F3 – Die sprachliche Kommunikation war beeinträchtigt?

Sowohl der Sprecher als auch der Hörer sollten auf diese Frage eine von 10 möglichen Antworten ankreuzen. Die 10 möglichen Antworten und der Mittelwert der Antworten bei drei Geräuschpegeln sind für Frage 1 und 2 in den Bildern 8 und 9 angegeben.

Für die Frage 1 sind nur die Antworten der Sprecher, für die Frage 2 die der Hörer dargestellt. Die Ergebnisse stammen aus zwei unterschiedlichen Versuchen, in denen aber nur die Struktur der Sätze

etwas differierte. An jedem Versuch nahmen 18 Sprecher-Hörer-Paare teil. Die Einschätzung der eigenen Sprechanstrengung (Bild 8) ist über dem gemessenen Sprechpegel (bezogen auf 1 m Abstand vom Sprecher) aufgetragen. In Bild 9 ist die Einschätzung der verstandenen Sprache über der gemessenen Sprachverständlichkeit (Prozentsatz richtig verstandener Einsilber) dargestellt. Dabei wurde der Prozentsatz der Einsilber mit Hilfe von Bild 3 in ein Signal-Geräuschverhältnis umgerechnet. In dem Versuch ergeben sich beim Anstieg des Geräusches von $L_{NA} = 45$ dB auf 90 dB Antworten, die für die Anstrengung beim Sprechen von unerheblich bis stark laut, für das Ausmaß der Verständlichkeit geben die Hörer gut bis kaum an.

Man kann aus diesen Versuchen schließen, daß sowohl der Sprecher wie auch der Hörer seine jeweilige Tätigkeit (Sprechen oder Hören) einschätzen kann und die Anstrengung bzw. Belastung für die Gesprächspartner gleichermaßen mit dem Geräuschpegel zunimmt. Unterstützt wird diese Betrachtungs-

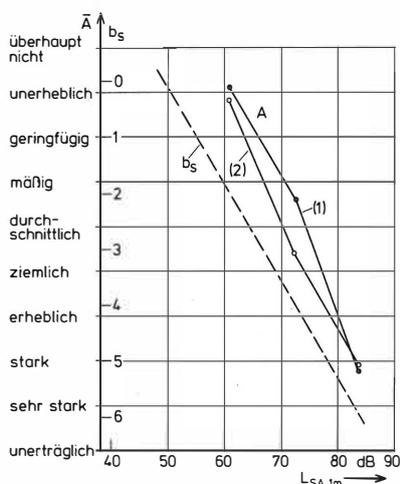


Bild 8

Antworten des Sprechers (\bar{A} = Mittelwert über V_p) auf die Frage „Das Sprechen war anstrengend“ für zwei gleiche Versuchssituationen (1, 2), in der einsilbige Worte und Sätze gesprochen und Bildgeschichten erzählt wurden, dargestellt über dem Mittelungspegel der Sprache in 1 m Abstand von der V_p ($L_{SA, 1m}$)

Die im Modell benutzten Bewertungsstufen (b_s) für den Sprecher sind über dem Sprechpegel ($L_{SA, 1m}$) aufgetragen

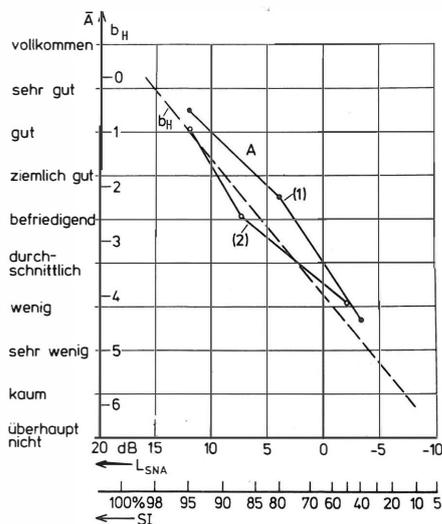


Bild 9

Antworten des Hörers (\bar{A} = Mittelwert über V_p) auf die Frage „Die Sprache war zu verstehen“ für zwei gleiche Versuchssituationen (1, 2), in der einsilbige Worte und Sätze verstanden werden mußten, dargestellt über der Verständlichkeit von Einsilbern (SI)

Diese Verständlichkeit von Einsilbern wurde in ein Signal-Geräuschverhältnis (L_{SNA}) nach Bild 3 umgerechnet (siehe auch Tabelle 3). Die im Modell benutzten Bewertungsstufen (b_H) für den Hörer sind über dem Signal-Geräuschabstand (L_{SNA}) aufgetragen

Fragen	F1 (S)			F2 (H)			F3 (S)			F3 (H)		
	45	67,5	90	45	67,5	90	45	67,5	90	45	67,5	90
L_{NA} in dB	45	67,5	90	45	67,5	90	45	67,5	90	45	67,5	90
F1 (S)	-	-	-	-0,11	-0,49	0,09	0,72	0,80	0,49	0,08	0,40	-0,09
F2 (H)	0,15	-0,30	-0,26	-	-	-	-0,41	-0,48	-0,27	-0,77	-0,85	-0,79
F3 (S)	0,48	0,43	0,34	-0,55	0,18	-0,54	-	-	-	0,17	0,34	0,48
F3 (H)	-0,10	0,13	0,21	-0,79	-0,69	-0,77	0,42	0,35	0,43	-	-	-

Tabelle 4

Korrelationskoeffizienten zwischen den Antworten für die Frage 1 für den Sprecher [F1 (S)], die Frage 2 für den Hörer [F2 (H)] und die Frage 3 für den Sprecher und den Hörer [F3 (S), F3 (H)], getrennt für einsilbige Wörter (oben rechts) und Sätze (unten links)

Korrelationskoeffizienten über 0,43 sind signifikant

weise, wenn man die Antworten auf die Frage 3 hinzunimmt. Die Beeinträchtigung der sprachlichen Kommunikation nimmt mit steigendem Geräuschpegel sowohl beim Sprecher wie auch beim Hörer gleichermaßen zu. Für den Versuch (1) wurden Korrelationen zwischen den Antworten der drei Fragen getrennt für den Hörer und den Sprecher ermittelt. Besieht man sich die Korrelationskoeffizienten (Tabelle 4), so erkennt man, daß diese besonders hohe Werte annehmen, wenn man die Antworten auf die Frage nach dem Ausmaß der Sprachverständigung [F2 (H)] und der Beeinträchtigung der sprachlichen Kommunikation [F3 (H)] beim Hörer in Beziehung zueinander setzt. Für die Beziehung zwischen der Sprechanstrengung [F1 (S)] und der Beeinträchtigung der sprachlichen Kommunikation [F3 (S)] gilt das nur für einsilbige Wörter bei mittleren und niedrigeren Geräuschpegeln.

Bei vergleichbaren Experimenten konnte anhand von Faktorenanalysen mit Ergebnissen von Befragungen nach der selbst eingeschätzten Belastung der Gesprächspartner gezeigt werden, daß für den Sprecher und den Hörer im Gespräch unterschiedliche Belastungseinschätzungen existieren (Lazarus-Mainka 1983). Die in Tabelle 4 angegebenen Korrelationskoeffizienten unterstützen die Annahme, daß bei einer Beurteilung der Belastung innerhalb eines Gespräches die Anstrengung des Sprechers und die Be-

hinderung des Hörers gleichermaßen getrennt einbezogen werden muß.

4.3. Belastung der Gesprächspartner, Qualität der Kommunikation

Ein Teil dieser Gegebenheiten am Arbeitsplatz und im Wohnbereich ist durch die dort notwendige, übliche oder erwünschte Kommunikation und die räumlichen Bedingungen gegeben. Die Qualität der Kommunikation ergibt sich bei der Vorgabe dieser Bedingungen am Arbeitsplatz und im Wohnbereich dann im wesentlichen aus zwei Belastungsfaktoren:

- der Beeinträchtigung des Hörers durch eine mehr oder weniger gute Sprachverständlichkeit,
- der Anstrengung des Sprechers durch ein mehr oder weniger lautes Sprechen entsprechend der gewählten Sprechweise.

Es wurde gezeigt, daß beide Belastungsgrößen direkt wie bei der Sprachverständlichkeit (Bild 3) oder indirekt wie beim Lombardeffekt (Bild 2) durch die Höhe des Geräuschpegels bestimmt sind und von den Gesprächspartnern auch entsprechend bewertet werden. Die Festlegung der Qualität der sprachlichen Kommunikation muß also beide Faktoren in gleicher Weise berücksichtigen. Der Versuch, die Anstrengung des Sprechers entsprechend seiner Sprechweise bzw. seines Sprechpegels und die Beeinträchtigung des Hörers entsprechend des dort vorhandenen Signal-Geräuschabstandes zu bewerten, ist in Tabelle 5

Sprecher		Hörer		Sprachliche Kommunikation	
Sprechpegel bei 1 m in dB	Anstrengung	Signal-Geräuschabstand in dB	Behinderung	Anstrengung	Qualität
84	hoch	< -6	hoch	hoch	mangelhaft
78	↑	-6 ... -3	↑	↑	unbefriedigend
72		-3 ... 0			ausreichend
66		0 ... 3			befriedigend
60		3 ... 9			gut
54		9 ... 18			sehr gut
48	keine	> 18	keine	keine	ausgezeichnet

Tabelle 5

Bewertung der sprachlichen Kommunikation, wie sie sich aus der Anstrengung für den Sprecher und der Behinderung für den Hörer ergibt

Maßgebende Meßgrößen sind der Sprechpegel ($L_{SA, 1m}$) und der Signal-Geräuschabstand (L_{SNA}) beim Hörer

gemacht. Die sprachliche Kommunikation kann nicht besser sein als die Belastung eines der Gesprächspartner. Soll z. B. eine ausreichende Kommunikation sichergestellt werden, so müssen sowohl die Anstrengungen für den Hörer als auch die für den Sprecher etwa ausreichend sein. Man kann versuchen, die vorliegenden Ergebnisse (Bild 8 und 9) in ein quantifiziertes Modell zur sprachlichen Kommunikation (Abschnitt 3.4.) zu integrieren. Dabei wird entsprechend der Belastung der Gesprächspartner die Bewertung der Kommunikation von ausgezeichnet (0), sehr gut (1) bis ungenügend (5), mangelhaft (6) festgelegt, wobei die Bewertung (0) keine, die Bewertung (6) die stärkste Belastung für die Gesprächspartner darstellt. Der Zusammenhang zwischen der Bewertung (b_S) der Sprechanstrengung und dem Sprechpegel wird so angenommen, daß die Bewertung (0) bis (6) zwischen den Sprechweisen entspannt (privat, $L_{SA, 1m} = 48$ dB) und schreien ($L_{SA, 1m} = 84$ dB) liegt; er ergibt sich somit zu

$$L_{SA, 1m} = (6 b_S + 48) \text{ dB} \quad (18)$$

Die Beziehung zwischen der Bewertung (b_H) für die Belastung des Hörers und dem Signal-Geräuschabstand wird auch vereinfachend linear angenommen und so festgelegt, daß sich die Bewertung $b_H = (0)$ bis (6) für einen Signal-Geräuschabstand von $L_{SNA} = (16$ bis $-8)$ dB ergibt; es gilt dann

$$L_{SNA} = (-4 b_H + 16) \text{ dB} \quad (19)$$

Beide Beziehungen zwischen dem Bewertungsmaßstab des Sprechers und dem Sprechpegel sowie die zwischen dem Bewertungsmaßstab des Hörers und dem Signal-Geräuschabstand sind in die Bilder 8 und 9 eingetragen und liegen in der Größenordnung der empirischen Ergebnisse. Eine etwas stärkere Bewertung für die Anstrengung des Sprechers scheint gerechtfertigt, da im Gegensatz zu dem halbstündigen Experiment eine längerfristige Sprechfähigkeit beurteilt werden soll. Der Festlegung solcher Belastungsstufen liegt die Annahme zugrunde, daß die Gesprächspartner je nach Vertrautheit einen möglichst großen Abstand zwischen sich wählen (Hall 1969, Lazarus-Mainka 1984).

Mit Hilfe des angegebenen Modells (Abschnitt 3.4.) und einer vorzuziehenden Belastung läßt sich die Gesprächssituation quantitativ beschreiben. Setzt man den äquivalenten Signal-Geräuschabstand ($L_{SNA}^* = L_{SA} - L_{NA}^*$) beim Hörer (Gl. 17) und den Sprechpegel beim Sprecher (Gl. 8) in Beziehung zueinander und ersetzt den äquivalenten Geräuschpegel (L_{SNA}^*) und den Sprechpegel ($L_{SA, 1m}$) durch die beiden oben angegebenen Bewertungen (Gl. 18, 19), erhält man den Zusammenhang zwischen den Bewertungsstufen des Sprechers (b_S) sowie des Hörers (b_H) und den entsprechenden Abstand (r) der Gesprächspartner:

$$20 \lg r/1m \text{ dB} = - \left[6 b_S \left(\frac{1}{c} - 1 \right) - 4 b_H \right] \text{ dB} + \frac{1}{c} (54 \text{ dB} + \Delta L_S) - 48 \text{ dB} \left(\frac{1}{c} - 1 \right) - 60 \text{ dB} - \Delta L_{NA}^* \quad (20)$$

Die Pegeldifferenz ΔL_{NA}^* gibt dabei die Differenz zwischen dem äquivalenten Geräuschpegel beim Hö-

rer [$L_{NA}^*(H)$] und dem Geräuschpegel beim Sprecher an: $\Delta L_{NA}^* = L_{NA}^*(H) - L_{NA}(S)$. Wir nehmen im folgenden an, daß die Störung des Gespräches nur durch ein Geräusch erfolgt und dieses beim Sprecher und beim Hörer gleich ($\Delta L_{NA}^* = 0$) ist und daß die Steigung $c = 0,5$ (Bild 2) ist. Sprechpegelkorrekturen (K_{S1} bis K_{S4}) werden dabei im gesamten Pegelbereich (wie auch Geräuschspektrum, Hörverluste und Gehörschutz) bisher nicht berücksichtigt. Zusätzlich wollen wir annehmen, daß die Gesprächspartner (d. h. der Sprecher und der Hörer) bei Vorgabe eines bestimmten Geräuschpegels versuchen, ihre Gesprächsbedingungen (Sprechpegel, Signal-Geräuschabstand, Entfernung Sprecher-Hörer) so zu beeinflussen, daß ihre Beeinträchtigung jeweils gleich ist ($b_S = b_H$). Der Sprecher wird aufgrund des vorgegebenen Geräusches (L_{NA}) die entsprechende Sprechweise wählen (Bild 2); wie angenommen, kann er aufgrund der Gesprächssituation den Sprechpegel noch um ΔL_S variieren. So ergibt sich bei einem vorgegebenen Geräuschpegel jeweils ein Bewertungsspielraum von $b_S = -0,5$ bis 1. In einer Entfernung vom Sprecher ergibt sich für den Hörer bei dem vorgegebenen Geräuschpegel ein bestimmtes Signal-Geräuschverhältnis, woraus sich die Beeinträchtigung für den Hörer ergibt. Er kann diese nur beeinflussen, wenn er den Abstand zum Sprecher verändert. Für die Annahme gleicher Beeinträchtigung für Sprecher und Hörer ($b_S = b_H$) läßt sich die Beziehung zwischen dem Störgeräuschpegel (L_{NA}) und dem Abstand (r) der Gesprächspartner berechnen und darstellen (Bild 10). Im Gegensatz zu den SIL-Kurven (Bild 7), die Kurven gleicher Sprachverständlichkeit ($SI = 70 \%$, AI

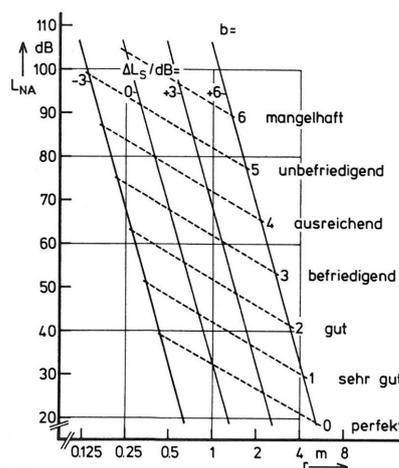


Bild 10

Qualität der sprachlichen Kommunikation (b) für maximal zulässige Geräuschpegel (L_{NA}) und maximal mögliche Entfernung (r) zwischen den Gesprächspartnern

Als Parameter ist die mögliche Anhebung des Sprechpegels durch den Sprecher [$\Delta L_S = (-3$ bis $+6)$ dB] bei dem jeweiligen Geräuschpegel angegeben. Die Qualität entspricht den Belastungsstufen ($b = b_S = b_H$) für den Sprecher und den Hörer. Voraussetzungen für diese Kurven ist das in Abschnitt 3.4. angegebene vereinfachte Modell, wobei Sprechpegelkorrekturen, Geräuschspektrern, Hörverluste und Gehörschutz bisher nicht einbezogen worden sind. Die Ergebnisse dieser Abbildung sind deswegen insbesondere bei hohen Pegeln ($L_{NA} \geq 80$ dB) nur sehr begrenzt aussagefähig

Raum/ Tätigkeit	Art der sprachlichen Kommuni- kation	Häufigkeit der sprachl. Kommuni- kation	gerade noch vertretbare Sprechweise	$L_{SA,1m}$ in dB	Qualität der Sprach- verstän- digung	AI	L_{SNA} in dB	Bewert- stufen		max. Entfer- nung r in m	Höchstw. d. Geräuschpeg. $L_{NA,m}$ in dB	Bemer- kungen
								b_S	b_H			
Wohnung innen außen	entspanntes Gespräch	sehr hoch	entspannt (p)	48	ausgez.	1,00	18	0	0	2	28	
		sehr hoch	entspannt (p)	48	sehr gut	0,80	12	0	1	2	30	
		sehr hoch	normal (p)	54	sehr gut	0,80	12	1	1	4	30	
	entspanntes Gespräch	hoch	normal (p)	54	sehr gut	0,80	12	1	1	2	36	
		hoch	angehob. (p)	60	sehr gut	0,80	12	2	1	2	42	
		hoch	angehob. (p)	60	sehr gut	0,80	12	2	1	4	36	
hoch	angehob. (p)	60	gut	0,60	6	2	2	8	36			
	Gaststätten Diskotheken	Gespräch kurze Gespräche	mäßig	normal	60	gut	0,60	6	2	3	2	48
			selten	laut	72	ausreich.	0,35	-2	4	4	1	73
laut			laut	72	ausreich.	0,35	-2	4	4	0,5	79	
Kaufhaus Geschäft	kurze Gespräche	hoch	normal	60	gut	0,60	6	2	2	1	54	
		hoch	normal	60	gut	0,60	6	2	2	2	48	
Sitzungs- raum	längere Gespräche	hoch	normal	60	sehr gut	0,80	12	2	1	4	38	Flach- raum h = 4 m DL _r = 4 dB/AV
			normal	60	sehr gut	0,80	12	2	1	8	34	
			normal	60	sehr gut	0,80	12	2	1	16	30	
Einzelbüro Mehrper- sonenbüro	Gespräche Gespräche kurze Gespräche	sehr hoch	normal	60	sehr gut	0,80	12	2	1	2	42	
		mäßig	normal	60	gut	0,60	6	2	2	2	48	
		selten	normal	60	befried.	0,45	2	2	3	2	52	
		normal	angehoben	60	befried.	0,45	2	2	3	1	58	
			angehoben	66	befried.	0,45	2	3	3	1	64	
Büroraum	Phonodiktat (diktieren) Phonodiktat (abhören)	mäßig	normal	60	ausgez.	1,00	18	2	0	0,06	55	} L_{SNA} ≥ 30 dB
		mäßig	$L_{SAM} \leq 80$ dB	-	ausgez.	1,00	18	2	0	-	50	
Unterrichts- raum	sprachl. Mitteilung. Gespräche	sehr hoch	normal	60	sehr gut	0,80	12	2	1	8	36	Flach- raum h = 4 m DL _r = 3 dB/AV
		sehr hoch	angehoben	66	sehr gut	0,80	12	3	1	8	40	
Montage- arbeiten	kurze Mitteilung.	mäßig	laut	72	befried.	0,45	2	4	3	1	70	
		mäßig	sehr laut	78	befried.	0,45	2	5	3	1	76	
		mäßig	sehr laut	78	befried.	0,45	2	5	3	0,5	82	
Sozial- räume	Gespräche	mäßig	normal	60	befried.	0,45	2	2	3	2	52	
		mäßig	normal	60	gut	0,60	6	2	2	2	48	
Verkehrs- mittel	kurze Gespräche	mäßig	normal	60	befried.	0,45	2	2	3	1	58	
		mäßig	normal	60	befried.	0,45	2	2	3	0,5	64	
		mäßig	angehoben	66	befried.	0,45	2	3	3	1	64	
Lehr- werkstatt	Gespräche	mäßig	laut	72	befried.	0,45	2	4	3	1	70	
		mäßig	laut	72	gut	0,60	6	3	2	1	66	
		mäßig	sehr laut	78	befried.	0,45	2	5	3	1	76	
		mäßig	sehr laut	78	befried.	0,45	2	5	3	0,5	82	

Tabelle 6

Höchstwerte von Geräuschpegeln (Spalte 11, $L_{NA,m}$) für die sprachliche Kommunikation

Vorgegeben sind die Art der Tätigkeit (Spalte 1), Art (2) und Häufigkeit (3) der sprachlichen Kommunikation, seitens des Sprechers die vertretbare Sprechweise (4), der Sprechpegel (Spalte 5, $L_{SA,1m}$), seitens des Hörers die Qualität der Sprachverständigung (6), der Artikulationsindex (Spalte 7, AI) bzw. der Signal-Geräuschabstand (Spalte 8, L_{SNA}), die entsprechenden Bewertungsstufen für den Sprecher (Spalte 9, b_S) und den Hörer (Spalte 9, b_H) und die maximale Entfernung der Gesprächspartner (10)

= 0,45) für vorgegebene Sprechpegel darstellen, sind die Kurven in **Bild 10** jeweils Kurven für gleiche Belastung beim Sprecher und beim Hörer ($b_S = b_H$). Bei einem vorgegebenen Geräuschpegel (L_{NA}) ergibt sich so eine maximale Entfernung (r) zwischen Sprecher und Hörer, bei der eine bestimmte Belastungsstufe ($b = b_S = b_H$) nicht überschritten wird.

Für ein vorgegebenes ΔL_S gibt eine Kurve in **Bild 10** an, welche maximale Entfernung die Gesprächspartner bei einem vorhandenen Geräuschpegel wählen werden, wobei sich dann die für die beiden Gesprächspartner als gleich angenommene Belastung entsprechend der angegebenen Bewertungsstufen ergibt. Vermutlich wird der Sprecher dort, wo eine sehr sichere Sprachverständigung erforderlich ist (z. B. bei kurzen Warnrufen) oder dort, wo es notwendig ist, die Sprachverständigung zu erhöhen (z. B. bei hohen Geräuschpegeln oder großen Entfernungen), eher seinen Sprechpegel zusätzlich erhöhen [$\Delta L_S = (0 \text{ bis } 6) \text{ dB}$], jedoch dort, wo die Sprachverständigung schon ausgezeichnet ist oder bei längeren Sprechphasen (um die Sprechanstrengung zu vermindern), eher leiser sprechen [$\Delta L_S = -(0 \text{ bis } 3) \text{ dB}$].

4.4. Geräuschhöchstwerte für bestimmte Gesprächssituationen

Folgt man dem Bewertungsprinzip, das in **Tabelle 5** für das Sprechen und Verstehen angegeben ist, und benutzt das angegebene Modell (Abschnitt 3.4.), kann man für bestimmte Situationen, in denen sprachliche Kommunikation erforderlich ist, und unter Berücksichtigung der räumlichen Situation Geräuschhöchstwerte ableiten. Die Beeinträchtigung des Gespräches soll bei den gewählten Beispielen nur durch Geräusche erfolgen, weitere Faktoren (wie Nachhall, Gehörschutz, Schwerhörigkeit, Sprechpegelhöhe) werden vorerst nicht berücksichtigt, ließen sich aber entsprechend den Ausführungen des Abschnittes 3. einbeziehen. In **Tabelle 6** werden je nach den Anforderungen an die Kommunikation für verschiedene Bewertungsstufen der am Gespräch Beteiligten die Geräuschhöchstwerte für einige Tätigkeiten und Räume (wie Wohnungen, Büros, Unterrichtsräume, Diskotheken) beispielhaft angegeben. Je nach Gesprächssituation wurde der Sprechpegel ($L_{SA, 1m}$) bzw. die Belastung des Sprechers, der Signal-Geräuschabstand (L_{SNA}) bzw. die Belastung des Hörers und der Abstand der Gesprächspartner beispielhaft so vorgegeben, daß die Bewertungsstufen für den Sprecher (b_S) und den Hörer (b_H) möglichst gleich sind, in einigen Fällen sind sie um 2 Stufen verschieden. Der für den Sprecher frei wählbare Pegelwert aus Gl. (1) liegt bei den gewählten Beispielen, bei denen der Abstand der Gesprächspartner $r \leq 2 \text{ m}$ ist, bei $\Delta L_S = (-4 \text{ bis } +8) \text{ dB}$. Bei größerer Entfernung ($r = 4 \text{ bis } 16 \text{ m}$), z. B. außerhalb von Wohnungen, in Sitzungsräumen und in Unterrichtsräumen, muß der Sprecher noch lauter sprechen ($\Delta L_S = 14 \text{ dB}$), um beim Hörer einen entsprechenden Signal-Geräuschabstand zu erzielen.

5. Schlußbemerkung

Wird ein einfaches Modell für die physikalischen Zusammenhänge im Gespräch benutzt und werden Belastungsstufen für den Sprecher und den Hörer eingeführt, so lassen sich unterschiedliche Gesprächs-

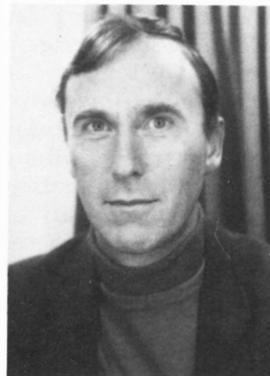
situationen auf übersichtliche Weise beschreiben. Die Vermutung, daß der Sprecher und der Hörer – sie wechseln ihre Rolle im Gespräch ständig – ihre Belastungen im Gespräch möglichst gleich halten wollen, wurde anhand von einigen dargestellten Beispielen erläutert.

SCHRIFTTUM

- [1] Abel, Sh. M.; Alberti, P. W.; Haythornthwaite, C.; Riko, K.: Speech intelligibility in noise: Effects of fluency and hearing protector type. *J. of the Acoust. Soc. Am.* 71 (1982), S. 708 bis 715.
- [2] AFNOR NF S 31-047: Acoustique évaluation des distances d'intelligibilité de la parole dans une ambiance bruyante. Association Française de Normalisation, Paris 1975. Alleinverkauf: Beuth Verlag, Berlin.
- [3] Aniansson, G.: Traffic noise speech interference levels for normal and hearing-impaired listeners. In: Tobias, J. V.; Jansen, G.; Ward, W. D. (Eds.): Noise as a public health problem. Proc. of the 3rd Intern. Congress. ASHA Rep. No. 10 (1980), Rockville/Maryland 1980, S. 192 bis 202.
- [4] ANSI S 3.5: Methods for the calculation of the articulation index. American National Standard Institute, New York 1969. Alleinverkauf: Beuth Verlag, Berlin.
- [5] ANSI S 3.14: American national standard for rating noise with respect to speech interference. American National Standard Institute, New York 1977, Alleinverkauf: Beuth Verlag, Berlin.
- [6] Beranek, L. L.: Airplane quieting II specification of acceptable noise levels. *Trans. on Am. Soc. Mech. Eng.* 69 (1947), S. 97 bis 100.
- [7] DIN 33 410: Sprachverständigung in Arbeitsstätten unter Einwirkung von Störgeräuschen. Begriffe, Zusammenhänge. Hrsg. v. Deutschen Normenausschuß, Berlin 1981. Alleinverkauf: Beuth Verlag, Berlin – Köln.
- [8] DIN 45 621: Wörter für Gehörprüfung. Hrsg. v. Deutschen Normenausschuß, Berlin 1973. Alleinverkauf: Beuth Verlag, Berlin – Köln.
- [9] Duquesnoy, A. J. H. M.: Speech intelligibility of the hearing impaired. *Academisch Proefschrift. Universiteit Amsterdam* 1982.
- [10] Elliott, L. L.: Performance of children aged 9 to 17 years on a test of speech intelligibility in noise using sentence material with controlled word predictability. *J. of the Acoust. Soc. Am.* 66 (1979), S. 651 bis 653.
- [11] Gat, I. B.; Keith, R. W.: An effect of linguistic experience. *Audiology* 17 (1978), S. 339 bis 345.
- [12] Görlich, R.: Beurteilung der Geräuschimmission. In: Heckl, M.; Müller, H. A. (Hrsg.): Taschenbuch der Technischen Akustik. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York 1975, S. 87 bis 136.
- [13] Hall, E. T.: The hidden dimension. Doubleday & Comp., New York 1969.
- [14] van Heusden, E.; Plomp, R.; Pols, L. C. W.: Effect of ambient noise on the vocal output and the preferred listening level of conversational speech. *Applied Acoustics* 12 (1979), S. 31 bis 43.
- [15] Hörmann, H.; Lazarus-Mainka, G.; Lazarus, H.: The effect of noise and the wearing of ear protectors on verbal communication. *Noise Control Eng. J.* 23 (1984), S. 69 bis 77.
- [16] Houtgast, T.: Indoor speech intelligibility and indoor noise level criteria. In: Tobias, J. V.; Jansen, G.; Ward, W. D. (Eds.): Noise as a public health problem. Proc. of the 3rd Intern. Congress. ASHA Rep. No. 10 (1980), Rockville/Maryland 1980, S. 172 bis 183.
- [17] Houtgast, T.; Steeneken, H. J. M.: Envelope spectrum and intelligibility of speech in enclosures. *Conf. on Speech Communications and Processing, Newton/Mass., April 1972*, S. 392 bis 395.
- [18] Houtgast, T.; Steeneken, H. J. M.: Applications of the modulation transfer function in room acoustics. *Institute for Perception, Eindhoven* 48 (1978), S. 1 bis 29.
- [19] Houtgast, T.; Steeneken, H. J. M.; Plomp, R.: Predicting speech intelligibility in rooms from the modulation transfer function. I. General room acoustics. *Acustica* 46 (1980), S. 60 bis 72.
- [20] Howell, K.; Martin, A. M.: An investigation of the effects of hearing protectors on vocal communication in noise. *J. of Sound and Vibration* 41 (1975), S. 181 bis 196.

- [21] ISO DP 4870: Acoustics recommended methods for measuring the intelligibility of speech. International Organization for Standardization, Genf 1975. Alleinverkauf: Beuth Verlag, Berlin.
- [22] ISO TC 159/SC 7/WG 3: Danger signals and communication in noisy environment. International Organization for Standardization, Genf. Alleinverkauf: Beuth Verlag, Berlin.
- [23] Kalikow, D. N.; Stevens, K. N.; Elliott, L. L.: Development of a test of speech intelligibility in noise using sentence materials with controlled word predictability. *J. of the Acoust. Soc. Am.* 61 (1977), S. 1337 bis 1351.
- [24] Klingholz, F.; Maerz, H.; Siegert, C.: Die Belastung des Stimmorgans bei Phonation in Lärm. *Z. Gesundheit und Hygiene* 22 (1976), S. 812 bis 815.
- [25] Kryter, K. D.: Effects of ear protective devices on the intelligibility of speech in noise. *J. of the Acoust. Soc. Am.* 18 (1946), S. 413 bis 417.
- [26] Kryter, K. D.: Methods for the calculation and use of the articulation index. *J. of the Acoust. Soc. Am.* 34 (1962), S. 1689 bis 1997.
- [27] Kryter, K. D.: The effect of noise on man. Academic Press, New York — London 1970.
- [28] Lazarus, H.: Literature Review 1978 — 1983 in German language on noise and communication. In: Rossi, G. (Ed.): Noise as a public health problem. Proc. of the 4th Intern. Congress, Turin 1983, Edizione Tecnica a cura del CRSA, Milano 1983.
- [29] Lazarus, H.: Prediction of verbal communication in noise — a review. Part 1 (in Vorbereitung 1986).
- [30] Lazarus, H.: Prediction of verbal communication in noise — a development of generalized SIL curves and the quality of communication. Part 2 (in Vorbereitung 1986).
- [31] Lazarus, H.; Lazarus-Mainka, G.; Schubeius, M.: Sprachliche Kommunikation unter Lärm. F. Kiehl Verlag, Ludwigshafen 1985.
- [32] Lazarus-Mainka, G.: Subjektive Befindlichkeit von Sprecher und Hörer bei sprachlicher Kommunikation unter Lärm. In: Schick, A.; Walcher, K. P. (Hrsg.): Beiträge zur Bedeutungslehre des Schalls. P. Laug, Bern 1983.
- [33] Lazarus-Mainka, G.: Sprecher-Hörer-Interaktion unter Geräuscheinwirkung. In: Engelkamp, J. (Hrsg.): Psychologische Aspekte des Verstehens. Springer-Verlag, Berlin — Heidelberg — New York 1984.
- [34] Lazarus-Mainka, G.; Lazarus, H.: Der Einfluß der Sprechweise auf die Sprachverständlichkeit. Fortschritte der Akustik — DAGA 84, Darmstadt. DPG-GmbH, Bad Honnef 1984, S. 865 bis 868.
- [35] Lazarus-Mainka, G.; Raschdorf, P.: Sprachverständlichkeit abhängig von der Prosodie. *Archiv für Psychologie* 1985 (erscheint demnächst).
- [36] Martin, A. M.; Howell, K.; Lower, M. C.: Hearing protection and communication in noise. In: Stephens, S. D. G. (Ed.): Disorders of auditory function — II. Academic Press, London 1976.
- [37] May, D. N.: Handbook of noise assessment. Van Nostrand Reinhold Company, New York 1978.
- [38] Niemeyer, W.: Wie hört ein Lärmschwerhöriger? In: Pfeiffer, B. H. (Bearb.): Lärm-Arbeitsmedizinische Gehörsvorsorge. Hauptverband der Gewerblichen Berufsgenossenschaften, Bonn 1983, S. 129 bis 139.
- [39] Pearsons, K. S.; Bennett, R. L.; Fidell, S.: Speech levels in various noise environments. EPA-600/1-77-025, 1977.
- [40] Pickett, J. M.: Effects of vocal force on the intelligibility of speech sounds. *J. of the Acoust. Soc. Am.* 28 (1956), S. 902 bis 905.
- [41] Pickett, J. M.; Pollack, I.: Prediction of speech intelligibility at high noise levels. *J. of the Acoust. Soc. Am.* 30 (1958), S. 955 bis 963.
- [42] Plomp, R.: Auditory handicap of hearing impairment and the limited benefit of hearing aids. *J. of the Acoust. Soc. Am.* 63 (1978), S. 533 bis 549.
- [43] Plomp, R.; Duquesnoy, A. J.; Smoorenburg, G. F.: Effects of noise and reverberation on the speech-reception threshold of hearing-impaired listeners. In: Rossi, G. (Ed.): Noise as a public health problem. Proc. of the 4th Intern. Congress, Turin. Edizione Tecnica a cura del CRSA, Milano 1983.
- [44] Plomp, R.; Mimpfen, A. M.: Speech-reception threshold for sentences as a function of age and noise level. *J. of the Acoust. Soc. Am.* 66 (1979), S. 1333 bis 1342.
- [45] Rittmanic, P.: Pure-tone masking by narrow-noise bands in normal and impaired ears. *J. Aud. Research* 2 (1962), S. 287 bis 304.
- [46] Rostolland, D.: Phonetic structure of shouted voice. *Acustica* 51 (1982), S. 80 bis 89.
- [47] Rostolland, D.: Intelligibility of shouted voice. *Acustica* 57 (1985), S. 103 bis 121.
- [48] Rostolland, D.; Parant, C.: Distortion and intelligibility of shouted voice. Symposium Speech Intelligibility, Liège 1973.
- [49] Smoorenburg, G. F.; de Laat, J. A. P. M.; Plomp, R.: The effect of noise-induced hearing loss on the intelligibility of speech in noise. In: Borchgrevink, H. M. (Ed.): Hearing & hearing prophylaxis. *Scand. Audiol. Suppl.* 16 (1982), S. 123 bis 133.
- [50] Sotscheck, J.: Ein Reimtest für Verständlichkeitsmessungen mit deutscher Sprache als verbessertes Verfahren zur Bestimmung der Sprachübertragungsgüte. *Der Fernmelde-Ingenieur* 36 (1982), Heft 4/5, S. 1 bis 84.
- [51] Spreng, M.: Weiterführende Untersuchungen und Beurteilungen des Gehörs. In: Arbeitsmedizinisches Kolloquium des Hauptverbandes der Gewerblichen Berufsgenossenschaften, Göttingen 1983. Schriftenreihe des Hauptverbandes der Gewerblichen Berufsgenossenschaften, Bonn 1983.
- [52] Steenekens, H. J. M.; Houtgast, T.: A physical method for measuring speech-transmission quality. *J. of the Acoust. Soc. Am.* 67 (1980), S. 318 bis 326.
- [53] Suter, A. H.: Hearing level and speech discrimination in noise. In: Tobias, J. V.; Jansen, G.; Ward, W. D. (Eds.): Noise as a public health problem. Proc. of the 3rd Intern. Congress. ASHA Rep. No. 10 (1980), Rockville/Maryland 1980, S. 203 bis 209.
- [54] Webster, J. C.: Effects of noise on speech. In: Harris, C. M.: Handbook of noise control. McGraw-Hill, New York 1979.
- [55] Webster, J. C.: Communication in noise 1978 — 1983. In: Rossi, G. (Ed.): Noise as a public health problem. Proc. of the 4th Intern. Congress, Turin. Edizione Tecnica a cura del CRSA, Milano 1983.
- [56] Webster, J. C.: Noise and communication. In: Jones, D. M.; Chapman, A. J. (Eds.): Noise and Society. John Wiley & Sons, New York — London 1984.
- [57] Zwickler, E.; Feldtkeller, R.: Das Ohr als Nachrichtenempfänger. S. Hirzel Verlag, Stuttgart 1967.

Der Autor



Dr.-Ing. Hans Lazarus (47) studierte Nachrichtentechnik an den Technischen Universitäten in Dresden und Berlin. Er promovierte bei Prof. Cremer am Institut für Technische Akustik der TU Berlin und ist seit 1973 Leiter der Gruppe Lärmschutz, Vibrationen in der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, 4600 Dortmund 1, Postfach 170202.

RUNDFUNKEMPFÄNGER MIT SENDERIDENTIFIKATION OHNE ZUSATZSIGNALE¹

VON JÜRGEN KÄSSER

Manuskript eingegangen am 21. Februar 1986

Empfängertechnik

Zusammenfassung

Ein Verfahren, das ohne Zusatzsignale die Zuordnung der empfangenen Sender zu Programmen erlaubt, wurde entwickelt. Es basiert auf einer Analyse der Frequenzen, auf welchen an einem Ort Empfang vorhanden ist. Dazu notwendig ist ein Speicher, der die Daten für die Sendeanstalten, Programme, Senderstandorte, Frequenzen und Reichweiten beinhaltet.

Die Studie eines Autoradios wurde vorgestellt, das dieses Identifikationsverfahren benutzt, um automatisch jeweils auf die bestempfangbare Sendestation umzuschalten. Auch ist die Direktanwahl von Programmen möglich. Um den Speicher nicht übermäßig groß und auch änderbar zu machen, ist er als EEPROM mit der Möglichkeit realisiert, über Kassette neue bzw. regional spezifische Daten für Sendeanstalten, Programme, Senderstandorte, Frequenzen und Reichweiten einzulesen.

Summary Broadcast receiver providing station identification without auxiliary signals

A process has been developed which allows receiver tuning to the chosen programme without the need for auxiliary signals. It is based on an analysis of the frequencies on which a programme can be received. For this, a computer is needed which contains data on the transmitters, programmes, transmitter sites and service areas.

It is planned to develop a car-receiver using this identification process and allowing automatic tuning to the transmitter giving the best signal. It will also be possible to choose the programmes directly. To allow the use of a computer of modest size, and to allow modifications to be made, it will be built using EEPROMs with facilities for using, in each region for example, a different cassette containing data on the transmitters, programmes, transmitter sites and service areas.

Sommaire Récepteur de radio avec identification de l'émetteur sans signaux auxiliaires

On a mis au point un procédé qui permet d'accorder le récepteur sur le programme choisi sans signaux auxiliaires. Il est basé sur une analyse des fréquences sur lesquelles on peut recevoir un programme. Il faut pour cela disposer d'un ordinateur contenant des données sur les émetteurs, les programmes, l'emplacement des émetteurs, les fréquences et les zones de service.

On prévoit d'étudier un récepteur pour automobile utilisant ce procédé d'identification et permettant l'accord automatique sur l'émetteur offrant la meilleure réception. Il sera également possible de choisir directement les programmes. Pour que l'ordinateur ne soit pas trop important et puisse être modifié, il sera réalisé sous forme de mémoires EEPROM avec la possibilité d'utiliser, par exemple dans chaque région, une nouvelle cassette contenant les données sur les émetteurs, les programmes, l'emplacement des émetteurs, les fréquences et les zones de service.

1. Einleitung

Rundfunkempfang ist dann am besten, wenn man den Empfänger auf den bestempfangbaren Sender abgestimmt hat. Diese Trivialität in ein technisches Konzept umzusetzen, verlangt insbesondere beim mobilen UKW-Empfang die Lösung folgender Aufgaben:

- Automatische Ermittlung der Frequenzen, auf denen das gewünschte Programm empfangen werden kann.
- Automatische Feststellung, auf welcher Frequenz das gewünschte Programm die beste Hörqualität bietet und störungsfreie Umschaltung des Empfängers auf diese Frequenz.
- Bedienung des Empfängers mit geringstmöglicher Ablenkung vom Fahrgeschehen.

Neben Geräten mit der Möglichkeit, den Empfänger blind zwischen möglichen Frequenzen wählen zu lassen („blind“ soll heißen, ohne Kenntnis, ob aktuell das „richtige“ Programm auf einer Frequenz liegt), sind z. Z. Geräte auf dem Markt, welche nach dem PCI-Verfahren eine Zuordnung von Programm und Frequenz durchführen. Daneben ist in Schweden das RDS-Verfahren in der Einführungsphase,

das durch ein Zusatzsignal entsprechende Daten zu übertragen erlaubt. Da ein solches Zusatzsignal nur mit hohen senderseitigen Kosten zu realisieren ist und sehr leicht, je nach Hubanteil, entweder zu Störungen im Signalzweig oder zu Problemen bei seiner Decodierung führt, soll im folgenden ein Verfahren vorgestellt werden, welches ohne Zusatzsignale (d. h. auch ohne Verkehrsfunkkennungen) eine Identifizierung des auf einer Frequenz empfangenen Programms erlaubt.

2. Verfahren der Identifikation

2.1. PCI-Verfahren

Eines der ersten Verfahren, das es erlaubte, ohne zusätzliche Daten vom Sender oder Eingaben vom Benutzer eine Frequenz einem Programm zuzuordnen, war das PCI-Verfahren. Dabei wird die Bereichskennung und die Frequenz empfangener Verkehrsfunksender verknüpft, da diese Kombination in der Regel eindeutig ist. Falls erforderlich, wird geprüft, ob auf anderen zugehörigen Frequenzen Sender empfangen werden können und die Identifizierung damit abgesichert. Dazu ist ein Speicher im Gerät erforderlich, der Frequenz, Bereichskennung, Anstalt und Programm beinhaltet. Außerdem müssen Informationen zur Verfügung stehen, die es erlauben, geeignete Zusatzfrequenzen zur Absicherung zu ermitteln.

¹ Nach dem Manuskript eines Vortrages, gehalten auf der 7. Fachtagung Hörrundfunk der Nachrichtentechnischen Gesellschaft (NTG) in Mannheim, 12. bis 14. November 1985.

Ist ein Sender identifiziert, so besitzt das Radio eine ungefähre Kenntnis seines Standortes, wodurch die eindeutige Zuordnung aller empfangenen Frequenzen zu Programmen möglich wird. Da die Identifikation die Bereichskennung benötigt, ist ihre Anwendung auf ARI-Länder beschränkt. Ohne diese Zusatzinformation beruht der Identifikationsalgorithmus darauf, daß in unterschiedlichen Regionen auf unterschiedlichen Frequenzen Sender empfangen werden. Es gibt nun unterschiedliche Strategien, aus diesen Empfangsspektren den Standort zu ermitteln und damit die Sender zu identifizieren.

2.2. Korrelationsverfahren

Eine Möglichkeit besteht darin, eine Tabelle anzulegen, in der für unterschiedliche Standorte das mögliche Empfangsspektrum aufgezeichnet ist. Die Korrelation des tatsächlichen Spektrums mit den abgespeicherten möglichen Empfangsspektren ergibt für das richtige Gebiet ein Maximum.

Definiert man die Zahl der tatsächlich empfangenen Sender zu N_E , die Zahl der für einen Ort (i) abgespeicherten Sender zu N_T^i und die Zahl der Frequenzen, auf denen für den Ort (i) sowohl Empfang ist als auch sein sollte, mit N_K^i , so läßt sich als Maßzahl für die Korrelation die Größe

$$K_e^i = \frac{N_K^i}{\sqrt{N_E \cdot N_T^i}}$$

benutzen.

Eine leichter rechenbare Größe ist

$$K_v^i = \frac{2 N_K^i}{N_E + N_T^i}$$

die insbesondere für den Fall, daß

$$\frac{N_E}{N_T^i} \approx 1$$

ist, nicht stark von K_e^i abweicht (siehe **Bild 1**).

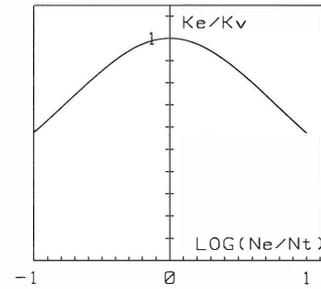


Bild 1

Unterschiedliche Korrelationsmaßzahlen

In **Bild 2** ist für drei Beispielorte das zu erwartende Spektrum aufgezeichnet; das Empfangsspektrum für Hildesheim ist jeweils zusätzlich gestrichelt dargestellt.

Es gilt mit den $N_E = 23$ in Hildesheim empfangbaren Sendern

	N_T	N_K	K_e	K_v
Hannover	25	18	0,71	0,75
Stuttgart	42	11	0,35	0,34
Frankfurt	45	7	0,22	0,21

Damit ist der ungefähre Standort herausgefunden, und die empfangenen Sender können eindeutig Programmen zugeordnet werden.

2.3. Ausschlußverfahren

Ein anderer Weg besteht darin, einen Speicher anzulegen, der für alle Sender die Daten für Frequenz, Standort, Reichweite und wiederum Anstalt und Programm beinhaltet. Empfängt man nun auf einer Frequenz einen Sender, so läßt sich daraus eine Gruppe von Regionen errechnen, in denen sich der Empfänger befinden muß, nämlich gerade die Gegenden, in denen irgendein Sender auf der abgestimmten Frequenz empfangen werden kann.

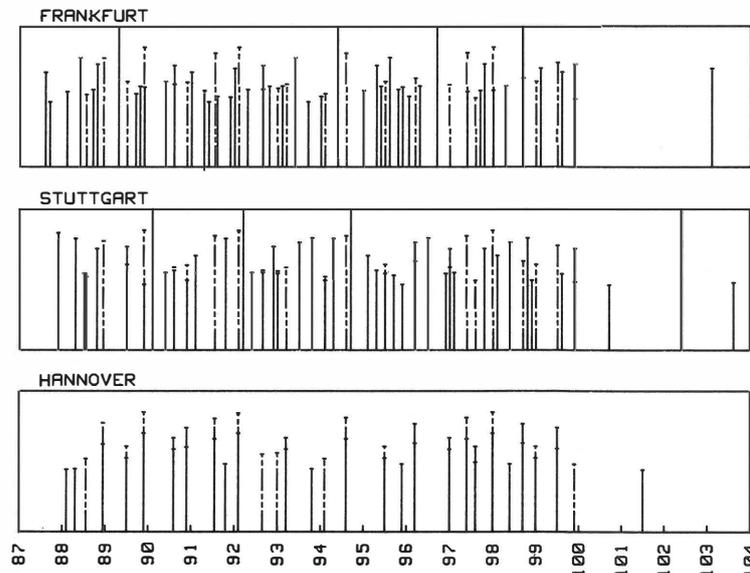


Bild 2

Korrelationsverfahren

Bild 3 Ausschlußverfahren

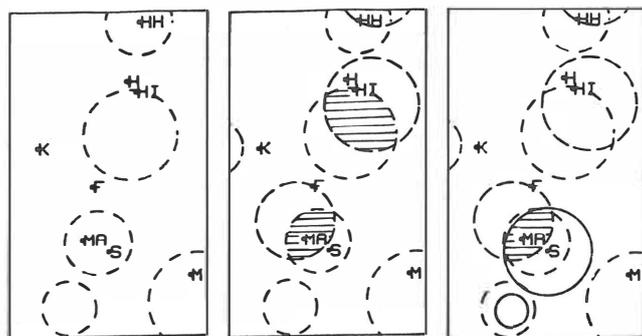


Bild 3

Ausschlußverfahren

- a) Empfangsgebiete 89,5 MHz
- b) Empfangsgebiete 89,5 MHz und 89,9 MHz
- c) Empfangsgebiete 89,5 MHz, 89,9 MHz und 90,1 MHz

Indem man die Schnittmenge der möglichen Regionen bildet, die sich durch den Empfang auf unterschiedlichen Frequenzen ergeben, erhält man die Region, in der man sich tatsächlich aufhält. Dabei kann man die Frequenzen, auf denen Sender empfangen werden können, z. B. über den Sendersuchlauf sukzessiv bestimmen.

Bild 3 zeigt den Ablauf einer Identifikation. Im gewählten Beispiel wird angenommen, daß der Suchlauf bei 89,5 MHz den ersten empfangswürdigen Sender findet und danach fortlaufend die nächsthöheren Frequenzen absucht und auf 89,9 MHz, 90,1 MHz etc. Sender vorfindet, wobei das Empfangsspektrum von Mannheim vorliegen soll.

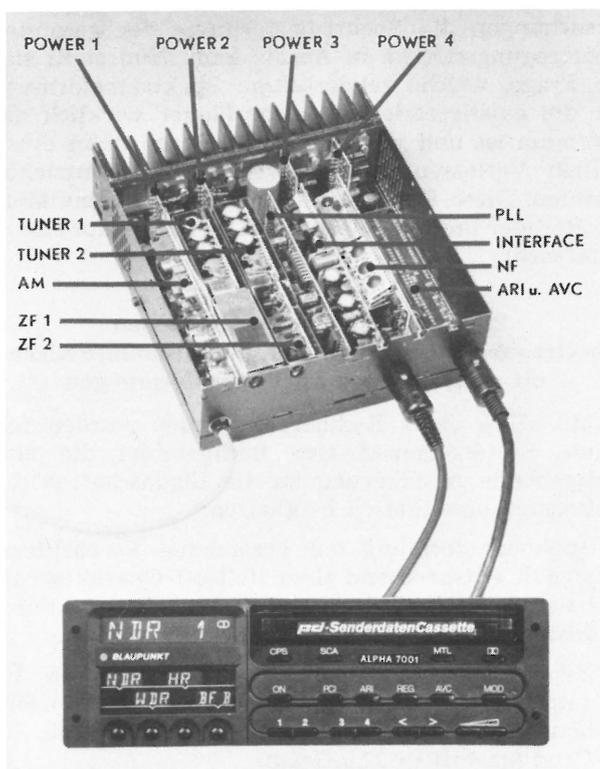


Bild 4

Studie eines Empfängers mit Senderidentifikation ohne Zusatzsignale

In eine grobe Landkarte der Bundesrepublik, in die zur Orientierung einige Städte eingezeichnet sind, werden nacheinander die möglichen Empfangsgebiete eingezeichnet. Schraffiert erscheint jeweils die Region, in der auf allen abgefragten Frequenzen Empfang vorhanden ist. Bild 3a zeigt die möglichen Empfangsgebiete für Sender mit 89,5 MHz. Berücksichtigt sind dabei die Sender, die in der Bundesrepublik empfangen werden können. Wie Bild 3b zeigt, schränkt sich das Empfangsgebiet auf zwei Bereiche ein, falls zusätzlich noch der Empfang auf der Frequenz 89,9 MHz berücksichtigt wird. Schließlich bringt der Empfang auf 90,1 MHz Eindeutigkeit.

Auch bei starken Überreichweiten führt das Verfahren noch zu Eindeutigkeit; z. B. ist es bei ein- und halbfacher Reichweite zur Identifikation der Sender in Hildesheim erforderlich, von 89,5 MHz ausgehend, acht Frequenzen mit Empfang zu überprüfen, gegenüber vier bei Normalreichweite.

3. Realisierung

Ein Vorteil dieses Identifikationsverfahrens ist die Eigenschaft des Identifikationsalgorithmus, daß das Gerät Informationen über das gesamte Empfangsspektrum gewinnt und damit in der Lage ist, dem Benutzer alle empfangswürdigen Sendeanstalten anzubieten.

Die Studie eines Gerätes mit Senderidentifikation ohne Zusatzsignale mit der Möglichkeit der Programmdirektanwahl auf Basis des Gerätes Berlin IQR 85 von Blaupunkt zeigt Bild 4. Von den zwei Empfängern des Gerätes wird einer für den eigentlichen Rundfunkempfang, der andere für Zusatzfunktionen wie Senderidentifikation, Travel ARI etc. eingesetzt. Um zu zeigen, daß die Studie ALPHA 7001 ohne Auswertung der Verkehrsfunkennung auskommt, wurde in diesem Gerät die ARI-Platine weggelassen.

Als Speicher für die erwähnten Senderdaten dient ein 2k x 8 EEPROM. Mit Hilfe des im Gerät vorhandenen Kassettenrecorders lassen sich die Daten für die jeweils gewünschte Region, z. B. Deutschland, Skandinavien o. ä., einlesen und bleiben erhalten, bis eine neue Region abgespeichert wird.

Der Autor



Dr. rer. nat. Jürgen Käsner (42) studierte Physik an der TH Stuttgart und der TU Berlin und promovierte in theoretischer Festkörperphysik. Seit 1977 ist er bei Blaupunkt beschäftigt und leitet zur Zeit die Abteilung Vorentwicklung Autoradio.

ZUR OPTIMALEN SPEKTRUMSFORMUNG VON FERNSEHTEXTSIGNALEN

VON GÜNTER SCHNEEBERGER

Manuskript eingegangen am 27. Januar 1986

Fernsehtext

Zusammenfassung

Die Form bzw. das Spektrum der Fernsehtextsignale beeinflusst die Übertragungssicherheit. Unter Einbeziehung der tatsächlichen Empfängereigenschaften wurden verschiedene Spektrumsformen durch Simulation am Rechner und durch Messungen an Heimempfängern untersucht. Die Ergebnisse zeigen, daß bei angepaßten Signalen die gegenwärtigen Fernsehempfänger bessere Empfangsergebnisse liefern als bei Signalen, die für ideale Empfänger ausgelegt wurden. Die bisherige Praxis der Signalformung ist also begründet; sie kann auch als Aufteilung der idealen Spektrumsformung auf Sender und Empfänger aufgefaßt werden.

Summary Optimum spectrum-shaping for teletext signals

The spectrum shape of teletext signals influences their transmission ruggedness. Different spectrum shapes have been evaluated under normal transmission conditions by means of computer simulations and by taking measurements on domestic receivers. The results show that present-day television receivers offer better reception with shaped signals than with signals matched to an ideal receiver. The validity of the currently-used signal waveform is also demonstrated. It is therefore possible to devise a method for sharing the ideal spectrum shaping between the transmitter and the receiver.

Sommaire Mise en forme optimale du spectre des signaux de télétexte

La forme du spectre des signaux de télétexte influence la sécurité de leur transmission. Différentes formes de spectre ont été évaluées en conditions d'émission réelles par une simulation à l'ordinateur et en réalisant des mesures sur des récepteurs grand public. Les résultats montrent que les récepteurs de télévision actuels offrent une meilleure réception avec des signaux mis en forme qu'avec des signaux adaptés pour un récepteur idéal. La pratique actuelle de la mise en forme du signal trouve ainsi sa justification; on peut aussi concevoir une répartition de la forme spectrale idéale entre l'émetteur et le récepteur.

1. Problemstellung

Die Sicherheit der Fernsehtextübertragung wird von der Gestaltung des Signalspektrums wesentlich beeinflusst. Eine Optimierung muß vor allem den Heimempfänger als schwächstes Glied in der Übertragungskette berücksichtigen. Die ZF-Filterung und die Demodulation in Geräten der Konsumelektronik erreichen nicht die in kommerziellen Geräten mögliche Qualität. Dementsprechend sind auch die Empfangsleistungen solcher Geräte bezüglich Fernsehtext eingeschränkt; um so mehr bedürfen sie daher eines für sie optimal ausgelegten Signals.

Drei Einflußgrößen der Übertragungssicherheit sind insbesondere in ihrem Zusammenspiel zu betrachten: Rauschanteile im Empfangssignal, Signalverzerrungen durch Mehrwegeempfang und Verzerrungen im Empfänger. Nur in Ausnahmefällen führt eine dieser Größen allein bereits zu einer Übertragungsstörung.

Bisherige Arbeiten [1, 2] untersuchten Augendiagramme des übertragenen Signals. Als optimale Spektrumsformung wurde eine Charakteristik mit etwa 70%-Roll-off-Faktor vorgeschlagen. Unter Einbeziehung von (videofrequent simulierten) Mehrwegeausbreitungen [1, 2] und linearen Empfängerverzerrungen [1] waren die Augenhöhe, das Überschwingen der Impulse und die Augenweite optimiert worden. Zielgröße der Optimierung muß jedoch die Fehlerrate, d. h. die im praktischen Fall zu erreichende Übertragungssicherheit sein. Bezeichnenderweise kam in den aus Großbritannien stammenden Fernsehtextgeneratoren die vorgeschlagene Spektrumsformung nicht zum Einsatz, sondern eine davon deutlich abweichende.

In [4] wurde entsprechend einer kanadischen Arbeit [3] ein Roll-off-Faktor von 100% als optimal vorgeschlagen. Das zugrundeliegende Kriterium war

wieder nur die Gestalt des Augendiagramms bei völlig ungestörter Übertragung. Lediglich die systembedingte Bandbegrenzung auf 5 MHz fand Berücksichtigung. Zusätzlich wurde vermutet, daß mit dem so gefundenen Signal auch bei Mehrwegeausbreitung die besten Ergebnisse erreicht werden.

Hervorzuheben ist, daß bei allen erwähnten Untersuchungen die Spektrumsformung der gesamten Übertragungsstrecke in Ansatz kam. Nun stellt sich die Frage, welche senderseitige Spektrumsformung für die existierenden Heimempfänger wirklich das Optimum ist und welche Konsequenzen beim eventuellen Verlassen der bisherigen Praxis entstehen könnten. Diese Frage wurde im IRT mit Simulation am Rechner und mit Messungen an Heimempfängern untersucht.

2. Simulation der verschiedenen Übertragungsverhältnisse und ihr Zusammenwirken mit verschiedenen Spektrumsformungen

Mit Hilfe eines Rechnerprogramms wurden folgende Systemeigenschaften nachgebildet, die eine weitgehende Annäherung an die Eigenschaften der Heimempfangssituation beinhalten:

- a) Spektrumsformung der gesendeten Fernsehtextsignale entsprechend einer Roll-off-Charakteristik bzw. einer Gaußfilterung mit Ansteuerung durch NRZ-Signale (sog. Rechteckansteuerung).
- b) Zweiwegeempfang mit Laufzeitdifferenzen bis zum 2,5fachen der Bitdauer (gestuft in $0,25 \times$ Bitdauer) und einer Echo-Phasenlage von 0 bis 360 Grad (gestuft in 22,5 Grad).
- c) Einfluß idealer und realer ZF-Filterung im Empfänger, d. h. einer Absenkung bei der Farbträgerfrequenz um etwa 5 dB.

- d) Demodulation mit echtem Synchrondemodulator bzw. Quasisynchrondemodulator. Sowohl die Phasenfehler des Schaltträgers bei Quadraturechos als auch die Hüllkurvenverzerrungen gingen in die Rechnung ein.
- e) Ableitung des Taktes im Fernsehtextdecoder aus den Run-in-Impulsen, wie es den modernen Decoderkonzepten entspricht. Die tatsächliche Lage des Signalabstastzeitpunktes, besonders auch seine Fehllage bei Quadraturechos, wurde damit berücksichtigt.
- f) Ableitung der Entscheidungsschwelle aus dem Mittelwert der extremen Signalwerte.
- g) Als Ergebnis der jeweiligen Empfangssituation (Spektrum, Echo, Filterung und Demodulation) diene die Fehlerrate, die sich für ein Pseudo-Random-Datensignal unter Zugrundelegung eines festen RF-Signal-Rauschabstandes errechnete. Gegenüber anderen Arbeiten, die nur von der Augenhöhe ausgehen, wurde dabei der Fehlerratenbeitrag jedes einzelnen Datenelements unter Berücksichtigung des echoabhängigen Abstastzeitpunktes ermittelt.

Die Ergebnisse sind in **Bild 1** dargestellt. Die einzelnen Kurven bestehen jeweils aus den maximalen Fehlerratenwerten der Kombination aller Echolauf-

zeiten mit allen Echo-RF-Phasen. Jede Kurve basiert so auf den Grenzwerten von etwa 2000 einzelnen Simulationen. Der unrealistisch geringe Videostörabstand wurde nur aus rechnerischen Gründen gewählt; für höhere Werte verschieben sich die Ergebniskurven etwa parallel nach geringeren Fehlerraten hin.

Für die gegenwärtige Heimempfängertechnik interessieren nur die beiden oberen Kurven der Quasisynchrondemodulation. Sowohl Roll-off- als auch Gaußfilterung liefern die besten Ergebnisse bei möglichst großer Bandbreite des Signals; d. h. eine 100% Roll-off-Filterung ist einer mit 70% vorzuziehen. Für die realen ZF-Filter der Heimempfänger erweist sich jedoch eine Gaußfilterung als noch vorteilhafter. Betrachtet man die Ergebnisse für Synchrondemodulation, so zeigt sich die Roll-off-Filterung überlegen; besonders der ideale Empfänger weist beim Roll-off-Faktor von 0,7 ein klares Optimum auf.

Die Art der Demodulation hat gegenüber der Signalfilterung den überwiegenden Einfluß. Formt man heute die Signale im Hinblick auf die Quasisynchrondemodulation, so wird man beim eventuellen Erscheinen von Synchrondemodulatoren sicher eine wesentliche Verbesserung des Fernsehtextempfanges in kritischen Empfangssituationen erreichen. Der vergleichsweise geringe Nachteil einer nicht mehr optimalen Signalformung fällt dann kaum mehr ins Gewicht.

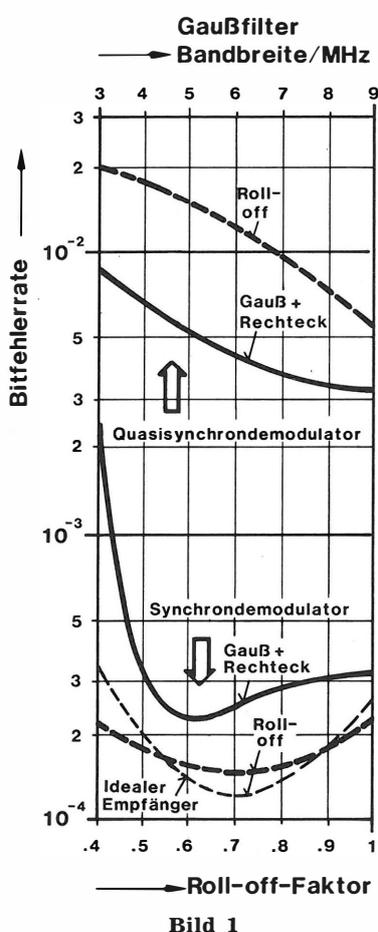


Bild 1
Einfluß der Spektrumsformung auf die Fehlerrate (Simulation)
Echogröße = 20% (siehe Text)
Videostörabstand = 24 dB (bewertet)
Bandbegrenzung auf 5 MHz
Durchgehende Kurven: Reale Empfängerselektion

3. Messungen an Heimempfängern

Die Beurteilung der Übertragungssicherheit von Fernsehtext im Heimempfänger erfolgt anhand des sog. Kriteriums C. Dieses ist erfüllt, wenn nach zweimaligem Empfang eine Fernsehtextseite fehlerfrei abgelegt ist. Wegen des großen Zeitbedarfs einer jeden solchen Messung mußte auf die Einbeziehung von Mehrwegesituationen verzichtet werden.

Da sowohl die Simulation als auch orientierende Messungen zeigten, daß ein Roll-off-Faktor von etwa 0,7, wie in [1, 2] vorgeschlagen, nicht einem Optimum nahekommt, wurde als Spektrumsformung für die

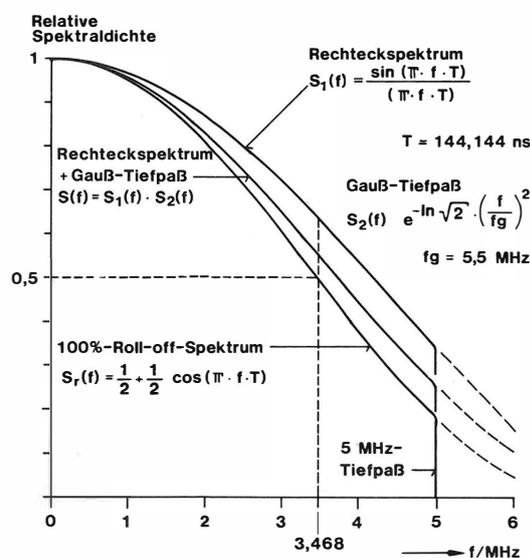


Bild 2
Spektren der meßtechnisch untersuchten Fernsehtextsignale

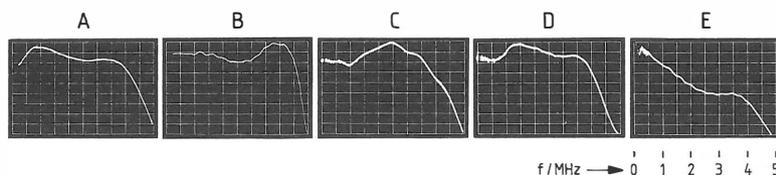


Bild 3

Amplitudenfrequenzgänge der untersuchten Heimempfänger
Amplitude des Wobbelnsignals etwa 10 % BA, linearer Maßstab auf Abszisse und Ordinate

Aussendung nur die Roll-off-Charakteristik von 100 %, die Gaußfilterung (3 dB bei 5 MHz) mit Rechteckansteuerung und die bloße Rechteckansteuerung (NRZ-Signale) für die Messungen mit Heimempfängern verwendet. Bild 2 zeigt die drei verschiedenen Spektrumsausbildungen.

Die Gaußfilterung stellt die derzeit in der Bundesrepublik verwendete Spektrumsformung dar und dient in der Tabelle 1 als Bezug. Die unter dieser

Empfänger	Baujahr	Gaußfilter 5 MHz u. Rechteck- signal	100 %-Roll-off (kosin.-förm.)	nur Rechteck- signal
A	1979	35 dB	+ 1 dB	- 2 dB
B	1984	38,3 dB	± 0 dB	- 0,5 dB
C	1984	38,6 dB	+ 1 dB	± 0 dB
D	1982	40,6 dB	+ 0,5 dB	- 1 dB
E	1984	48 dB	Kriterium C nicht erfüllbar	- 8 dB

Tabelle 1

Auswirkung verschiedener Spektrumsformungen
auf den nötigen bewerteten Videosignalstörabstand zur
Erfüllung des Kriteriums C

Gaußfilterung als Bezug
- = Verbesserung, d. h. Verringerung
des nötigen Störabstandes
+ = Verschlechterung

Spektrumsformung angegebenen bewerteten Video-
störabstände markieren die Grenzen, bei denen das
Kriterium C noch erfüllt war. Die Werte unter den
anderen Filterungen weisen die Abweichungen von
diesen Bezugswerten aus.

Die Amplitudenfrequenzgänge der fünf Empfän-
ger sind in Bild 3 zu sehen. Die Fehler im Bereich
tiefer Frequenzen folgen u. a. aus den Toleranzen der
Nyquistflanke des ZF-Filters. Das Bild des Empfän-
gers E ließ zwar programmabhängig Unschärfen er-
kennen, führte aber bei den Betrachtern nicht zu ei-
ner unbedingten Zurückweisung des Gerätes. Derart
extreme Selektionsverläufe sind erfahrungsgemäß
keine sehr seltenen Ausnahmen. Sie entstehen durch
das Zusammenwirken der Toleranzen von RF- und
ZF-Selektion, so daß durch Gleichlaufabweichungen
die Gesamtselektion von Kanal zu Kanal auch unter-
schiedlich ausfällt.

4. Ergebnisse

Die Simulation zeigte in Übereinstimmung mit [1],
daß für einen idealen Empfänger eine Spektrumsfor-
mung nach einer kosinusförmigen Roll-off-Charak-

teristik von 70 % auch bei Störung durch Mehrwege-
empfang optimal ist. Legt man aber eine realistische
ZF-Filterung zugrunde, so hat der Roll-off-Faktor
einen geringeren Einfluß auf die erreichbare Fehler-
rate, wie die beiden untersten Kurven von Bild 1 er-
kennen lassen.

Die Fernsehempfänger arbeiten alle statt mit ei-
nem idealen Synchrondemodulator mit einem sog.
Quasisynchrondemodulator, der zu Quadraturverzer-
rungen führt. Bei diesen Empfängern wirkt sich das
geringe Überschwingen des Datensignals bei einem
Roll-off-Faktor von 100 % günstig aus, so daß für
sie dieser Wert zu bevorzugen ist.

Ein noch günstigeres Empfangsverhalten kann er-
reicht werden, wenn der typische Abfall der ZF-
Selektion bei höheren Frequenzen im Spektrum des
Datensignals vorentzerrt wird. Die derzeit in Betrieb
befindlichen Fernsehtextgeneratoren arbeiten in die-
sem Sinn, indem sie das Rechtecksignal der Logik-
schaltung durch einen Gaußtiefpaß mit einer 3-dB-
Grenzfrequenz von 5,5 MHz filtern.

Die Messungen an den fünf Heimempfängern un-
terstützen diese Simulationsergebnisse: Die Formung
des Sendespektrums mit 100 %-Roll-off-Charakteri-
stik war in keinem Falle besser als die herkömm-
liche, aber in zwei Fällen geringfügig schlechter und
verhinderte in einem Fall (E) die fehlerfreie Daten-
übertragung selbst dann, wenn überhaupt keine Stö-
rungen wie Rauschen oder Reflexionen vorhanden
waren.

Empfängern vom Typ E würde eine noch weiter-
gehende Anhebung der höherfrequenten Spektral-
komponenten zugute kommen, wie die letzte Spalte
der Tabelle 1 zeigt. Dabei kam überhaupt kein Filter
zum Einsatz; das Rechtecksignal der Logikschaltun-
gen wurde vielmehr unmittelbar als Datensignal ver-
wendet. Empfänger mit normaler Selektion profitie-
ren nur mehr geringfügig davon. Bei einem hochwer-
tigen Ballempfänger zeigte sich sogar ein negativer
Einfluß.

Die Empfänger, die beim Roll-off-Faktor von
100 % schlechtere Ergebnisse aufwiesen (A, C, D und
vor allem E), zeigen im Frequenzbereich ab 4 MHz
den typischen starken Abfall im Amplitudenfre-
quenzgang. (Ein ähnlicher Verlauf im Frequenzbe-
reich von 3 bis 5 MHz wie im Fall C war auch als
ZF-Selektion bei den Simulationen zugrunde gelegt
worden.) Diesen Empfängern kann durch die Vorent-
zerrung geholfen werden.

Damit kann die Aussage bestehen bleiben, daß
eine 100 %-Roll-off-Charakteristik das Optimum ist,
wenn man sie auf die gesamte Übertragungstrecke
bezieht, also die Spektrumsformung im Empfänger

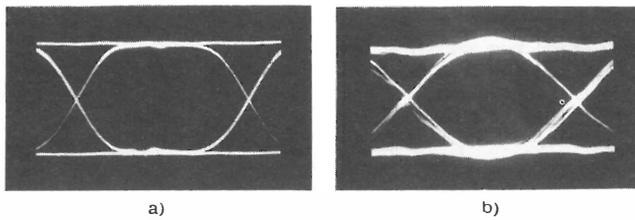


Bild 4

Augendiagramme der Fernsichttextsignale mit Gaußfilterung
(5,5 MHz, 3 dB)

- a) ohne Bandbegrenzung
b) mit Bandbegrenzung auf 5 MHz

mit einrechnet. Die senderseitige Formung muß demnach, wie in der Datenübertragungstechnik allgemein üblich, der Empfangsfilterung angepaßt werden. Aus der Sicht der Datenübertragung ist es auch nicht wünschenswert, den Frequenzgangabfall bei hohen VF-Frequenzen zu vermeiden, denn diese Begrenzung verringert auch das Rauschen im empfangenen Signal, trägt also ihrerseits zu einer Verringerung der Übertragungsfehler bei.

Allerdings kann eine „durchschnittliche“ Empfängercharakteristik kaum angegeben werden und deshalb auch nicht die dazu passende Spektrumsformung. Daher erschien es geraten, die bisherige Praxis als Norm einzuführen [5]. Bei Abweichungen davon würden sicher einige Empfänger profitieren, einige allerdings auch darunter leiden und Proteste verursachen. Insbesondere würden sich bei einem Übergang auf eine senderseitige 100 %-Roll-off-Charakteristik bei Empfängern der Art E erhebliche Probleme bis hin zum Abbruch des Empfangs ergeben.

5. Anmerkung zur Meßtechnik auf Zubringerstrecken

Die Beurteilung des Beitrags von Teilstrecken zur Datensignalverzerrung setzt (wie bei der Prüfzeilentechnik) ein definiertes Meßsignal voraus. Die Roll-off-Charakteristik mit 100 % ergibt trotz der systembedingten Bandbegrenzung bei 5 MHz für Meßzwecke eine sehr brauchbare Signalform, ja nach [3] sogar die optimal erreichbare. Das Augendiagramm mit der bisher üblichen und auch für die weitere Verwendung festgelegten [5] Filterung zeigt **Bild 4** mit und ohne Bandbegrenzung auf 5 MHz. Im zweiten Fall

ist als Folge der gegenüber dem Roll-off-Verlauf vorhandenen Anhebung der höherfrequenten Spektralkomponenten ein leichtes Überschwingen erkennbar.

Soll für Meßzwecke dieses Überschwingen auf das der erwähnten optimalen Form reduziert werden, so bietet sich ein Ergänzungsfilter im Meßgerät an, mit dem die gewünschte Spektrumsformung leicht erreicht werden kann. Die gesamte Meßanordnung bildet dann die wirkliche Empfangseinrichtung nach. Im übrigen erscheint es für reproduzierbare Messungen nötig, immer eine Bandbegrenzung auf 5 MHz vorzunehmen; die beiden Filter könnten also zu einem vereint werden.

Dank gilt Herrn cand. ing. Thomas Schulz, der die Messungen an den Fernsehempfängern mit großer Sorgfalt durchführte.

SCHRIFTTUM

- [1] K a l l a w a y, M. J.; M a h a d e v a, W. A.: CEEFAX: Optimum transmitted pulse-shape. BBC-Report BBC RD 1977/15.
- [2] F a ß h a u e r, P.: Optimales Sendesignal zur Übertragung von Videotext. Rundfunktech. Mitt. 22 (1978), S. 302 bis 307.
- [3] S o u s a, E.; P a s u p a t h y, S.: Transmitter-receiver design for a teletext data transmission system. Department of Electrical Engineering, University of Toronto, 1982.
- [4] H a r m, H.: Praktische Realisierung optimaler Videotext-Filter. Vortrag, gehalten auf der 11. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG) in Hamburg, 21. bis 24. Mai 1984.
- [5] A R D / Z D F; D B P / F T Z; Z V E I: Fernsichttext-Spezifikation. Hrsg. v. IRT, München 1985.

Der Autor



Dipl.-Ing. Günter Schneeberger (43) studierte Nachrichtentechnik an der Technischen Universität München. Während seiner mehrjährigen Industrietätigkeit arbeitete er an der Entwicklung von TV-Sendervorstufen mit. Seit 1976 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Rundfunktechnik in München. Er beschäftigt sich mit Sendermeßtechnik und Systemfragen zukünftiger Übertragungsfragen.

ERZEUGUNG DEFINIERTER RF-ECHOS

1. Einleitung

Häufig ist der Fernsehempfang beim Teilnehmer durch Reflexionen oder Echos gestört. Sie äußern sich im Bild meist als Mehrfachkonturen. Diese sogenannten Geisterbilder entstehen durch Mehrwegeempfang oder Störstellen in den Hausverteilanlagen. Stärker als normale Bilder wird der Empfang von digitalen Signalen durch Echosignale gestört. Es kann sogar vorkommen, daß das digitale Fernsehtextsignal bereits völlig unbrauchbar ist, während im analogen Fernsehbild kaum eine Beeinträchtigung zu erkennen ist.

Um die Auswirkungen von Reflexionen auf die Decoderschaltungen für die verschiedenen Digitalsignale (Fernsehtext, Datenzeilen, digital modulierte Tonträger, D2-MAC etc.) im Labor untersuchen zu können, versucht man, die in der Natur auftretenden, teilweise sehr komplizierten Ausbreitungsverhältnisse durch einfache Näherungen zu ersetzen. In diesem Bericht wird dargestellt, wie die Störsituation eines beliebigen stationären RF-Echos im Labor exakt nachgebildet werden kann.

2. Prinzip der Echosimulation

Die üblichen Simulationen eines durch Reflexions-signale gestörten Empfangs beschränken sich im allgemeinen auf das Basisbandsignal und einzelne positive oder negative Echos (Blockschaltung, **Bild 1**). Eine eventuelle Umsetzung des so erzeugten gestörten Basisbandsignals in die Radiofrequenzlage erzeugt ein Signal, das den wirklichen Reflexionsverhältnissen nur in Sonderfällen entspricht.

Tatsächlich entstehen die Reflexionen nämlich durch die Überlagerung eines direkten und meist mehrerer reflektierter radiofrequenter Signale mit unterschiedlichen Laufzeiten bzw. Phasenlagen, d. h. es treten nicht nur Echos mit 0° oder 180° Phasenlage auf. Für die Untersuchung grundsätzlicher Probleme genügt es aber in den meisten Fällen, nur ein einzelnes Echosignal zu verwenden. **Bild 2a** zeigt das Blockschaltbild einer Anordnung ohne die Einschränkungen nach **Bild 1**. Die hauptsächlichste Verzögerungszeit des Echosignals, die sich als zeitlicher Versatz im Signal äußert, einem sogenannten Geisterbild, ist in einem Block (τ_1) dargestellt. Die Phasendrehung des Trägers, die einer zusätzlichen geringen Verzögerung

$$\tau_2 = \frac{\varphi}{2\pi f} \quad (1)$$

entspricht, wurde separat als weiterer Block gezeichnet. Dabei gilt die Beziehung $\tau_1 \gg \tau_2$. Diese Phasendrehung bewirkt, wenn sie nicht genau 0 Grad oder 180 Grad beträgt, nicht nur eine Verzerrung des verzögerten Echosignalanteils, z. B. bei orthogonalen Echos eine annähernde Differenzierung, sondern führt zusätzlich zu einer Verzerrung des Hauptsignalanteils (siehe **Bild 5f** und **5h**).

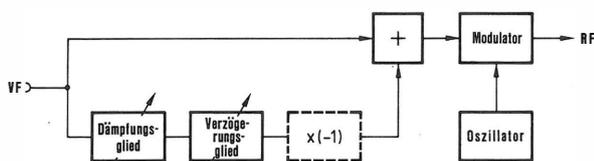


Bild 1

Echoerzeugung im Basisband

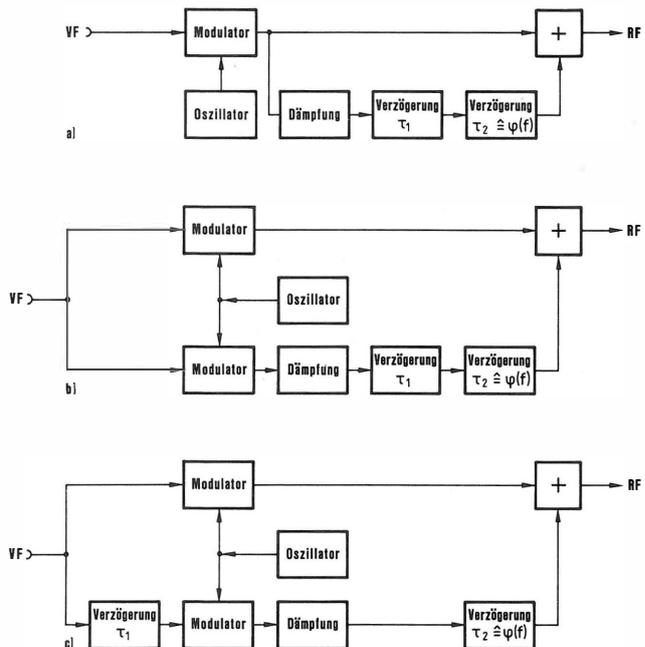


Bild 2

Echoerzeugung in der RF-Lage
(Blockschaltungen)

- Tatsächliche Verhältnisse für einen Umweg
- Zwischenschritt zur Realisierung
- Realisierter Aufbau

Grund dafür ist eine durch das Echo verursachte Phasendrehung des Bezugs- oder Schaltträgers für die Demodulation. Diese Vorgänge treten bei einer rein videofrequenten Echosimulation durch Subtraktion und Addition nicht auf.

Bild 2b stellt einen gedanklichen Zwischenschritt auf dem Weg zu einer technisch realisierbaren Schaltungsanordnung dar. Die Verwendung zweier phasenstarr verkoppelter Modulatoren für beide Signalwege führt zu keinerlei Veränderungen der Signale gegenüber **Bild 2a**. Eine breitbandige Verzögerung eines hochfrequenten Signals um eine relativ lange Zeitdauer entsprechend τ_1 ist jedoch nur mit großem Aufwand zu realisieren; daher führt man diese Verzögerung des Reflexionsignals besser im Basisband durch. Dies führt zu der Darstellung in **Bild 2c**. Mit Hilfe einer in ihrer Länge veränderbaren Leitung im RF-Signalweg läßt sich die gewünschte Trägerphasenlage entsprechend τ_2 einstellen.

3. Meßaufbau

In **Bild 3** ist die tatsächliche Ausführung der Schaltung nach **Bild 2c** dargestellt. Die beiden Modulatoren mit den zugehörigen Frequenzumsetzern müssen mit einer Referenzquelle phasenstarr verkoppelt werden können. Sollen möglichst geringe Laufzeitänderungen zu großen Trägerphasendrehungen von z. B. 270 Grad führen, dann wählt man eine möglichst hohe Frequenz, z. B. den Kanal 60 mit der Trägerfrequenz von 783,25 MHz. Für eine ganze Wellenlänge, die dem Phasenwinkel von 360 Grad entspricht, ergibt sich dann nach Gleichung (2) bei dieser Frequenz ein Wert von rund 40 cm. Dabei ist

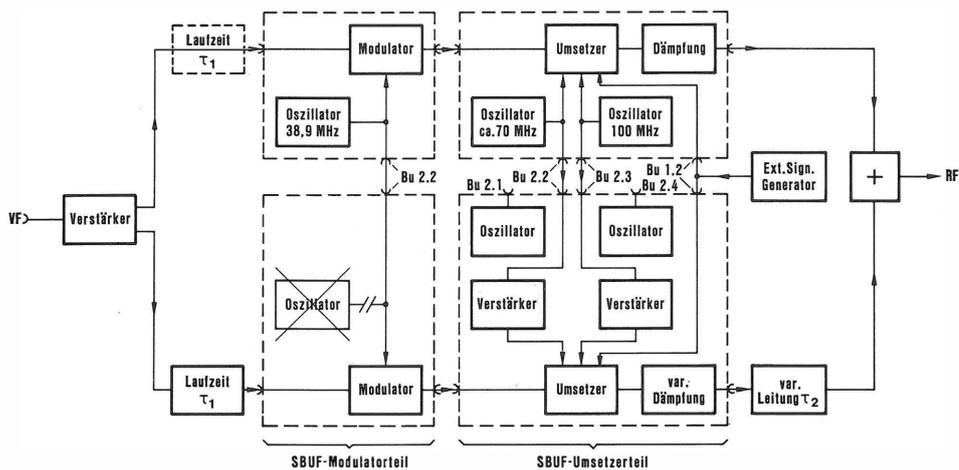


Bild 3

Meßaufbau zur Erzeugung von RF-Echos

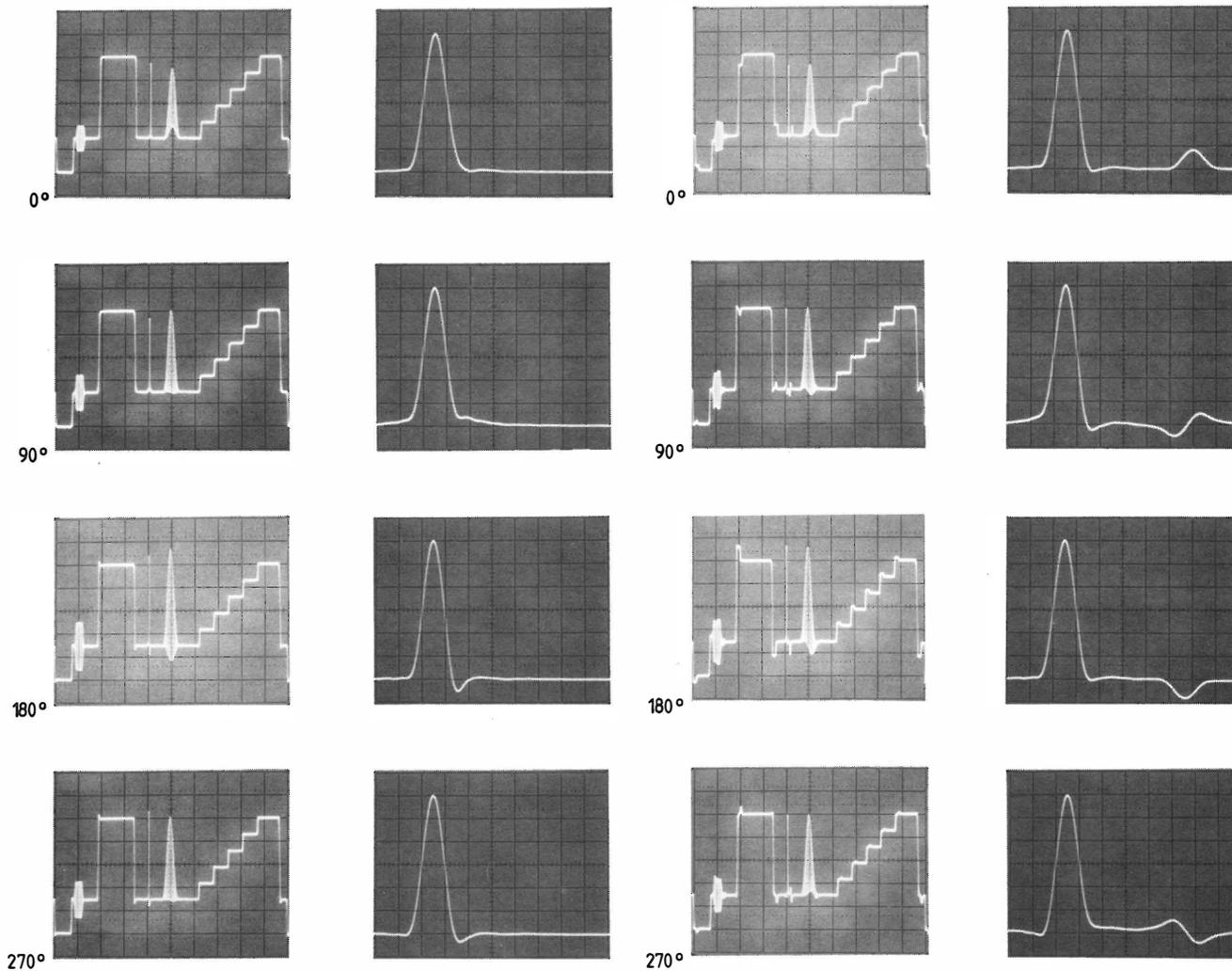


Bild 4

Echos im Abstand von 100 ns
mit Phasenlagen von 0°, 90°, 180° und 270° in der Prüfzeile 17
(In der rechten Bildhälfte der jeweilige 2T-Impuls
in normierter Darstellung)

Bild 5

Echos im Abstand von 1 µs
mit Phasenlagen von 0°, 90°, 180° und 270°
(In der rechten Bildhälfte der jeweilige 2T-Impuls
in normierter Darstellung)

die Phasengeschwindigkeit v_p der Welle auf einer Leitung mit Luft als Dielektrikum gleich der Lichtgeschwindigkeit.

$$\varphi = \frac{2\pi f}{v_p} \cdot l \quad (2)$$

Mit Gleichung (1) errechnet sich für Phasenwinkel zwischen 0 Grad und 360 Grad eine Laufzeitänderung zwischen 0 und 1,3 ns. Zwei in Reihe geschaltete veränderbare Koaxialleitungen, sogenannte Posaunen, ermöglichen den geforderten Einstellbereich. Eine Video-Laufzeitkette im Echozweig sorgt für den zeitlichen Abstand der nacheilenden Echos. Mit einer Laufzeitkette im Hauptsignalweg sind prinzipiell auch vorausschiebende Echos realisierbar, jedoch sollte dabei der Einfluß der Laufzeitkette auf die Qualität des Nutzsignals beachtet werden. Ihre Verzerrungen spielen dagegen im Echosignal nur eine sekundäre Rolle. Beim stationären Fernsehempfang haben Vor-Echos kaum eine Bedeutung, da sie nur auftreten, wenn das hauptsächliche Empfangssignal auf einem Umweg zum Empfänger gelangt, während das direkte Signal nur schwach ankommt.

Für die nachfolgenden Messungen wurden die vorhandenen Modulatoren und Umsetzer vom Typ SBUF der

Firma Rohde & Schwarz so modifiziert, daß eine Verkopplung der Geräte gemäß **Bild 3** möglich war. Die genannten Geräte sind bei vielen Rundfunkanstalten und auch in Industrielabors anzutreffen. Hinweise zum Umbau können vom Verfasser bezogen werden.

4. Darstellung verschiedener Echosituationen

In den **Bildern 4** und **5** sind die Auswirkungen verschiedener Echos auf das Prüfzeilensignal der Zeile 17 dargestellt. Betrachtet werden nur nacheilende Echos, nämlich in **Bild 4** Echos im Abstand von 100 ns und in **Bild 5** weitabliegende Echos im Abstand von $1\ \mu\text{s}$ bei jeweils vier verschiedenen Phasenlagen (0° , 90° , 180° und 270°). Für voreilende Echos gelten die gleichen Gesetzmäßigkeiten. In der rechten Reihe der **Bilder 4** und **5** ist der 2T-Impuls des zugehörigen Bildes der linken Seite zeitlich gedehnt und vor allem auf eine einheitliche Höhe normiert dargestellt. Der Pegel des Echosignals ist in allen Fällen konstant und liegt 16 dB unter dem Pegel des Nutzsignals. Die daraus resultierende Echoamplitude beträgt rund 16 %.

Reinhard Gorol

Institut für Rundfunktechnik, München

TAGUNG DES IEC TECHNIAL COMMITTEE NO. 60 „RECORDING“

PRAG, 18. BIS 23. NOVEMBER 1985

Die 13. Sitzung des IEC TC 60 und seiner Unterkomitees SC 60A (Tonaufzeichnung) und SC 60B (Videoaufzeichnung) war auf Einladung des Tschechoslowakischen Nationalen Komitees nach Prag einberufen worden. 66 Delegierte aus 16 Ländern waren gemeldet worden. außerdem von den internationalen Organisationen CCIR, EBU, OIRT entsandte Beobachter sowie die Vertreter des IEC Central Office und des IEC TC 84 „Geräteausrüstung und Systeme im Ton-, Bild- und im audiovisuellen Bereich“.

Der Vizepräsident des Tschechoslowakischen Nationalen Komitees für Standardisierung, Mr. Kerka, begrüßte die Teilnehmer und wies in seiner Rede auf den weit den Bereich der reinen Technik überschreitenden Einfluß der Normung beim Austausch von Informationen in Gebieten des Wissens-, der Kultur, des Handels hin, der letztlich somit der Verständigung der Völker und der Aufhebung politischer Grenzen diene. Der Vorsitzende des TC 60, W. Habermann (Deutschland), brachte seinen Dank dafür zum Ausdruck, daß innerhalb kurzer Zeit Prag zum zweitenmal als Tagungsort diene, was in Anbetracht der allenthalben Platz greifenden Einschränkungen und der hierdurch wachsenden Schwierigkeiten, für Sitzungen die notwendige organisatorische, personelle und finanzielle Unterstützung zu finden, besonders hoch einzuschätzen sei.

Offensichtlich diene Prag als Meilenstein in Richtung digitaler Aufzeichnungstechniken. Während des ersten Treffens im Jahre 1981 waren im Tonaufzeichnungsbereich die ersten Beratungen über digitale Methoden möglich geworden. Heute zeige ein Blick auf das Arbeitsprogramm, daß nun auch auf dem Videosektor der professionelle digitale Aufzeichnungsstandard für Signale entsprechend dem digitalen 4:2:2-Studio-Interface zur Diskussion anstehe und daß, insgesamt gesehen, die Standardisierung analoger Methoden als nahezu abgeschlossen betrachtet werden muß.

Das TC 60 hat neben seiner Eigenschaft als „letzte Instanz“ vorrangig eine „Schirmfunktion“ für die beiden Unterkomitees SC 60A und SC 60B. Während die eigentliche Detailarbeit von den letzteren geleistet wird, zeichnet das TC verantwortlich für die Bereiche „Ton“ und „Bild“ übergreifenden Aufgaben. Dazu gehört neben der Terminologie z. B. das Problem des Begleittons zum Bild, wo in der Zukunft mit der Realisierung der Digitalaufzeichnung besondere Aktivitäten erwartet werden. Während im analogen Zeitalter Ton und Bild getrennt das Aufzeichnungsgerät durchliefen, werden die Spuren für das digitale Signal beiden Ereignissen gemeinsam sein. Gegenseitige Abhängigkeiten für die Bild- und Tonaufbereitung sind gegeben – und damit die Aufgabe der Koordination für den TC 60.

Wenn es diesmal noch nicht zur Bildung einer entsprechenden Arbeitsgruppe kam, so deswegen, weil ein anderes Thema Priorität hatte: Wie läßt sich eine effektivere Arbeitsweise in der Standardisierung erreichen? Seit geraumer Zeit ist ein Interessenschwund gegenüber den Aktivitäten internationaler Standardisierungsgremien festzustellen. Die bereits oben angesprochene, nachlassende finanzielle und personelle Unterstützung ist nur ein Symptom. Schwerwiegender ist die Tatsache, daß personeller und finanzieller Aufwand von den eigentlichen Standardisierungsgremien wegverlagert wird zu ad hoc einberufenen Arbeitskreisen und Konferenzen, weil damit ein schnelleres Ergebnis erwartet wird als bei der etwas schwerfälligen Arbeitsweise internationaler Gremien. Beispiele hierfür waren in jüngster Vergangenheit: die 8-mm-Konferenz, die Konferenz über den digitalen Tonrecorder (DAT), die erfolgreich verlaufenen Anstrengungen von SMPTE und EBU, einen einheitlichen digitalen Studio-Aufzeichnungsstandard (für Signale entsprechend dem 4:2:2-Studio-Interface) zu kreieren. Die Rolle der internationalen Standardisierungsgremien wird hierbei eingeschränkt auf die Registrie-

rung bereits allgemein akzeptierter Standards, obwohl es durchaus ihre Aufgabe wäre, als Forum für die eigentliche Diskussion zu dienen.

Nach allgemeiner Ansicht läßt sich eine Änderung dieser besonders für die IEC prekären Situation nur durch eine Straffung und Beschleunigung des internen Arbeitsablaufs erzielen. Für den TC 60 hat man diesbezügliche Vorschläge ausgearbeitet: Zusammenlegung der Subkomitees, Prüfung eingehender Standardisierungsbegehren auf Zweckmäßigkeit mit Empfehlung einer Ablehnung, wenn dies angebracht erscheint (z. B. bei bereits vorliegenden gleichwertigen Standards bzw. von Standards gleicher Zielsetzung). Im Falle einer weiteren Bearbeitung Bildung von projektbezogenen (im Gegensatz zu den bisherigen permanenten Schwerpunktthemen zugeordneten) Arbeitsgruppen, deren Aufgabe es ist, in kürzester Zeit – nicht nur auf dem Korrespondenzweg, sondern auch mit eigenen Sitzungen – eine abstimmungsreife Vorlage zu erstellen. Da diese Vorschläge eine grundlegende Umorganisation des TC 60 und seiner Arbeitsweise bedingen – eine Koordinierungs- und Überwachungsfunktion für zwei nach Bild und Ton getrennte Gremien (wie oben angesprochen) würde dann z. B. überflüssig werden –, müssen sie den Aufsichtsgremien und den Nationalen Komitees zur Zustimmung vorgelegt werden.

Man ist sich darüber im klaren, daß solche Maßnahmen nur dann geeignet sind, die früher vorhandene Position des IEC wiederherzustellen, wenn sie nicht nur auf ein TC beschränkt, sondern entsprechend generell angewandt und flankierend seitens der Nationalen Komitees und des IEC Central Office unterstützt werden.

Im Bereich der Tonaufzeichnung wird das heranahende Ende des „analogen Zeitalters“ besonders deutlich, zumindest was die Neuentwicklung von Aufzeichnungssystemen betrifft. Die Neuausgabe der für Analogaufzeichnung wichtigen Publikation 94 „Systeme für Tonaufzeichnung und -wiedergabe auf Magnetband“ wird in Kürze vollständig vorliegen. Sie gliedert sich in nunmehr 10 Teile, von denen die ersten 3 bereits erschienen sind:

94-1 Allgemeine Bedingungen und Anforderungen

94-2 Bezugsbänder

94-3 Meßverfahren für Magnetbandgeräte.

Die weiteren Abschnitte befinden sich bis auf den Teil 10 bereits im Druck und werden 1986 verfügbar sein. Teil 10 wird voraussichtlich 1986 in Druck gehen:

94-4 Mechanische Magnetbändeigenschaften

94-5 Elektrische Magnetbändeigenschaften

94-6 Spulensysteme

94-7 Kassette für vorbespieltes Magnetband und Heimanwendung (Compact Cassette)

94-8 Achtspur-Endlos-Magnetband-Kassette für vorbespieltes Band mit Heimanwendung

94-9 Magnetband-Kassette für professionelle Anwendung (NAB-Cartridge)

94-10 Aufzeichnung von Zeit- und Adreßcodes.

Ebenfalls im Druck befindet sich die Neuauflage der beiden Publikationen 98 (1964) und 98A (1972) für die Schallplattentechnik. Der überarbeitete Standard für „Analoge Schallplatten und Wiedergabegeräte“ umfaßt die folgenden 3 Teile:

98-1 Allgemeine Informationen

98-2 Kompatibilität zwischen analogen Schallplatten und Wiedergabegeräten

98-3 Meßverfahren für Schallplattenwiedergabegeräte.

Das Aufgabengebiet der analogen Tonaufzeichnung kann damit, bis auf einige kleinere Probleme, wohl als

abgeschlossen betrachtet werden. Demgemäß war das Arbeitsprogramm des SC 60A „Tonaufzeichnung“ in Prag stark auf digitale Aufzeichnungsverfahren ausgerichtet. Neu ist eine Publikation „Compact Disc“, die sich bereits im Druck befindet und das digitale Compact-Disc-System behandelt. Die zuständige Arbeitsgruppe erarbeitet gerade Meßmethoden für Compact-Disc-Wiedergabegeräte, die den CD-Standard dann ergänzen werden.

Ein Digitalstandard für Audioprozessoren im Consumer-Bereich ist in Vorbereitung und kann voraussichtlich 1986 noch in Druck gehen. Die Publikation behandelt das bekannte EIA-J-Format (= Electronic Industries Association of Japan). Audioprozessoren digitalisieren und codieren das Tonsignal derart, daß es als Pseudovideosignal mit herkömmlichen Videorecordern gespeichert werden kann. Der wohl bekannteste Audioprozessor dieser Art, der auch im Rundfunk eingesetzt wird, ist der PCM-F1.

Für die professionelle digitale Tonaufzeichnung wird in einem Report (erscheint voraussichtlich 1986) eine Abtastrate von 48 kHz und eine lineare Quellencodierung mit mindestens 16 Bit in 2er-Komplement-Binärdarstellung empfohlen.

Für den Programmaustausch wird ein einheitliches digitales Aufzeichnungsformat benötigt. Aus diesem Grund hat der Arbeitskreis für digitale Aufzeichnung des deutschen Spiegelgremiums, DKE Unterkomitee 742.2, ein Anforderungsprofil erarbeitet und in Prag eingereicht. Die Arbeiten für ein einheitliches Format für den professionellen Programmaustausch konnten dadurch ein Stück vorangebracht werden. Eine schnelle Einigung ist jedoch nicht zu erwarten.

Um wenigstens zunächst einmal die Kompatibilität der für die professionelle digitale Längsaufzeichnung verwendeten Magnetbänder sicherzustellen, wurde ein Referenzband-Leerteil festgelegt. An einer künftigen Publikation über Meßmethoden für diese Digitalbänder wird gearbeitet.

Die Japaner berichteten über den aktuellen Stand ihrer DAT-(Digital-Audio-Tape-)Konferenz. Nachdem dort die Entscheidung für das R-DAT-Format („R“ steht für „rotierender Magnetkopf“) gefallen ist, wurde eine Studiengruppe beauftragt, R-DAT bis Juni 1986 komplett zu spezifizieren. Japan will dann einen Formatvorschlag bei IEC einreichen. Das R-DAT-System wird 2 bis 3 Stunden Stereoton (16 Bit linear quantisiert) auf einer Kassette in Scheckkartengröße speichern können. Für die Aufzeichnung wird man die Abtastfrequenzen 32/44,1/48 kHz wahlweise verwenden können. Außerdem wird das Format auch noch viel Platz für Zusatzdaten bieten, so daß dieses Speichermedium bei seiner Markteinführung in ca. 2 Jahren auch für den Rundfunk interessant sein dürfte.

Im Gegensatz zum Unterkomitee 60A ist das Unterkomitee 60B „Videoaufzeichnung“ noch mehr der analogen Umwelt verhaftet. Die Arbeit ist, aufgeteilt auf vier Arbeitsgruppen, durchgeführt worden, die ihrem Aufgabengebiet nach sowohl Band- und Plattenaufzeichnung, deren professionellen Einsatz und deren Anwendung im Konsumbereich sowie die einschlägige Meßtechnik abdecken.

Für die in den IEC-Publikationen 602 bzw. 558 beschriebenen Studio-Aufzeichnungsstandards des B- bzw. C-Formates sind Ergänzungen erarbeitet worden. Sie enthalten in Anpassung an den neuesten Stand der Technik insbesondere eine von der PAL-8er-Sequenz abgeleiteten Kontrollspurimpuls zur Verbesserung und Erleichterung der elektronischen Schneidetechnik. Jedes der in den vergangenen Jahren bekanntgewordenen Aufzeichnungsverfahren für analoge Komponenten, das M-Format mit VHS-Kassette, das L-Format (mehr bekannt unter der Bezeichnung BETACAM) und das 1/4-Zoll-

LINEPLEX-Format – die sogenannte QUARTERCAM – ist in Standardbeschreibungen niedergelegt. Die gegenwärtige Überarbeitungsphase ist so weit abgeschlossen, daß einer internationalen Standardisierung nichts mehr im Wege steht. Allgemein war man auch der Ansicht, daß der in IEC-Publikation 712 enthaltene U-matic-Standard ergänzungsbedürftig ist. So wird der bereits bei der EBU in Dokument Tech. 3233 enthaltene U-matic-Highband-Standard und die kleine 20-min-Kassette in die IEC-Publikation übernommen werden.

Der zukünftige digitale Aufzeichnungstandard auf 19-mm-Band hat weltweit Arbeitsgruppen beschäftigt und ist in umfangreichen Dokumenten bei CCIR, EBU und SMPTE beschrieben worden. Basierend auf diesen Unterlagen soll in kurzer Zeit ein komplettes IEC-Dokument für das 525-Zeilen-/60-Hz- und das 625-Zeilen-/50-Hz-System entstehen. Ferner ist man sich in allen internationalen Komitees bewußt geworden, daß es vorteilhaft sei, bereits heute die Aufzeichnung von HDTV-Signalen als zukünftiges Arbeitsthema bekanntzumachen und so einem „Wildwuchs“ inkompatibler Standards vorzubeugen.

Parallel zu der Arbeit an den Aufzeichnungstandards selbst hat man sich mit Meßmethoden für professionelle Recorder und Bänder befaßt. Alle nationalen Komitees sind aufgerufen, Beiträge für die Messung analoger Komponentenaufzeichnungsanlagen und die digitale Aufzeichnung zu liefern. Ein vom deutschen Komitee eingereichter Vorschlag, für alle Aufzeichnungsstandards ein sogenanntes Referenzband-Leerteil zu definieren, fand nach ursprünglichem Widerstand bei allen Teilnehmern Akzeptanz. Mit Hilfe eines solchen unbespielten Magnet-

bandes mit genau definierten Eigenschaften wird die Einmessung von Videorecordern und die kompatible Aufzeichnung – die Vorbedingung für einen problemlosen Bandaustausch – erleichtert. Die EBU-Dokumentation Tech. 3219 mit ihrer Beschreibung einheitlicher Recorder-einstellungen bzw. -einmessungen, die den internationalen Bandaustausch verbessern hilft, wird als IEC-Report veröffentlicht werden.

Auf dem Gebiet der Heimvideorecorder ist der neue 8-mm-Video-Standard fertig ausgearbeitet und hat nur noch den Abstimmungsprozeß zu durchlaufen. Die IEC-Publikation 767 des BETA-Standards und die IEC-Publikation 774 des VHS-Standards sind bereits ergänzungsbedürftig. In beiden Heimrecorderformaten muß die neue HiFi-Version mit FM-Tonaufzeichnung Berücksichtigung finden. Ergänzend zu dieser zukünftigen Aufgabe werden die nationalen Komitees gebeten, Meßverfahren für diese Tonaufzeichnungsart beizusteuern. Basierend auf deutsch-japanischen Vorschlägen der letzten Sitzungsperiode sind die Diskussionen um einheitliche Meßverfahren für Heimrecorder fortgeführt worden. Das gesteckte Ziel ist nunmehr erreicht, und somit werden in absehbarer Zeit die Prospekt-Datenangaben von Heimrecordern durchschaubarer und objektiv vergleichbar sein.

Die Standards der Bildplattensysteme LASER-VISION und VHD, die sowohl in Europa wie in Japan eine gewisse Verbreitung erfahren haben, liegen inzwischen endgültig vor; ihrer Veröffentlichung steht nichts mehr im Wege.

Werner Habermann, Siegbert Herla, Gerhard Welz
Institut für Rundfunktechnik, München

ZWEITES HFBC-INFORMATIONSTREFFEN DES IFRB ZUR VORBEREITUNG DES ZWEITEN TEILS DER KURZWELLENKONFERENZ¹

GENF, 5. BIS 7. FEBRUAR 1986

In der Zeit vom 5. bis 7. Februar 1986 fand in Genf das zweite Informationstreffen über die Arbeit des IFRB zwischen dem ersten und zweiten Teil der Kurzwellenkonferenz statt. An der Veranstaltung nahmen mehr als 170 Delegierte aus 37 Ländern teil. Da es sich um eine reine Informationsveranstaltung des IFRB handelte, konnten zu den einzelnen Punkten zwar kritische Anregungen gegeben werden, Entscheidungen waren aber nicht zu treffen.

Das Gesamtkonzept des „HFBC-Planning-Systems“, das vom IFRB zur Anwendung beim zweiten Konferenzteil vorgeschlagen wird, wurde im Lauf des Jahres 1985 den Verwaltungen durch folgende IFRB-Circular-Letters mitgeteilt:

- Nr. 610 vom 4. April 1985,
- Nr. 625 vom 5. August 1985,
- Nr. 639 vom 18. November 1985,
- Nr. 642 vom 24. Dezember 1985.

Damit ist das Dokument nahezu vollständig. Einige noch ausstehende Ergänzungen und Korrekturen sollen so schnell wie möglich verteilt werden.

Es wurde ein Überblick über den gegenwärtigen Stand der Arbeiten und die weitere Terminplanung des IFRB gegeben. Bisher sind über 18 000 Requirements beim IFRB eingegangen. Davon waren über 50% aus verschiedenen Gründen fehlerhaft, so daß sehr schwie-

rige und zeitaufwendige Arbeiten anfielen, um diese Fehler zu beseitigen.

Die häufigsten Fehler waren:

- Benennung nicht aneinandergrenzender CIRAF-Quadranten im Zielgebiet,
- Verwendung des 7-MHz-Bandes in der Region 2,
- falsche Zahl der simultan verwendbaren Frequenzen,
- unlogische Querverweise auf andere Requirements,
- Angabe von Tropenbändern, die nicht Gegenstand der Planung sind.

Eine starke Einschränkung für das Planungssystem stellt die hohe Zahl von Requirements dar, in denen eine sogenannte „Preset Frequency“ angegeben ist. Von dieser fest vorgegebenen Frequenz sollte nur in Ausnahmefällen aus sendertechnischen Gründen Gebrauch gemacht werden. Die Diskussion zeigte, daß dies jedoch in einigen Fällen mit der Angabe einer bevorzugten Frequenz verwechselt wurde.

Für die Planungsübungen beabsichtigt das IFRB die Berechnung folgender Pläne:

Nr.	Plan	Jahreszeit	Sonnenfleckenanzahl
1	D 1985	Winter	5
2	J 1986	Sommer	5
3	M 1988	Frühjahr	60
4	J 1988	Sommer	60

¹ WARC-HFBC: 1. Teil: Genf 10. 1. bis 11. 2. 1984
2. Teil: Genf 27. 1. bis 13. 3. 1987.

Falls die Zeit es erlaubt, soll noch ein Test für D 1985 (Winter) mit der Sonnenfleckenzahl 120 durchgeführt werden. Alle Pläne werden die erweiterten Frequenzbänder oberhalb von 10 MHz beinhalten.

Zur Variation sind folgende Größen vorgesehen:

- 80 oder 90 % Perzentile der Testpunkte,
- 80 oder 90 % der Overall Broadcasting Reliability,
- Hinzunahme oder Weglassen der maritimen Zonen,
- verschiedene Werte der minimalen nutzbaren Feldstärke,
- Nichtberücksichtigung der als fest vorgegebenen Frequenzen,
- verschiedene Werte für den Gleichkanal-Schutzabstand.

Der Zeitplan des IFRB für 1986 enthält folgende Termine:

bis März:

Erzeugung der noch fehlenden Programmteile, Tests und Fertigstellung des Plans 1.

April bis Juni:

Varianten des Plans 1 rechnen,
Annahme des Reports an den 2. Teil der Konferenz,
Erstellung des Plans auf Microfiche.

im Juli:

Der vorläufige IFRB-Report mit Plan 1 wird veröffentlicht.

August bis Dezember:

Die Pläne 2, 3 und 4 werden gerechnet und verteilt.

Nach einem kurzen statistischen Überblick über die Beteiligung an den bisher durchgeführten Meßkampagnen zum Thema „Harmfull Interference“ und ihre Ergebnisse wurden dann vom jeweils zuständigen Sachbearbeiter des IFRB-HFBC-Teams die einzelnen Phasen des Planungssystems eingehend beschrieben und erläutert. Die vorgetragenen Prozeduren wichen im großen und ganzen nicht von den bereits veröffentlichten Teilen des Planungssystems ab. Für das eigentliche Frequenzzuweisungssystem werden beim IFRB derzeit noch

verschiedene Verfahren getestet, die alle vorgestellt wurden. Über die Anwendung im Einzelfall ist jedoch noch keine Entscheidung gefallen.

Um die bisher vom IFRB geleistete Arbeit zu würdigen und die Problematik zu beleuchten, seien zum Abschluß noch einige Angaben über die zu bewältigenden Datenmengen und den Rechenaufwand angefügt. Der Rechner des IFRB hat nach der letzten Ausbaustufe einen Arbeitsspeicher von 16 MByte und eine Prozeßgeschwindigkeit von 4,5 MIPS. Ein Ausbau auf eine Geschwindigkeit von 6 MIPS bis zum Beginn des 2. Teils der Konferenz scheint möglich. Die Speicherung der Feldstärken und der Basic Circuit Reliabilities für 6000 Requirements in 4 Bändern für 24 Stunden bei 900 Testpunkten erfordert bereits etwa 2 GByte pro Jahreszeit. Für 1500 Requirements in einem Band und einer Stunde müssen ca. 2,25 Millionen Datenelemente gespeichert werden.

Zur Vorbereitung der Rechnungen muß eine Ausbreitungs-Datenbank erzeugt werden, in der Feldstärken auf der Basis einer isotropen Antenne ohne Berücksichtigung der aktuellen Leistungen und Antennengewinne vorausgerechnet sind. Diese Rechnung benötigt für 5 Jahreszeiten etwa 20 CPU-Tage und die Speicherung dieser Daten erfordert 240 Magnetbänder. Die benötigte Kapazität des Rechners und die Rechenzeit hängen wesentlich von folgenden Größen ab:

- Zahl der Requirements,
- Zahl der betriebenen Senderstandorte,
- Zahl der Testpunkte,
- Grad der Überbelegung der Bänder,
- Variationen der technischen Parameter.

Aus den obigen Angaben folgt, daß das IFRB während des zweiten Teils der Konferenz nur solche Aufgaben übernehmen kann, die keine aufwendigen Rechnungen erfordern. Allenfalls könnte ein einziger Plan gerechnet werden, vorausgesetzt die technischen Kriterien sind bereits vorgegeben und die Aufgabe würde in der Anfangszeit der Konferenz gestellt.

Joachim Bodesheim
Institut für Rundfunktechnik, München

TAGUNGEN UND AUSSTELLUNGEN

Termine

12. 5. – 16. 5. 1986 München	ICDSC 7th International Conference on Digital Satellite Communications	4. 9. – 8. 9. 1986 Mailand	20th SIM-HI.FI-IVES 86
13. 5. – 15. 5. 1986 Berlin	ShowTech Internationale Messe und Kongreß für Veranstaltungstechnik, Ausstattung und Management	8. 9. – 11. 9. 1986 Dublin	EuMC 86 16th European Microwave Conference
13. 5. – 16. 5. 1986 Stuttgart	ACAM Computer Graphics	17. 9. – 18. 9. 1986 Tokio	International HDTV Symposium for Image Producers
13. 5. – 16. 5. 1985 Essen	KommTech 86 Deutsche Kommunikations-Messe	19. 9. – 23. 9. 1986 Brighton	IBC 86 11th International Broadcasting Convention
2. 6. – 6. 6. 1986 Mainz	12. Jahrestagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG)	22. 9. – 25. 9. 1986 Barcelona	ECOC 86 12th European Conference on Optical Communication
3. 6. – 6. 6. 1986 Rosemont	International Conference on Consumer Electronics (ICCE)	29. 9. – 30. 9. 1986 Berlin	Mikroelektronik für die Informa- tionstechnik – Vermittlung, Über- tragung und Verarbeitung NTG-Fachtagung in Zusammenarbeit mit FKME und der Deutschen Sektion des IEEE
4. 6. – 7. 6. 1986 Innsbruck	Euromedia 1986 3. Europäisches Mediensymposium Telekommunikation – Netzwerk der Macht?	6. 10. – 10. 10. 1986 Kleinheubach	Kleinheubacher Tagung 1986 Gemeinschaftstagung des U.R.S.I.- Landesausschusses in der BRD und der NTG
11. 6. – 14. 6. 1986 Stuttgart	telematica 86 Fachmesse für Kommunikations- technologien und Neue Medien	6. 10. – 11. 10. 1986 Düsseldorf	INTERKAMA 86 10. Internationaler Kongreß für Meß- und Automatisierungstechnik
24. 6. – 28. 6. 1986 Frankfurt	Broadcast 86	13. 10. – 15. 10. 1986 Nürnberg	VDE-Kongreß 86 Elektrotechnik – Motor der Innovation
4. 7. – 6. 7. 1986 Friedrichshafen	ham radio Internationale Amateurfunk- ausstellung	24. 10. – 29. 10. 1986 New York	128th Technical Conference and Equipment Exhibit (SMPTE)
8. 7. – 10. 7. 1986 Brighton	Cable 86 4. Internationale Konferenz und Ausstellung über Kabel- und Satellitenfernsehen	11. 11. – 15. 11. 1986 München	electronica 86
27. 8. – 1. 9. 1986 Zürich	FERA Internationale Fernseh-, Radio- und HiFi-Ausstellung	12. 11. – 16. 11. 1986 Los Angeles	81st AES Convention Audio Engineering Society Convention
2. 9. – 4. 9. 1986 Basel	Videotex-Europa Schweizerischer Videotex-Kongreß mit Ausstellung	19. 11. – 22. 11. 1986 München	14. Tonmeistertagung
3. 9. – 9. 9. 1986 Köln	photokina Weltmesse des Bildes	20. 11. – 22. 11. 1986 Tokio	InterBEE International Broadcast Equipment Exhibition

BUCHBESPRECHUNGEN

Diane Arbus. Eine Biographie. Von Patricia Bosworth. 381 Seiten, zahlreiche Bilder, Format 23 cm x 16,5 cm, geheftet, Schirmer/Mosel Verlag, München 1984, Preis 39,80 DM, ISBN 3-88814-150-8.

Diane Arbus ist zweifelsohne die bedeutendste und eigenwilligste Fotografin unseres Jahrhunderts. Ihre ausdrucksstarken Fotografien von Außenseitern und Benachteiligten der Gesellschaft machten sie Anfang der 70er Jahre weltweit zum Begriff.

13 Jahre nach ihrem Freitod ist nun eine Biographie über Diane Arbus erschienen. Die Autorin schildert darin sehr ausführlich (aufgrund von eingehenden Recherchen) auf knapp 400 Seiten das Leben von Diane Arbus; angefangen mit Dianas Herkunft aus einer reichen jüdischen Familie, ihrer behüteten, aber konfliktreichen Kindheit und Jugend, ihrer frühen Heirat mit Allan Arbus. Beschrieben wird ihr Weg von der Modefotografie (in Zusammenarbeit mit Allan Arbus) zu ihrer eigenständigen Karriere als Fotografin. Die Ausführlichkeit, mit der Patricia Bosworth (in 32 Kapiteln) über Diane Arbus berichtet, ist notwendig, um dem Leser einerseits den Werdegang der Fotografin, andererseits die rätselhafte Persönlichkeit Dianas und die Beweggründe zu ihrem Selbstmord verständlich zu machen. Zwei Fotos von Diane Arbus auf Vorder- und Rückseite des Einbandes – eines zeigt sie als 18jähriges Mädchen, eines als Frau von 34 Jahren – lassen ihr tragisches Schicksal erahnen.

Namhafte Fotografen und Freunde, die in Diane Arbus' Leben von Bedeutung waren, finden in der Biographie Erwähnung, so z. B. Lisette Model, Richard Avedon, Marvin Israel, Weegee usw. Darüber hinaus gibt Patricia Bosworth eine aufschlußreiche Analyse über die Boheme im New York der damaligen Zeit.

Ralf Anspann

Elektroakustik. Hochschultext. Von Eberhard Zwicker und Manfred Zollner. 313 Seiten, 234 Bilder, zahlreiche Tabellen, Format 24 cm x 16,5 cm, kartoniert, Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York – Tokyo 1984, Preis 45,- DM bzw. 15.80 US\$, ISBN 3-540-13509-X.

Die Planung und Entwicklung elektroakustischer Anlagen setzt ein hohes Maß an Sachkenntnis voraus. Um Studierenden diese Kenntnisse zu vermitteln, haben die Autoren aufgrund ihres Wissens und ihrer Erfahrungen als Hochschullehrer dieses Fachbuch geschrieben. In 12 Kapiteln wird eine umfassende Darstellung der einzelnen Bereiche der Elektroakustik geboten. Die ersten drei Kapitel behandeln die Grundlagen, nämlich Definitionen und mathematisches Rüstzeug, dann Schallwellen und Schallfelder und schließlich die elektromechanischen Entsprechungen der akustischen Phänomene. Die folgenden drei Kapitel erläutern das Verhalten der elektroakustischen Wandler. Ausgehend vom idealen Wandler wird auf den realen Wandler und sein Betriebsverhalten eingegangen. Zwei weitere Kapitel behandeln die Raumakustik und die Beschallungs- und Aufnahmetechnik. Darauf folgen Darstellungen zur Hörbarkeit von Übertragungsfehlern und zur Stereophonie. Es schließt sich ein Kapitel über Schallspeicher an und das Thema Lärmbekämpfung bildet den Abschluß.

Das Buch gibt eine umfassende wissenschaftliche Darstellung der Thematik Elektroakustik mit den Schwerpunkten akustische Grundlagen und Wandler. Es wird dem Studierenden eine große Hilfe sein, bietet aber auch Fachleuten wie Schalltechnikern und Musikern Einsicht in die komplizierten Zusammenhänge.

Herbert Mücke

Lexikon der Telekommunikation. Von Klaus Rüdiger Fellbaum und Rainer Hartlep. 2., überarbeitete Auflage. 324 Seiten, zahlreiche Bilder, Format 17,5 cm x 12 cm, kartoniert, VDE-Verlag, Berlin 1984, Preis 24,60, ISBN 3-8007-1397-7.

Zur Funkausstellung 1981 wurde von Klaus R. Fellbaum als Herausgeber im Rahmen der GFU-Schriftenreihe vom VDE-Verlag mit dem Lexikon „Telekommunikation von A–Z“ ein immer wieder geäußelter Wunsch erfüllt, für Laien eine leicht verständliche Darstellung der in der Diskussion häufig benutzten Begriffe zu geben. Das Buch war so schnell vergriffen, daß eine Herausgabe in verbesserter Form erforderlich war, die heute schon in der zweiten Auflage vorliegt. Bei jeder Neuaufgabe konnte und wurde dem sich ändernden Sprachgebrauch Rechnung getragen, so wurden Begriffe ergänzt und, wenn notwendig, Erläuterungen aktualisiert. Besonders wertvoll ist dieses Buch durch die umfassenden Quellenangaben, die ein vertieftes Studium der Materie wesentlich erleichtern. Erfreulich ist das Hinzufügen der englischen Übersetzung der Schlagwörter; auch bei der Lektüre englischsprachiger Texte kann durch die alphabetische Zusammenstellung aller gebräuchlichen Ausdrücke am Schluß des Buches dieses Werk sehr hilfreich sein.

Henning Wilkens

Die Fourier-Transformation in der Signalverarbeitung. Kontinuierliche und diskrete Verfahren der Praxis. Hochschultext. Von Dietmar Achilles. 2., völlig überarbeitete und erweiterte Auflage. 219 Seiten, 105 Bilder, zahlreiche Tabellen, Format 24,4 cm x 17 cm, broschiert, Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York – Tokyo 1985, Preis 64,- DM, ISBN 3-540-15721-2.

Die Fourier-Transformation ist mittlerweile ein unentbehrliches Hilfsmittel der Signalverarbeitung und der Simulation. Die Vielfalt der Verfahren hat sich ständig erweitert, und verschiedene Spezialrichtungen haben sich herausgebildet.

Das vorliegende Werk – nach 7 Jahren in der zweiten Auflage erschienen – beschreibt die wesentlichen Prinzipien der wichtigsten Varianten der Fourier-Transformation. Die bewährte Gliederung in 7 Kapiteln mit jeweiligem Literaturverzeichnis wurde beibehalten. In einem einleitenden Beispiel wird die Bedeutung der Fourier-Transformation für die Radioastronomie erläutert. Sodann werden grundlegende Merkmale von Signalen und Spektren behandelt (Stichworte: Signale endlicher Energie, endlicher Leistung, Distributionen, diskontinuierliche Signale). Die diskrete Fourier-Transformation ist Thema der nachfolgenden beiden Kapitel; zunächst wird das Prinzip dargestellt. Bei den anschließend behandelten numerischen Verfahren wurden gegenüber der ersten Auflage einige neuere Algorithmen berücksichtigt. Das Kapitel über schnelle Faltung und Korrelation blieb unverändert. Eine wesentliche Erweiterung erfuhr das Kapitel über Fourier-Transformation und Spline-Interpolation. Hierdurch wurde der Weiterentwicklung auf diesem Gebiet Rechnung getragen. Das Werk schließt mit einem Überblick und einer abschließenden Wertung der digitalen Spektralanalyse.

Das sehr empfehlenswerte Buch wendet sich an Ingenieure und Naturwissenschaftler, die sich mit den Problemen moderner Signalverarbeitung befassen. Es eignet sich wegen seiner verständlichen Darstellung sehr gut zum Selbststudium. Vorausgesetzt werden fundierte Kenntnisse der höheren Mathematik.

Bodo Morgenstern

Mikroelektronik. Heute – Morgen – Übermorgen. Von Stratis Karamanolis. 185 Seiten, 101 Bilder, Format 21 cm x 15 cm, kartoniert, Karamanolis Verlag, Neubiberg 1984, Preis 28,- DM, ISBN 3-922238-40-8.

Dieser populär gehaltene Band will dem interessierten Laien und dem Elektronikbastler die Mikroelektronik näherbringen. Der Autor versucht mit großem Sachverstand nicht nur die technischen Details der „Revolution der Mikroelektronik“ aufzuzeigen, sondern auch die Möglichkeiten der Anwendung und ihre Auswirkungen zu beleuchten. In drei Abschnitten, die sehr anschaulich geschrieben und durch zahlreiche Abbildungen ergänzt sind, geht er diese Aufgabe an. Als erstes werden dem Leser die Grundgedanken der Informationstheorie vermittelt und die Historie der Computer bis zum derzeitigen Sachstand geschildert. Dann folgt ein Abschnitt über die „grenzenlosen“ Anwendungsmöglichkeiten. Vom einfachen Hobbycomputer über die öffentlichen Kabelnetze bis zum Einsatz des Mikrocomputers in intelligenten Geräten des täglichen Gebrauchs werden in knapper Form die Möglichkeiten dieser Technik gezeigt. Im letzten Abschnitt werden dann die Auswirkungen auf die Gesellschaft wie Strukturwandel am Arbeitsplatz, Computerkriminalität und Datenschutz angesprochen. Sehr lesenswert ist das Resümee: Orwells Televisor und die Realität. Ein empfehlenswertes Buch für jeden, der sich über die Mikroelektronik informieren will oder von ihrer Anwendung betroffen ist.

Herbert Mücke

Weltempfänger-Testbuch 1985/86. Von Nils Schiffhauer. 176 Seiten, zahlreiche Bilder und Zeichnungen, Format 27,5 cm x 21 cm, geheftet, Siebel Verlag, Wachtberg-Pech 1985, Preis 26,80 DM, ISBN 3-922221-16-5.

Das vorliegende „Weltempfänger-Testbuch“ enthält detaillierte, leicht vergleichbare Daten der meisten bekannten und erhältlichen Weltempfänger sowie (meist) faire Testberichte, die auch das Preisniveau mit berücksichtigen. So kann sich auch der nicht allzu erfahrene Wellenjäger einen guten Überblick über einen erst in jüngster Zeit expandierenden Markt verschaffen.

Es werden vom Einfach- bis zum Spitzenempfänger verschiedene Geräte getestet. Eine recht gute und nachvollziehbare Anleitung dazu ist hier vorhanden. Die einzelnen Begriffe wie Trennschärfe, Empfindlichkeit usw. werden in einer auch für den Laien verständlichen Art und Weise erläutert. Der bereits versierte Leser kommt im Anhang auf seine Kosten, in dem an Hand der Blockschaltbilder die prinzipielle Wirkungsweise moderner Empfänger verfolgt wird. Abgerundet wird das Buch durch ein Stichwortverzeichnis, in dem die verwendeten Begriffe und Abkürzungen erklärt werden. Auf jeden Fall ein wichtiges und interessantes Buch für jeden, der sich mit dem Empfang der kurzen Wellen beschäftigt und eine Entscheidungshilfe beim Kauf braucht.

Werner Brückner

ISDN – das diensteintegrierende digitale Nachrichtenetz. Konzept, Verfahren, Systeme. Von Peter Bocker. XI, 239 Seiten, 111 Bilder, zahlreiche Tabellen, Format 25 cm x 17 cm, gebunden, Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York – Tokyo 1986, Preis 98,- DM, ISBN 3-540-15727-1 und 0-387-15727-1.

Bedingt durch die rapide Entwicklung der Digitaltechnik gewinnt die geplante digitale Darstellung, Übermittlung und Verarbeitung von Sprache, Text, Daten und/oder Bildern in einem diensteintegrierenden, digitalen Nachrichtennetz – ISDN – auf nationaler und internationaler Ebene zunehmend an Bedeutung. Das vorliegende Buch befaßt sich mit den damit zusammenhängen-

den Aufgaben und Möglichkeiten in acht Kapiteln. Zunächst werden die im ISDN konzipierten Dienste und Dienstleistungsmerkmale analysiert und beschrieben. Dann werden der Aufbau und die Grundlagen des Netzes dargestellt. Die Beschreibung der Benutzer/Netz-Schnittstelle und die Teilnehmersignalisierung nehmen breiten Raum ein. Hieran schließt sich eine Darstellung der Grundmerkmale der Endgeräte. Der Vermittlungstechnik und dem Zusammenwirken von Netzkosten und Benutzerstationen ist ein weiteres Kapitel gewidmet. Übertragungswege und -verfahren schließen sich zwanglos an. Anschließend werden Möglichkeiten der Nutzung des ISDN im Büro, zu Hause und unterwegs diskutiert. Das zunächst über einen längeren Zeitraum notwendige Nebeneinander von vorhandenen und geplanten Nachrichtennetzen und die dadurch bedingten Probleme und Lösungswege werden ausführlich erörtert.

Das Buch, mit dem sich der Autor an Ingenieure wendet, die bei der Konzeption, dem Aufbau oder dem Betrieb von Nachrichtensystemen Kenntnisse über das ISDN benötigen, kann dem angesprochenen Personenkreis uneingeschränkt empfohlen werden.

Heinz-Dieter vom Stein

Elektronik-Aufgaben. Bauelemente – Analoge Schaltungen – Digitale Schaltungen. Aus der Reihe: Viewegs Fachbücher der Technik. Von Harry Brauer und Constans Lehmann. 256 Seiten, 352 Bilder, 39 Tabellen, Format 23,5 cm x 17 cm, Plastikeinband, Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig – Wiesbaden 1985, Preis 29,80 DM, ISBN 3-528-04264-8.

Das Verständnis für die Prinzipien der analogen und digitalen Grundschaltungen der Elektronik wird wesentlich geschult und gefestigt durch intensives Üben anhand konkreter Aufgabenstellungen. In den meisten Lehrbüchern der Elektronik sind Übungsaufgaben nur andeutungsweise oder gar nicht vorhanden. Das vorliegende Buch stellt insofern eine sehr nützliche Ergänzung dar, weil es in weit über 300 Aufgaben den Stoff der drei Hauptkapitel elektronische Bauelemente, analoge und digitale Schaltungen überstreicht.

Beim Benutzer werden Grundkenntnisse der Elektronik vorausgesetzt. Zu den einzelnen Themenkreisen existiert jeweils ein Abschnitt, an dessen Anfang die erforderlichen Formeln, Fakten und Erläuterungen zusammengestellt sind. Die darauf folgenden Aufgaben sind nach steigendem Schwierigkeitsgrad geordnet. Am Schluß des Buches findet man die Lösungen oder die Lösungsansätze, anhand deren man eine Erfolgskontrolle durchführen kann.

Die drei Hauptkapitel enthalten individuelle Quellenverzeichnisse, die allerdings leider fast ausschließlich die Literatur der DDR berücksichtigen. Im Kapitel Bauelemente findet der Nutzer Aufgaben zu elementaren Komponenten, z. B. Widerstände, Kondensatoren, Dioden, Thyristoren, FET, Bipolartransistoren und optoelektronische Bauelemente, aber auch zu einigen analogen und digitalen integrierten Schaltungen.

Aus dem Bereich der analogen Schaltungen werden spezielle Berechnungsverfahren der Nachrichtentechnik (z. B. Vierpole, Mehrpole und NM-Graphen) sowie Grundschaltungen der Verstärkertechnik (z. B. einstufige Verstärker, Gegenkopplung, Operationsverstärker) und aktive RC-Schaltungen (Gyratoren, RC-Filter und RC-Oszillatoren) behandelt. Wünschenswert wären hier Ergänzungen z. B. zu Leistungsverstärkern, LC- und Quarz-oszillatoren.

Das Kapitel digitale Schaltungen enthält einfachere Aufgaben aus den Bereichen der kombinatorischen und der sequentiellen Logik sowie Beispiele für komplexere

Schaltungen. Dieses sehr weite Feld wird allerdings nur exemplarisch erfaßt. Es wäre vielleicht einen eigenständigen Band wert.

Insgesamt gesehen ist das Werk eine sehr empfehlenswerte und preiswerte Arbeitshilfe für alle diejenigen, die sich Fähigkeiten in der elektronischen Schaltungsanalyse und -synthese aneignen wollen.

Bodo Morgenstern

Fono- und Tonbandgeräte. Aus der Reihe: RFT-Service. Von Karl-Heinz Finke. 7., stark bearbeitete Auflage. 208 Seiten, 274 Bilder, 18 Tabellen, Format 21 cm x 14,5 cm, Kunststoffeinband, VEB Verlag Technik, Berlin 1985, Preis 15,- DM, Bestellnummer 553 455 9.

Das vorliegende Bändchen beschäftigt sich mit der Reparaturpraxis von Tondbandgeräten, Kassettengeräten und Plattenspielern und enthält allerlei nützliche Tips sowohl für Neulinge als auch für „Alte Hasen“ auf diesem Gebiet. Zunächst werden Arbeitsmittel beschrieben, die sich für eine schnelle Erledigung von Service- und Reparaturarbeiten bewährt haben. Der Autor beschreibt Werkzeuge und Hilfsgeräte, die teilweise selbst gefertigt werden können bzw. müssen, da sie nirgends erhältlich sind. Das darauffolgende Kapitel behandelt die Prüfung und Einstellung von Geräten, aber auch Messungen an speziellen, in den Geräten verwendeten Bauelementen.

Kapitel 3 enthält Reparaturanleitungen für gerätetypische Fehlerfälle, wobei sich in der Praxis die Fehler tabellen mit Hinweisen zur Fehlerbeseitigung als besonders nützlich erweisen dürften. Ein Kapitel über Pflege und Wartung von Tonbandgeräten und Plattenspielern rundet den Hardwareteil ab. Die nächsten Kapitel befassen sich mit der verwendeten Software, mit Spulentonbändern und zugehörigen Vorspannbändern, mit Magnetbandkassetten und mit Schallplatten und ihrer Pflege. Im Anhang sind Anschlußbelegungen, Spuranordnungen bei Magnetbändern, Dezibeltablelle und anderes nützliches Detailwissen zusammengefaßt. Auf weiteren sieben Seiten werden die wichtigsten Fachwörter erklärt und je eine Seite Literatur- und Sachwörterverzeichnis schließen das Buch ab.

Wichtige Abschnitte sind am Buchrand mit fortlaufenden Kennnummern versehen. Das damit beabsichtigte schnelle Auffinden dieser Stellen würde jedoch besser gelingen, wenn ein Kennnummern-Seitenverzeichnis vorhanden wäre. Ein generelles Problem für den westlich orientierten Leser ergibt sich dadurch, daß die speziell beschriebenen Geräte und Bauteile aus DDR-Fertigung bei uns nicht gebräuchlich sind und somit deren Erläuterung für uns von geringem praktischen Nutzen ist. Desgleichen bezieht sich der Autor nicht auf die bei uns üblichen DIN-Normen, sondern auf TGL-Vorschriften.

Siegbert Herla

NACHRICHTEN

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
---------	-----------	-------	----------------------	----------------------	------	----------------	--------------------------------

Bayerischer Rundfunk

Augsburg	G	32	96,7	1	H	ND	7.1.85
Grünten	4S	47	101,0	100	H	ND	3.1.86
Hohen- peißen- berg	4S	45	100,4	25	H	ND	3.1.86
München/ Ismaning	4S	54	103,2	25	H	ND	3.1.86
Wendel- stein	4S	51	102,3	100	H	ND	3.1.86

Süddeutscher Rundfunk

Blau- beuren I	1S	9	89,6	0,001	H	ND	11.11.85
Blau- beuren II	2S	15	91,5	0,001	H	ND	11.11.85
Blau- beuren III	3S	40	98,9	0,001	H	ND	11.11.85
Ulm	LR	46	100,8	0,020	H	ND	3.1.86

Saarländischer Rundfunk

Mettlach I	1S	39	98,6	0,010	H	50	7.7.85
Mettlach II	2S	5	88,5	0,010	H	50	7.7.85
Mettlach III	3S	30	96,0	0,010	H	50	7.7.85

Südwestfunk

Kirn I	1S	32	96,4	0,010	H	ND	18.4.85
Kirn III	3S	21	93,3	0,010	H	ND	18.4.85
Lahntal I	1S	5	88,4	0,030	H	150	18.4.85
Lahntal III	3S	37	98,2	0,030	H	150	18.4.85

Westdeutscher Rundfunk

Dortmund (Kabel Pilot)		3	87,8	0,200	H	315	1.6.85
Aachen	4S	19	92,7	0,500	H	ND	29.7.85
Langen- berg	GS	35	97,6	7	H	ND	7.10.85

Änderungen

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

Frankfurt/ Main	1G	11	90,4	1	H	ND	23.4.85
Funkhaus Marburg	1S	53	102,8	0,1	H	270	2.1.86
Fulda	1S	56	103,9	0,1	H	280	2.1.86

Norddeutscher Rundfunk

Cuxhaven I	1S	15	91,6	10	H	105	17.1.86
Göttingen I	1S	5	88,5	2	H	ND	30.1.86
Holzmin- den III	3S	38	98,4	0,4	HH	60; 180	31.1.86

Westdeutscher Rundfunk

Eifel- Bärbel- kreuz I	1S	9	89,6	10	H	ND	11.6.85
Eifel- Bärbel- kreuz II	2S	56	103,8	10	H	ND	11.6.85
Eifel- Bärbel- kreuz III	3S	31	96,3	10	H	ND	11.6.85
Bonn III	3S	20	93,1	35	H	ND	2.1.85
Bonn I	1S	3	88,0	35	H	75	20.1.86
Aachen I	1S	50	101,9	1	H	ND	20.1.86

Außerbetriebnahmen

Von den Rundfunkanstalten wurden folgende Ultrakurzwelligensender außer Betrieb genommen:

Station	Pro-gramm	Kanal	Fre- quenz MHz	Leistg. ERP kW	Pol.	Azimut Grad	Tag der- Außerbe- triebnahme
---------	-----------	-------	----------------------	----------------------	------	----------------	------------------------------------

Westdeutscher Rundfunk

Köln I	1S	3	87,8	1	H	95	20.1.85
Aachen/ Stolberg I	1S	3	88,0	5	H	ND	20.1.86
Bonn I	1S	4	88,3	0,5	H	ND	20.1.86

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
---------	-------	--------	---------------------	------	----------------	--------------------------------

Bayerischer Rundfunk

Sanders- dorf	59	8M	10	H	210	26.2.85
Altmann- stein	46	3P	5	H	30	26.2.85

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

Bayerischer Rundfunk

Berching	38	6P	13	H	33	26.2.85
Burgwindheim	36	0	60	H	340	11.4.85
Burg-haslach	43	4M	20	H	165	10.4.85
Neualbenreuth	44	6M	12	V	190	19.6.85
Langenzenn	8	0	8	HH	95;275	10.7.85
Riedern	32	2M	20	HH	260;348	17.7.85
Pilsach	35	1P	70	H	20	29.7.85
Berg	41	8M	20	H	35	30.7.85
Mauth	55	4P	10	H	135	7.11.85
Ringelai	21	10M	20	H	90	7.11.85
Unterjoch	12	6P	10	H	200	28.11.85
Heideck	36	0	20	H	320	11.12.85
Rupperts-hütten	24	2M	4	H	65	3.12.85
Lenggries	38	6M	100	H	70	17.12.85
Lengenfeld	11	0	10	H	85	8.1.86

Hessischer Rundfunk

Hesseneck	32	6P	40	H	270	17.12.84
Heisebeck	57	0	4	H	135	16.7.85
Körle	24	0	25	V	90	24.7.85
Bad Hersfeld						
Heenes	28	6M	10	HH	10;155	24.7.85
Melsungen	30	0	20	H	300	16.9.85
Panrod	22	6P	16	H	245	17.10.85
Strinz-Magarethä	27	4M	30	H	100	5.11.85
Unter-Hambach-Süd	35	0	10	H	245	15.10.85
Grasellenbach	36	0	40	H	120	23.10.85
Kölschhausen	43	2M	40	H	105	14.10.85
Mengerskirchen	46	6P	2	HH	56;243	15.10.85
Heidenrod-Zorn	48	6M	20	H	305	29.10.85
Hennethal	50	0	20	VV	80;190	16.10.85

Norddeutscher Rundfunk

Osterode/Förste	35	6P	1	H	275	21.8.85
Breitenkamp	56	2M	2	H	166	19.9.85
Reinhardshagen/Hemeln	36	6P	8	HH	10;200	18.10.85
Melle/Neuenkirchen	52	4P	50	H	10	6.12.85

Süddeutscher Rundfunk

Unterschüpf	6	6P	2	H	180	12.3.85
-------------	---	----	---	---	-----	---------

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

Süddeutscher Rundfunk

Eschenau	38	0	25	V	295	13.3.85
Denkendorf	44	6P	5	V	312	13.3.85
Westernhausen	52	2P	10	HH	12;265	12.3.85
Baiertal	57	0	20	H	92	14.3.85
Ilsfeld	8	2M	2	H	65	10.7.85
Schornbach	57	2P	10	H	50	16.7.85
Obersontheim-Bühlertann	25	2P	4	H	325	1.10.85
Heiligenkreuzsteinach/Sändel	42	2M	45	HH	30;154	9.10.85
Rittersbach	23	4M	10	H	270	21.10.85
Angelbachtal	52	5M	15	HH	7;210	14.10.85
Eppingen	39	2P	15	V	270	18.12.85
Waldstetten/Baden	41	4P	20	H	290	19.12.85

Saarländischer Rundfunk

Beckingen	23	2P	10	HH	245;107	15.4.85
Friedrichsthal	32	2M	10	H	230	15.4.85
Eschringen	57	3M	8	H	3	15.4.85

Südwestfunk

Bad Liebenzell II	36	1P	4	HH	178;348	2.4.85
Neufra	12	7P	2	HH	110;350	12.2.85
Oberthalheim	23	5M	8	HH	70;230	21.2.85
Bad Herrenalb I	25	6M	20	HH	23;95;293;335	2.5.85
Harbach	28	6P	3	H	330	4.7.85
Allenbach	30	4M	30	V	80	16.7.85
Enzklösterle	31	6P	20	H	26	29.4.85
Neuenbürg	38	0	2	H	70	30.7.85
Grausel-fingen	41	5P	1	H	42	13.2.85
Bühlertal-Liehenbach	49	2M	8	H	40	15.7.85
Schlatt	56	3M	40	HH	160;290	13.2.85
Elsoff	36	0	6	H	163	14.8.85
Mühlenbach	21	2P	40	H	147	3.9.85
Appenheim	24	8M	3	V	325	11.9.85
Schweisweiler	25	10M	1	HH	320;65	5.9.85
Lohnweiler	32	3P	3	H	120	5.9.85
Rambach	39	5M	1	HH	100;220	6.9.85

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimut Grad	Tag der Inbetrieb- nahme
Südwestfunk						
Breitenbach	58	2P	2,5	H	50	10.9.85
Willwerath	36	8P	4	H	210	11.11.85
Wehr	12	2M	0,1	H	100	11.11.85
Weibern	22	0	0,2	H	60	19.11.85
Seffern	6	2P	0,2	H	80	3.10.85
Schrammberg	29	5M	10	HHH	177 87;267	12.9.85
Ring-schnait	59	6P	1	V	130	9.10.85
Rexingen	48	0	20	V	250	19.11.85
Reichenberg	32	8M	0,5	H	13	11.11.85
Reil	37	0	60	V	122	5.11.85
Pronsfeld	10	0	0,1	H	285	18.9.85
Kalenborn	58	0	0,6	H	60	19.11.85
Niersbach	43	0	0,2	HH	115;320	2.10.85
Metzdorf	49	0	1	H	290	19.11.85
Grä-fendhron	28	0	1	H	50	14.11.85
Lirstal	36	8P	2	V	325	12.11.85
Langenbach	57	6P	4	VV	90;300	16.10.85
Lünebach	5	2P	0,1	V	110	25.9.85
Lahr	32	0	2	H	75	18.9.85
Kirchenhausen	11	4P	0,5	H	315	14.11.85
Hüttingen a. d. Kyll	49	0	1	H	80	17.9.85
Hintertiefenbach	32	8M	1	H	160	18.9.85
Hereschried	42	3M	10	H	255	10.10.85
Hermeskeil	12	10P	0,5	HH	132;310	26.9.85
Habscheid	36	0	2	H	165	11.11.85
Gondelbrett	34	8M	2	H	350	25.9.85
Glees	36	0	2	H	105	11.11.85
Dottelsfeld	7	2M	0,2	H	90	6.11.85
Dickendorf	51	8P	2	V	170	5.11.85
Barbach	36	0	1	H	80	3.10.85
Briedern	31	0	0,5	H	285	12.11.85
Börstingen	60	2M	9	HH	50;310	15.10.85
Bitburg-Stahl	36	0	1,25	V	140	7.10.85
Bettingen	49	8M	2	H	ND	17.10.85
Arzfeld	58	0	2	H	225	17.10.85
Erlenbach	24	0	2,4	H	35	27.11.85
Raufenbach	36	0	2	H	135	2.12.85
Emmerzhäusen	23	8P	0,5	V	ND	5.12.85
Urach/Vöhrenbach	25	0	6	H	290	10.12.85
Marzell	40	8P	10	V	110	11.12.85
Kuppenheim-Oberndorf	45	2M	10	H	180	13.12.85
Wincheringen	45	4M	6	HH	40;237	14.8.85
Zerf	36	4P	24	HH	238;358	14.8.85

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimut Grad	Tag der Inbetrieb- nahme
Westdeutscher Rundfunk						
Paderborn-Dahl	23	10M	1	H	10	26.1.85
Lüden-scheid-Ost	23	8M	3	V	260	19.4.85
Häckeswagen	26	6P	20	H	220	3.4.85
Strombach	28	1P	2	V	105	26.4.85
Etorf-Merten	42	0	20	H	10	19.4.85
Netphen-Unglinghausen	45	8P	5	VV	70;230	18.1.85
Langenholt-hausen	5	8P	2	HH	235;62	18.4.85
Iserlohn	36	0	15	H	350	7.6.85
Westenfeld	49	6M	8	H	210	18.7.85
Preußisch-Oldendorf-Börninghausen	53	8P	20	H	110	11.4.85
Hegensdorf	54	8P	20	H	50	15.6.85
Siegen-Langenholt-hausen	41	0	10	H	10	26.7.85
Netphen-Eschenbach	39	8P	8	H	130	11.7.85
Heimbach-Ost	39	8P	20	H	2	13.7.85
Calle	41	0	5	HH	300;130	12.6.85
Brilon-Wald	42	6M	8	HH	30;155	3.7.85
Fleckenberg	46	8M	3	H	110	14.6.85
Burbach-Gilsbach	48	2M	5	H	203	15.5.85
Neviges	51	8P	20	H	110	18.10.85
Kall-Sötenich	51	0	32	V	270	10.10.85
Lenne-stadt-Bonzel	26	4P	2	H	175	20.12.85
Plettenberg-Grünetal	26	8M	30	H	110	24.10.85
Hauswinkel	31	8P	8	H	230	14.1.85
Bergneustadt-Süd	34	0	10	H	20	19.12.85
Dahlbruch-Allenbach	43	8P	60	H	55	19.12.85
Hilchenbach-Allenbach	51	0	25	H	140	19.12.85
Sandebeck	54	0	120	H	45	26.11.85

Änderungen

Von den Rundfunkanstalten wurden an folgenden Füllsendern für das I. Fernsehprogramm Änderungen vorgenommen (geänderte Werte sind **halbfett** gedruckt):

RUNDFUNKTEILNEHMER-STATISTIK

Stand 31. Dezember 1985

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP W	Pol.	Azimet Grad	Tag der Änderung
Bayerischer Rundfunk						
Aschau	11	2M	10	H	ND	24.1.85
Altmannstein	46	3P	10	H	30	29.7.85
Hessischer Rundfunk						
Wanfried	12	4M	4	H	349	1.12.84
Zierenberg	9	0	15	HH	130;45	1.12.84
Groß-Bieberau	24	2P	20	H	265	18.10.85
Sensbachtal	45	9P	40	HH	195;335	8.11.85
Norddeutscher Rundfunk						
Steinkimmen	55	0	500kW	H	ND	18.4.85
Süddeutscher Rundfunk						
Kirchheim/Neckar	36	6P	20	HH	124;20	14.5.84
Südwestfunk						
Urach	6	6M	1,3	HHH	30	1.4.85
Echternacherbrück	12	2M	1	H	175	5.6.84
Züsch	12	0	0,4	H	173	24.5.84
Eppensbrunn	7	0	1,25	H	135	15.7.85
Todtnau	5	2P	2	H	310	3.12.85
Tiefenstein	38	8P	1,5	H	310	5.11.85

Außerbetriebnahmen

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

Station	Kanal	Offset	Leistg. ERP/ W	Pol.	Azimet Grad	Tag der Außerbetriebnahme
Südwestfunk						
Weidenthal (Pfalz)	21	0	10	HH	100;220	4.2.85
Welmelingen	54	2P	10	V	30	27.8.85
Ettenheim	10	1P	5	V	85	21.11.85
Nordweil	11	5M	1,25	HH	190;340	18.11.85
Pfaffenweiler	10	10P	0,5	V	130	18.11.85
Wincheringen	5	6P	1,6	V	290	29.11.85
Zerf	5	6P	4	V	315	29.11.85

	Gebührenpflichtige Teilnehmer	Zunahme (Abnahme) seit 30. 6. 1985	Anteil in %
Hörfunk			
BR	4 130 224	+ 30 268	17,6
HR	2 216 435	+ 7 948	9,4
NDR	4 356 717	+ 7 206	18,6
RB	284 803	+ 2 026	1,2
SR	416 573	+ 3 097	1,8
SFB	874 595	- 1 282	3,7
SDR	2 378 805	+ 16 262	10,1
SWF	2 948 773	+ 28 293	12,6
WDR	5 879 176	+ 30 477	25,0
Summe	23 486 101	+ 124 295	100,0
Fernsehen			
BR	3 696 844	+ 16 162	17,5
HR	1 967 670	+ 5 223	9,3
NDR	3 948 155	+ 9 602	18,7
RB	256 579	+ 47	1,2
SR	379 890	+ 1 030	1,8
SFB	808 562	- 1 763	3,8
SDR	1 981 250	+ 8 073	9,4
SWF	2 498 414	+ 14 880	11,9
WDR	5 565 477	+ 19 378	26,4
Summe	21 102 841	+ 72 632	100,0

Die Anzahl der darüber hinaus aus sozialen Gründen von der Gebührenpflicht für den Hör- und Fernseh Rundfunk befreiten Teilnehmer betrug 3 598 651 am 31. Dezember 1985.

Der Hessische Rundfunk errichtet neue MW-Senderanlage auf dem Hohen Meißner

Im Juli 1983 fiel ein Teil des 100-kW-Mittelwellen-Reservesenders an der Station Hoher Meißner des Hessischen Rundfunks einem Brandschaden zum Opfer. Der Sender wurde dabei so weitgehend zerstört, daß eine Reparatur nicht mehr zweckmäßig war. Es wurde beschlossen, diese Mittelwellen-Senderanlage mit einem geschätzten Kostenaufwand von etwa 5,6 Mill. DM völlig neu aufzubauen. Zunächst erfolgte die Errichtung eines neuen Gebäudes, das für die Unterbringung von 2 Sendern mit je 200 kW Leistung in passiver Reserve konzipiert ist. Im Dezember 1985 ging der erste, neu angeschaffte Sender in diesem Gebäudeteil in Betrieb. Im Laufe des Jahres 1986 wird der noch im alten Gebäude untergebrachte und vom Brand verschonte Sender in den Neubau verlegt.

Auf die anlagenspezifischen Besonderheiten, die bei diesem maßgeschneiderten Neubau berücksichtigt wurden, sowie die technischen Belange, die beim Betrieb so leistungsstarker MW-Sender zusammen mit UKW- und FS-Senderanlagen am gleichen Standort zu beachten sind, wird in einem RTM-Beitrag demnächst berichtet.

Kompakte Video-Recorder-Kamera Sony V8 AF hat sich im Einsatz bewährt

Die ZDF-Hauptredaktion Sport hatte sich zur Rallye Paris - Dakar etwas besonderes ausgedacht. Bei der äußerst belastungsreichen Rallye wurde die Sport-Studio-Moderatorin Doris Papperitz eingesetzt, um als aktive Teilnehmerin der Rallye eine Bild- und Tonberichterstattung hautnah zu realisieren. Sie konnte sich als Fahrerin natürlich nur nebenbei dieser Berichterstattung widmen. Aus diesem Grunde mußte die technische Ausrüstung größtmögliche Unterstützung bieten: Robuster Aufbau, geringes Gewicht, leichte Bedienbarkeit, Unempfindlichkeit gegen Klima und Sandstaub, problemlose Stromversorgung, vertretbare Bild- und Tonqualität (in Hinsicht auf üblichen Fernsehstandard).

Nach reiflicher Überlegung fiel die Wahl auf die Video-Recorder-Kamera Sony V8 AF. Sie schien (wie einige kurze Tests ergaben) allen Anforderungen gerecht zu werden. Man war gespannt, als Frau Papperitz nach der Rückkehr von der Rallye ihre Bänder vorlegte. Obwohl sie über Temperaturschwankungen von 0 bis 30 °C, ständige Belastung durch feinsten Sandstaub und permanentes Rütteln im Fahrzeug berichtete, war die optische Ausbeute einwandfrei und - gemessen an den äußeren Bedingungen - hervorragend. Nur das Tonaufnahmesystem wurde durch den ständig blasenden Wüstenwind gestört. Sicher ein Problem, das sich mit einem besseren Mikrofon-Windschutz lösen läßt. Ansonsten war die Kamera eine treue Partnerin, die selbst durch Eile bedingte Fehlbedienungen ausbügelte. Insbesondere waren die Handlichkeit, der automatische Weißabgleich, der Autofokus und die Dämmerungsleistung zu loben. Bei all diesen perfekt scheinenden Leistungen wurde man höchstens dann auf den Boden der Tatsachen zurückgeholt, wenn die Stromversorgung durch Akkumulator temperaturbedingt und durch längeres Stand-by in weniger als 10 min erschöpft war. Bei normalen Betriebsbedingungen werden etwa 20 min erreicht. Dieses Manko wurde aber weitgehend durch leichte Austauschbarkeit der Akkus und durch deren problemloses Aufladen am Batterienetz des Autos aufgehoben. Außerdem kann hier ein Batteriegürtel Abhilfe schaffen, natürlich auf Kosten des zu tragenden Gesamtgewichts.

Die außerordentlich handlichen Video-8-Kassetten wurden in der Sendezentrale mit einem Sony-Recorder (man hätte auch den Kamerarecorder selbst nehmen können) über einen elektronischen Zeitfehlerausgleicher auf 1"-Band überspielt und mit Maschinen dieses Typs zum fertigen Beitrag geschnitten. Natürlich wäre auch ein Schnitt auf Video-8-Ebene möglich, dann aber wahrscheinlich mit (sichtbarem?) Kopierfehler und nicht so komfortabler Schnitttechnik.

Das ZDF hat den Bericht „Rallye Paris - Dakar“ am 16. 2. 1986 in seinem aktuellen Sport-Studio gesendet, und zwar mit guter technischer Qualität - ein Ergebnis, das so aufgrund der schwierigen Bedingungen nicht vorauszusehen war. Diese guten Erfahrungen werden noch weiter genutzt: es ist eine weitere Verwertung des Aufnahmемaterials in der Sendereihe „Freizeit“ geplant.

Abschließend soll dieses alles noch in eine richtige Beziehung gesetzt werden, um einen festen qualitativen Bezugspunkt zu schaffen, der in etwa richtungswisend für die Auswahl von Kamerasystemen in ähnlichen Fällen ist. Die Recorder-Kamera Sony V8 AF kann von der Videoqualität her nicht mit entsprechend teuren Studiokameras oder auch nur „halbprofessionellen“ tragbaren Kameras konkurrieren. Sie schafft aber dort Alternativen, wo deren Einsatz gar nicht möglich ist beziehungsweise die optische Gesamtinformation aus aktuellen Gründen absoluten Vorrang hat gegenüber fernsehtechnischer Qualität.

ZDF-Information

Neuer DIN-Bezugsfilm 16 mm für fernsehtechnische Anwendungen

In DIN 15 638 Teil 1 wird, ergänzend zum BF 16A, ein weiterer Bezugfilm mit der Bezeichnung BF 16F für fernsehtechnische Anwendungen aufgenommen. Diesen Beschluß faßte der Arbeitsausschuß 3.1.1 „Magnetontechnik“ des Normenausschusses Bild und Film (photokinonorm) auf seiner Herbsttagung in München.

Der neue Bezugfilm in der Spurlage nach DIN 15 655 Teil 3, Zweispur-Tonaufzeichnung mit einer Kennspur, vereint die bisher im Teil 1 und Teil 2 von DIN 15 638 festgelegten Aufzeichnungen (Bezugsfilme BF 16A und BF 16K) und ermöglicht damit das Einstellen der Spuren 1, 2 und K bei Magnetfilm-Laufwerken nach DIN 15 573 Teil 1. Nach dem Pegeltonteil 320 enthält der neue DIN-Bezugsfilm eine zusätzliche Aufzeichnung von 1000 Hz mit gleichem Pegel wie der Pegelton 400 Hz. Außerdem wird der Frequenzanteil durch eine 14 000-Hz-Aufzeichnung ergänzt, die nach der Frequenz 12 500 Hz eingefügt wird. Im Spalteinstellungsteil entspricht die 10-kHz-Aufzeichnung in ihrer Spaltlage einem bei photokinonorm hinterlegten Muster mit einer maximal zulässigen Abweichung von $\pm 1'$. Die Phasenschwankungen der Spur 2 bezogen auf die Spur 1 sollen bei 10 kHz kleiner als $\pm 15^\circ$ sein.

Die neuen DIN-Bezugsfilme BF 16F werden ab Frühjahr 1986 lieferbar sein.

Siegbert Herla
Institut für Rundfunktechnik, München

Steenbeck übernimmt Fertigungsrechte von Schmid/Straubing

Die Firma W. Steenbeck & Co., international bekannt als der Hersteller von Bild- und Tonschneidetischen, Video-Ton-Nachbearbeitungsgeräten, Magnetfilmgeräten und Computersystemen zur Synchronstudioautomatisierung, hat von der Firma Schmid/Straubing Fertigungsrechte und „Know-how“ übernommen. Herr W. Schmidt hat seine Firma zum 31. 3. 1986 aus gesundheitlichen Gründen geschlossen. Die Firma Schmidt stellte u. a. Magnetfilmgeräte 16/35 mm, Projektoren 16 mm, Umröller und Studioschneidetische mit Ton-Aufnahme in 16/35 mm her. Die Firma W. Steenbeck & Co. wird die Produktpalette der Firma Schmid in gestraffter Form fortsetzen und ihre eigene bewährte Technik einfließen lassen. Damit erweitert die Firma W. Steenbeck & Co. ihr Lieferprogramm und kann ihren Kunden komplette Systeme aus einer Hand anbieten, die auf der „photokina 86“ vorgestellt werden.

Steenbeck-Preseinformation

Grafik-Computer: Super-Leistung trotz Mini-Preis

Für 28 000 DM, einschließlich Grafiktablett und Beschriftungstastatur, bietet der neue Videografik-Computer „Silver“ des Pariser Unternehmens Degrafe eine Digitalisierung mit 56 000 Farben, gleichzeitig in Echtzeit, 16 Millionen Nuancen, eine maximale Auflösung von 768 Punkten je Zeile, Selbstsynchronisierung und eine vollständige videografische Software mit Layout-, Zeichnungs- und Videofunktionen.

„Silver“ setzt sieben Prozessoren ein. Der Videografik-Computer ist das Ergebnis mehrjähriger Entwicklung in Zusammenarbeit mit der Video- und der Grafikbranche. Für Video wichtig sind die Möglichkeit der Bearbeitung laufender Bilder mit Vergrößerung und Verkleinerung, senkrechte und waagerechte Spiegelungen, Zoom, Cadrage, verformen, kopieren, einblenden, überblenden, beschriften, mischen und einsetzen von Bildern.

Zum Teil sind diese Funktionen auch im grafischen Gewerbe erwünscht, um Layouts mit Fotos, Texten und

Zeichnungen zusammenzustellen. Fotos werden über 4 Videoeingänge, Texte über Schriftgenerator oder Tastatur eingegeben. Freihandzeichnen ist möglich. Geometrische Formen werden automatisch erzeugt und mit oder ohne Schattierung ausgefüllt. Musterfunktionen sind vorgesehen. Ebenso kann der Grafiker „Pinsel“ mit verschiedenen Strichstärken und Deckfärbungen einsetzen. Ebenso gehört zur Software ein Verfahren, das die „Treppchen“ schräger Linien beseitigt.

Sieben voneinander unabhängige Fenster lassen sich gleichzeitig versetzen, vervielfältigen, umkehren, verkleinern oder vergrößern. Als Option wird eine Anschlusskarte für IBM-Rechner angeboten, um auch die IBM-Grafiksoftware anderer Hersteller nutzbar zu machen. Zu den weiteren Optionen gehören Business-Grafik, Video-Montage Bild für Bild mit automatischem Suchlauf, vier Zeichnungsebenen mit 65 000 Farben und Digitalaufnahme, sowie RGB-Entcoder-Mischer für PAL, SECAM und NTSC.

Nach einer FIZIT-Pressinformation

Produktionsmischer RVS 210 von ROSS Video Ltd.

Neu im Vertriebsprogramm der BFE AG in Mainz sind die professionellen Produktionsmischer der kanadischen Firma ROSS Video Ltd. Der Exklusivvertrag umfaßt die Länder Bundesrepublik Deutschland, Österreich und die Schweiz.



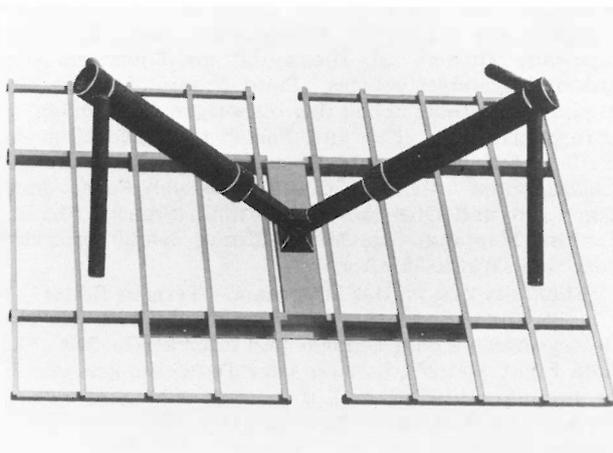
Besonders hingewiesen sei auf das „Baby“, den RVS 210. Der Kreativität des Multi-Level-Effects (MLE) Systems mit Downstream-Keyer sind keine Grenzen gesetzt: ein Analoger Key-Board-Generator sorgt für einwandfreie Umrandungen, das 12 Event-Memory System für komplette Abspeicherungen der Funktionen, das Lock-Ahead-Transition-Preview für permanente Vorschau des MLE/DSK, der separate Charaktergenerator-Eingang beim DSK für weitere Titelmöglichkeiten, Self-Key bei beiden Foregrounds und DSK für erweiterte Key-Funktionen, Softcontrol beim DSK und Keyer etc.

BFE-Pressinformation

UKW-Richtstrahlfelder liefern jedes gewünschte Strahlungsdiagramm

Aufgrund der Neuverteilung der UKW-Frequenzen von 87,5 bis 108 MHz hat Rohde & Schwarz neue VHF-Breitbandstrahler entwickelt. Die in Leichtbauweise ausgeführten Richtstrahlfelder HF 202 und HF 205 werden als Bausteine für Sendeantennenanlagen eingesetzt. Im Rund- und Richtstrahlbetrieb läßt sich mit beiden Richtstrahlfeldtypen je nach Mastbasis nahezu jedes vom Bedarfsträger gewünschte Strahlungsdiagramm erzeugen. Eine

Schutzabdeckung stellt sicher, daß auch bei Vereisung die Widerstands- und Strahlungseigenschaften konstant bleiben. Die beiden Richtstrahlfelder sind für 6 kW Sendeleistung ausgelegt.



Das Richtstrahlfeld HF 202 hat geknickte Dipole und dadurch eine Halbwertsbreite des Horizontaldiagramms von $\pm 60^\circ$. Mit nur drei Richtstrahlfeldern läßt sich eine einwandfreie Rundstrahlcharakteristik erzielen, was besonders bei Dreikantragwerken und Rundmasten zu kostengünstigen Lösungen führt.

Das Richtstrahlfeld HF 205 ist wie HF 202 aufgebaut, hat jedoch gerade Dipole und einen höheren Gewinn. Die Halbwertsbreite ist $\pm 45^\circ$, womit das Richtstrahlfeld HF 205 vorzugsweise bei Masten mit quadratischen und runden Querschnitten eingesetzt werden kann. Bei Rundstrahlantennen mit Elementen HF 202 und HF 205 beträgt die Unrundheit des Horizontaldiagramms dank der guten Strahlungseigenschaften und des günstigen Eigenphasenverlaufs der Felder je nach Tragwerksquerschnitt höchstens 3 dB.

Rohde & Schwarz-Pressinformation

Sprachsynthese: Endlich wird der Klang der Stimme auf vollkommene Art wiedergegeben

Dieser von der französischen Firma Silec entwickelte Sprachsynthesizer macht Ansagen, die hundertprozentig der menschlichen Stimme entsprechen. Die Stimmreinheit UV15-12 ist ein Gerät zur automatischen Stimmverarbeitung und kann, ausgehend von einem numerischen in statischen Speichern gespeicherten Wortschatz, in allen Sprachen mit einer Höchstdauer von 192 Sekunden machen. Durch die Verwendung statischer Speicher ohne jeden Lesemechanismus oder Magnetträger wird eine gleichbleibende Qualität der Stimmwiedergabe gewährleistet, bei der der Klang und die Melodie der Stimme vollkommen erhalten bleibt, ohne daß eine Bedienperson oder eine Wartung erforderlich wäre.

Aktive und passive Schnittstellen ermöglichen die Verwaltung der Warteschlangen (Wiedergabe der gespeicherten Ansagen in chronologischer Reihenfolge), der relativen oder absoluten Prioritäten (mit einer Prioritätsnummer versehene aufgenommene Nachrichten bzw. Unterbrechung der gerade anstehenden Durchsage), die Mischung mit Hintergrundmusik.

Durch ihre Baukastenkonstruktion kann sich die Einheit UV15-12 vielen Gegebenheiten anpassen. Schließlich bietet die Silec Einheiten mit großer Kapazität, die gleichzeitig bis zu 6 verschiedene Nachrichten aus einer gleichen Bibliothek durchgeben können.

Nach einer FIZIT-Pressinformation

Neue Software für Computer-Grafik-System FGS 4000

Das Software-Angebot für das Computer-Grafik-System FGS 4000 – von dem inzwischen über 20 Einheiten im europäischen Raum in Betrieb sind – hat der Geschäftsbereich Fernsehanlagen der Robert Bosch GmbH erweitert. Das Unternehmen stellte die neue Software anlässlich einer FGS 400 Präsentation erstmals in Europa vor. Mit dem „3D-Illustrator“ steht jetzt ein komfortables menügesteuertes „Paint-Programm“ zur Verfügung. Es enthält neben den bisherigen Merkmalen wie „Brushvariation“, „Cut and Paste“ und „Masking“ zusätzlich dreidimensionale Gestaltungs- und Korrekturmöglichkeiten unter Berücksichtigung von Farbe, farbigem Licht und Oberflächengestaltung (Smooth Shading, Texture Mapping). Die Menüführung erfolgt interaktiv über den Grafik-Monitor.

Ebenfalls neu ist das Programm „Terrain Editor“. Es erlaubt Gestaltungen komplexerer Strukturen, wie etwa Gebirgsmassive oder Schnee- und Eiskristalle. Mit „Multiple Light Source“ können jetzt Darstellungen von bis zu 16 unterschiedlichen Lichtquellen wie zum Beispiel Punkt- und Flächenstrahler mit 16,7 Millionen Einfärbungen realisiert werden. Verbessert hat Bosch außerdem das Programm „Texture Mapping“. Es ist noch wesentlich schneller geworden (Faktor 25). Damit wird die

Oberflächengestaltung von Videoeinzelbildern oder gemalten Vorlagen zeitsparender. Bosch-Preseinformation

Mikroport – Störungen, Ursachen und Abhilfe

Die Hochfrequenzübertragung bei drahtlosen Mikrofonen und drahtlosen Gitarren unterliegt physikalischen Gesetzmäßigkeiten, die beim Aufbau einer solchen Übertragungsanlage berücksichtigt werden müssen. Wird dies versäumt, können Störungen auftreten. „Wie schaffe ich optimale Empfangsbedingungen?“ Diese häufig gestellte Frage beantwortet eine kleine Broschüre mit gleichem Titel, die von Sennheiser electronic kostenlos abgegeben wird. Neben allgemeinen Informationen über mögliche Störungen und deren Ursache, einer kurzen Erläuterung des Sennheiser Diversity-Systems und des Rausch- und Störunterdrückungssystems „HiDyn“, enthält die Informationsschrift eine Tabelle, in der die am häufigsten auftretenden Störungen und geeignete Abhilfemaßnahmen genannt sind. Diese Broschüre wird dazu beitragen, Störungen zu erkennen, Aufbau- und Bedienfehler zu vermeiden und so die für drahtlose Sendeanlagen optimalen Empfangsbedingungen zu schaffen. Zu bestellen bei Sennheiser electronic, 3002 Wedemark.

Nach einer Sennheiser-Preseinformation

PERSÖNLICHES

Norbert Mayer ging in den Ruhestand



Am 31. Januar 1986 beendete Norbert Mayer nach über 30 Jahren Tätigkeit seine aktive Dienstzeit im IRT. 1923 als Sohn eines Drehers in Karlsruhe geboren, ging er auch hier zur Schule, absolvierte nach Schulschluß eine Lehre als Augenoptiker und arbeitete bis zur Einberufung in seinem Lehrbetrieb. Neben seiner Lehre und ersten Berufstätigkeit und später auch während der Kriegszeit hat Norbert Mayer sich ständig weitergebildet, so

daß er 1944 als Externer sein Abitur ablegen konnte. Nach Kriegsende nahm er sogleich sein Studium an der TH Karlsruhe auf, das er 1949 mit dem Diplom abschloß. 1949 begann er seine Arbeit in der akustischen Abteilung des IRT, wechselte dann aber bald zur Fernsichttechnik über. Hier wurde er bald einer der Pioniere bei der Einführung des Fernsehens.

Mit diesem Tätigkeitsfeld hatte er offensichtlich das Arbeitsgebiet seiner Neigung gefunden, in dem er bis zum Ende seiner Berufszeit allen Entwicklungslinien nachgegangen ist und in vielen Bereichen eigene Ideen bis zur Einführung betrieben hat. So wurde unter seiner Stabführung die erste deutsche Dreiröhren-Superorthicon-Kamera gebaut, ebenso wie ein Farbmonitor. Bei der Einführung des Farbfernsehens wurden die notwendigen Vergleiche zwischen PAL, SECAM und NTSC im IRT von ihm durchgeführt. Auch kamen die ersten Farbfernsehversuchssendungen aus den Anlagen des IRT. Mit seiner Arbeit zu einem eigenen Farbübertragungsverfahren mit gleichzeitiger Frequenz- und Amplitudenmodulation (FAM) wurde er zum Dr.-Ing. promoviert. 1967 erschien sein Buch „Technik des Farbfernsehens, Theorie und Praxis“ das weite Verbreitung gefunden hat und lange Zeit als Standardwerk anzusehen war. Auch die Stereoskopie hat Norbert Mayer schon sehr früh gereizt. Es entstanden Versuchsapparaturen mit denen der Gewinn durch die Hinzunahme der dritten Dimension sehr gut abgeschätzt werden konnte. Bis zum Ende seiner Dienstzeit hat Mayer immer wieder darauf gedrängt, diese Vorteile durch neue attraktive Versuchsproduktionen zu demonstrieren. Die Entwicklung und Einführung des Videotextes in der Bundesrepublik Deutschland ist von ihm maßgeblich vorangetrieben worden. In ähnliche Richtung ging sein Vorschlag langsamer Standbildübertragung in der Austastlücke.

Alle neuen Entwicklungen hat er mit großer Aufgeschlossenheit, ja mit Neugier auf die theoretische Richtigkeit und auf Praktikabilität der Umsetzung mit seinem immer wachsenden Erfahrungsschatz verfolgt. Seine Sachkenntnis war in vielen nationalen und internationalen Arbeitsgruppen sehr geschätzt, nicht zuletzt in der Konferenz der Fernsehbetriebsleiter, deren Mitglied er in den letzten Jahren war. Im IRT wurde ihm folgerichtig nach und nach mehr Verantwortung übertragen, bis er nach Ausscheiden seines Vorgängers Dr. Herbert Großkopf die Leitung des Fachbereichs Fernsehstudio-technik übernahm. Eine Vielzahl von Veröffentlichungen zeugen von seiner umfangreichen wissenschaftlichen Tä-

tigkeit. Man kann wohl ohne Übertreibung sagen, daß Norbert Mayer die Technik des Fernsehens in der Bundesrepublik Deutschland maßgeblich mitgestaltet hat. Alle die ihn kennen, wünschen ihm auch weiterhin gute Gesundheit und erfreulichen Ruhestand im Kreise seiner Familie.

Henning Wilkens

Rudolf Kaiser 70 Jahre alt



Rudolf Kaiser feierte am 25. März dieses Jahres seinen 70. Geburtstag. Der temperamentvolle Bayer – er wurde 1916 in München geboren – absolvierte in seiner Heimatstadt ein Ingenieurstudium. Im Kriege war er Rundfunkingenieur und Technischer Offizier. Anschließend arbeitete er zunächst im väterlichen Unternehmen, unterhielt dann ein Ingenieur-Büro und war später bei der Bavaria, der RIVA, bei Arnold & Richter (ARRI) und als Ober-

ingenieur beim WDR tätig. Danach war er 19 Jahre – genau seit dem 1. Mai 1962 – Technischer Direktor des ZDF.

Rudolf Kaisers Tätigkeit für das ZDF begann mit dem Aufbau der ersten provisorischen Sendestelle in Eschborn bei Frankfurt, dem heute schon Legende gewordenen „Telesibirsk“, von wo aus das ZDF am 1. April 1963 seinen Sendebetrieb aufnahm. Seine fachlichen Kenntnisse, aber auch sein Improvisationstalent kamen Rudolf Kaiser auch zustatten bei der technischen Einrichtung des zweiten Provisoriums 1964: der Sendezentrale in Wiesbaden. Auch dort war es nicht mit dem Aufbau allein getan: Die Studiotechnik mußte ständig dem neuen Stand angepaßt werden. Bei der stürmischen Entwicklung auf dem Sektor der Elektronik gehörten dazu organisatorische Fähigkeiten, Fachwissen, aber auch Augenmaß; dies besonders deshalb, weil das ZDF die Planung und Realisierung für das neue Sendezentrum in Mainzer-Lerchenberg in den letzten Jahren seiner Amtszeit in Angriff nahm und unter seiner Leitung von vornherein eine zukunftssichere Technik vorsah.

Zwei wesentlichen technischen Neuerungen hat Rudolf Kaiser sein besonderes Augenmerk gewidmet: dem Start des Farbfernsehens 1967 und der Einführung des Mehrkanaltons beim Fernsehen; nach dem optischen Schwerpunkt – er hatte die Farbfernsehentwicklung entscheidend vorangetrieben und technisch dafür gesorgt, daß der Anteil an ZDF-Farbsendungen schnell ansteigen konnte – folgte nach 14 Jahren der akustische: die Verbesserung der Tonqualität.

Der Mehrkanalton, zu damaliger Zeit auch als „Kaiserton“ bekannt, ermöglicht dem Fernsehteilnehmer einerseits den Empfang von Stereo-Sendungen, wie er ihn vom UKW-Rundfunk her kennt, andererseits wird ihm hierdurch bei fremdsprachigen Sendungen die Möglichkeit geboten, entweder den Originalton oder die Synchronisation bzw. die Übersetzung zu empfangen. Mit der Einführung des Mehrkanaltonsystems auf der Internationalen Funkausstellung in Berlin im September 1981,

wenige Monate nach seiner Pensionierung, hat das ZDF mit regelmäßigen Sendungen in dieser Technik begonnen.

5 Jahre nach seinem Übergang in das „normale Leben“ eines Pensionisten, der ihm sicher nicht leicht gefallen ist, hat er seinen Wohnsitz in Mainz aufgegeben und ist in seine neue „alte“ Heimat zurückgekehrt. Damit wurde die räumliche Distanz zu Mainz größer, jedoch die menschliche und herzliche Nähe zu unserem alten Chef Rudi Kaiser ist die gleiche geblieben. Für die kommenden Jahre wünschen wir ihm weiterhin alles Gute bei möglichst voller Gesundheit.

Wolfgang Wilhelm

Georg Drechsler 65 Jahre alt



Am 20. März feierte Georg Drechsler seinen 65. Geburtstag und beendete damit auch zum 31. März 1986 seinen Dienst beim ZDF. Üblicherweise spricht man bei einem solchen Anlaß vom „wohlverdienten Ruhestand“. Auf das ZDF bezogen, bei dem er seit dem Jahre 1962 tätig war, trifft dies zwar zu, doch, nunmehr von diesem „lästigen Dienst“ befreit, wird er sich jetzt mit voller Kraft ausschließlich seinem Amt als Geschäftsführer der FK

KTG widmen können, das er zum Wohle der Gesellschaft weiterhin wahrnehmen wird. In diesem Zusammenhang soll nicht unerwähnt bleiben, daß ihn seine Frau bei den Vorbereitungen von FKKTG-Veranstaltungen immer tatkräftig unterstützt und daß sie insbesondere bei der Gestaltung und Durchführung der Damenprogramme aktiv mitwirkt.

Georg Drechsler wurde in Traunstein in Oberbayern geboren. Seine Sprache und auch sein Lebensstil zeugen davon, daß er, obwohl er schon Jahrzehnte nicht mehr in Bayern lebt, mit Leib und Seele Bayer geblieben ist. Nach dem Schulbesuch in München konnte er mit dem Abiturzeugnis in der Tasche den ersten Teil seiner Ausbildung erfolgreich beenden. Während dieser Zeit hat er sich auch bereits mit Harmonie- und Kompositionslehre befaßt, und vielleicht wurden dabei schon die Weichen für seine spätere Berufslaufbahn gestellt.

Wie alle Altersgenossen jener Zeit konnte auch Georg Drechsler seine weitere Ausbildung nicht fortsetzen, denn gleich nach dem Abitur im Jahre 1939 bekam er den Einberufungsbefehl zur Wehrmacht. Auch von den Schrecken und Grausamkeiten des Krieges blieb er nicht verschont, denn am 30. Mai 1940 wurde er schwer verwundet. Während der fürchterliche Krieg noch weiter tobte, konnte er nach seiner Genesung im Jahre 1942 mit dem Studium an der Technischen Universität beginnen. Nach erfolgtem Examen im Jahre 1946 als Diplom-Ingenieur der Elektro-, Hochfrequenz- und Fernmeldetechnik arbeitete er einige Monate als Assistent an der Technischen Universität in München im Bereich Elektrotechnik und Elektromedizin. Weitere berufliche Stationen waren dann der Kurzwellensender in München-Ismaning und der AFN Munich, bis er schließlich im April 1950 bei der Bavaria, zunächst als Ingenieur im Bereich der Tonkontrolle, seinen Berufsweg fortsetzte. Nach erfolgreichem Einsatz als Tonmeister in den Synchron-, Musik- und Spielfilmstudios hat er dann in dieser Funktion auch bei der Herstellung von zahlreichen Spielfilmen mitgewirkt.

Sein Wechsel zum ZDF erfolgte am 15. Oktober 1962. Daß der berufliche Werdegang in einer so großen Anstalt, die damals erst im Aufbau begriffen war, nicht im-

mer kontinuierlich und erwartungsgemäß verläuft, konnte auch Georg Drechsler in Erfahrung bringen. Eingestellt wurde er für das Landesstudio in München, doch schon nach kurzer Zeit wurde er zum Landesstudio Nordrhein-Westfalen in Düsseldorf zugeteilt, bis er 1984 nach Wiesbaden zur Abteilung Produktionstechnik versetzt wurde. Mit Wirkung vom 1. Januar 1967 wurde er dann Assistent des Technischen Direktors, und 1970, unter Beibehaltung seiner bisherigen Funktion, Oberingenieur in dem heute nicht mehr existierenden Bereich „Technische Betriebsaufsicht“. Im Jahre 1977 wurde er schließlich durch den Technischen Direktor mit der Aufgabe des technisch-wissenschaftlichen Beraters betraut. Ab 1983 bis zu seinem Ausscheiden aus dem Berufsleben zum 31. März 1986 wirkte Georg Drechsler innerhalb der Hauptabteilung Information und Presse bei der Ausarbeitung technischer Veröffentlichungen mit, insbesondere bei technischen Publikationen über das neue ZDF-Sendezentrum (3. Bauabschnitt).

Der berufliche Abschnitt gehört nunmehr der Vergangenheit an und somit wünschen wir ihm für den kommenden Lebensabschnitt Erfüllung und Befriedigung im Kreise seiner Familie und viel Erfolg bei seinem weiteren Wirken als Geschäftsführer der FKKTG.

Wolfgang Wilhelm

Herbert Wolff 60 Jahre alt



Am 24. März 1986 feierte Dipl.-Ing. Herbert Wolff, Technischer Direktor des Senders Freies Berlin, seinen 60. Geburtstag.

Herbert Wolff ist gebürtiger Berliner. Nach erfolgreichem Studium der Elektrotechnik (Nachrichtentechnik), das er 1946 begann, trat Wolff 1950 als Labor- und Meßingenieur beim RIAS Berlin in die Dienste des Rundfunks. Er wechselte 1956 zum Sender Freies Berlin und begann hier als Ingenieur in der Fernsehtechnik. 1960 wurde er zum Betriebsingenieur ernannt, drei Jahre später avancierte Herbert Wolff aufgrund seiner Leistungen zum Leiter der Hauptabteilung Fernseh-Betriebstechnik und war somit zuständig für die gesamte Studio-, Außenübertragungs- und Meßtechnik. Mit der Federführung zur Planung der fernsehtechnischen Studioanlagen und -einrichtungen beim Bau des SFB-Fernsehzentrens wurde ihm eine reizvolle, gleichzeitig aber auch mit Problemen behaftete Aufgabe übertragen, die er mit Bravour meisterte. In Anerkennung seiner hervorragenden Arbeit wurde er 1964 zum Oberingenieur ernannt. Im Jahr 1971 wurde Wolff zusätzlich die Leitung der Betriebstechnik Hörfunk übertragen; er war damit verantwortlich für die technische Betriebsabwicklung sowohl im Hörfunk als auch im Fernsehen. Neun Jahre übte er diese Position erfolgreich aus. Am 1. Januar 1980 wurde er dann als Nachfolger von Prof. Erich Böhnke zum Technischen Direktor des Senders Freies Berlin berufen.

Die ausgezeichnete Arbeit Wolffs in den verschiedenen Stationen seiner beruflichen Laufbahn, sein engagierter Einsatz für die Interessen des SFB wie auch der ARD, machen sein umfangreiches, fundiertes Wissen und seine Erfahrung deutlich. Bereits seit 1968 hatte Herbert Wolff den Vorsitz der Fernsehbetriebsleiter-Konferenz ARD/ZDF/ORF/SRG geführt. Nach seinem Amtsantritt als Technischer Direktor ist ihm von der Technischen

Kommission ARD/ZDF die Federführung für die Fernsehstudioteknik übertragen worden. Von seiner Mitarbeit profitieren u. a. auch die Postkommission ARD/ZDF, der Schulausschuß der SRT in Nürnberg; darüber hinaus leitet er die TEKO-Ausschüsse „IRT-Arbeitsplan“ und „Funkausstellung“.

Herbert Wolff, stets auf Konsens, auf Ausgleich bedacht, hat sich als fachlich versierter und menschlich integrierender Mann bei Kollegen und Mitarbeitern gleichermaßen Anerkennung und Wertschätzung erworben. Wir wünschen ihm auch für die kommende Zeit viel Erfolg und vor allem beste Gesundheit.

Gerhard Lahann

Helmut Schönfelder 60 Jahre alt



Am 3. April 1986 vollendete Professor Dr.-Ing. Helmut Schönfelder sein 60. Lebensjahr. Er ist in Fachkreisen bekannt aufgrund seiner Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der analogen und digitalen Fernsehtechnik, durch seine zahlreichen Veröffentlichungen in Fachzeitschriften und als Autor mehrerer Fachbücher über Farbfernsehteknik und Bilddokumentation. Sein Name steht darüber hinaus für einen engagierten Hoch-

schullehrer, dem die Ausbildung und Förderung des ingenieurwissenschaftlichen Nachwuchses sehr am Herzen liegt.

Helmut Schönfelder wurde in Offenbach am Main geboren und besuchte dort die Hindenburg-Oberschule, die er im Sommer 1944 aufgrund der Einberufung zum Wehrdienst mit dem Reifevermerk verlassen mußte. Nach Kriegsende führte er seine Schulausbildung am Realgymnasium in Offenbach fort und erhielt im Mai 1946 das Zeugnis der Reife. Zum Wintersemester 1946/47 nahm er das Studium der Nachrichtentechnik an der TH Darmstadt auf. Ende des Sommersemesters 1952 legte er die Diplom-Hauptprüfung mit der Note „sehr gut“ ab. Anschließend arbeitete er an seiner Dissertation. Aufgrund seiner wissenschaftlichen Untersuchungen über einen verzerrungsarmen frequenzmodulierten Sender nach dem Serrasoid-Prinzip und des „mit Auszeichnung“ bestandenen Doktor-Examins wurde er am 4. Januar 1958 zum Dr.-Ing. promoviert.

Noch vor Abschluß seiner Promotion trat Helmut Schönfelder im April 1955 in den Dienst der Fernseh GmbH, Darmstadt. Er arbeitete dort zunächst im Entwicklungslabor unter der Leitung von Dr. W. Dillenburger. Während dieser Zeit erhielt Schönfelder sein erstes Patent über ein Verfahren zur Korrektur von Fernsehbildsignalen. Für seine Untersuchungen über „Frequenzabhängige Gradationsentzerrung“ wurde er 1956 von der Fernsehtechnischen Gesellschaft (FTG) mit dem Rudolf-Urtel-Preis ausgezeichnet. Zu seinen Aufgaben zählten u. a. auch eingehende Studien über Farbfernsehteknik und die Entwicklung erster Modelle von Farbstudiogeräten. 1965 wurde ihm die Leitung des Entwicklungslabors für Farbfernseh-Studioausrüstungen der Fernseh GmbH übertragen.

Ab Wintersemester 1967/68 erteilte die Fakultät für Elektrotechnik der TH Darmstadt Schönfelder einen Lehrauftrag über „Fernsehteknik“. Am 1. September 1969 erhielt er einen Ruf als ordentlicher Professor an die TU Braunschweig. Er wurde Nachfolger von Pro-

fessor Kirschstein auf dem Lehrstuhl für Nachrichtentechnik und übernahm gleichzeitig die Leitung des Instituts für Nachrichtentechnik an dieser Hochschule. Von 1975 bis 1977 war Professor Schönfelder Prodekan der Fakultät für Maschinenbau und Elektrotechnik und anschließend bis 1980 Leiter der Abteilung Elektrotechnik. Seit 1. April 1985 ist er Mitglied des Senats der TU Braunschweig.

Helmut Schönfelder ist ein Wissenschaftler von Rang, dessen Fachkompetenz und Fähigkeiten weit über den Hochschulbereich hinaus gefragt sind. Er ist Mitglied im Beirat für Forschung und Entwicklung der Robert Bosch GmbH, Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat des Heinrich-Hertz-Instituts für Nachrichtentechnik Berlin und ordentliches Mitglied der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft. Aufgrund seiner hervorragenden wissenschaftlichen Befähigung ist er zum Ersatzgutachter der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für das Fach Nachrichtentechnik bestellt. Darüber hinaus engagiert er sich in starkem Maße im Rahmen der technisch-wissenschaftlichen Aufgabenstellung der Nachrichtentechnischen Gesellschaft (NTG) und der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG). Nachdem er bereits seit 1970 dem Vorstand der FKTG angehörte, wurde er von 1975 bis 1979 zum 1. Vorsitzenden dieser Gesellschaft gewählt. Seit 1983 leitet er den NTG-FKTG-Fachausschuß „Fernsehen- und Bildübertragung“ und ist seit 1984 Mitglied des NTG-Vorstandes.

Aus Anlaß seines 60. Geburtstages ernennt ihn die FKTG zum Ehrenmitglied. Sie würdigt damit seine hervorragenden wissenschaftlichen Leistungen auf dem Gebiet der Fernsehtechnik und ehrt darüber hinaus den Hochschullehrer, der sich durch persönlichen Einsatz und durch seine hervorragenden praxisbezogenen Fähigkeiten um die ingenieurwissenschaftliche Ausbildung junger Nachwuchskräfte verdient gemacht hat.

Die Würdigung des Wissenschaftlers und Ingenieurs wäre unvollständig, wenn der Mensch Helmut Schönfelder hier außer Betracht bliebe. Allen, die ihn näher kennenlernen, offenbart sich sehr schnell ein Mann, bei dem Sachlichkeit, Ehrlichkeit, Offenheit und Hilfsbereitschaft zu den wesentlichen Charaktermerkmalen gehören. Standfestigkeit im fachlichen Disput und Warmherzigkeit im persönlichen Gespräch gehören zu den Eigenschaften, die ihn menschlich in besonderer Weise qualifizieren.

Der Privatmann Schönfelder ist ein begeisterter Bergwanderer, dessen Wanderwege vorwiegend in den Hochgebirgslagen der Schweiz und in Österreich zu suchen sind. Er ist passionierter Schmalfilmer und ein hervorragender Amateurfotograf. Zahlreiche Filme und Diaserien, die meisten sind auf Urlaubs- oder Dienstreisen im Ausland entstanden, legen davon Zeugnis ab. Zu den sonstigen Hobbies zählt seine Beschäftigung mit Modell-Eisenbahnen, bei der offensichtlich der Ingenieur Schönfelder den Privatmann motiviert. Helmut Schönfelder ist darüber hinaus ein großer Liebhaber klassischer Musik. Seine Vorliebe gilt insbesondere Werken von Mozart, Schubert und Wagner. Er besitzt eine umfangreiche Sammlung entsprechender Platten und Tonbänder, ist aber insbesondere auch eifriger Besucher von Sinfoniekonzerten und Opernaufführungen.

Zum Start in das neue Lebensjahrzehnt begleiten Helmut Schönfelder unser aller Glückwünsche. Mögen ihm weiterhin Gesundheit und der Vollbesitz seiner geistigen und körperlichen Fähigkeiten beschieden sein. Dem Wissenschaftler gilt der Wunsch nach weiteren Erfolgen, dem Privatmann der Wunsch nach Ausgeglichenheit und Harmonie in allen persönlichen Bereichen.

Franz Josef In der Smitten

Herausgeber: Institut für Rundfunktechnik GmbH, München.

ISSN 0035-9890

Schriftleitung: Prof. Dr. U. Messerschmid, Dr. H. Wilkens, Floriansmühlstraße 60, 8000 München 45; Dipl.-Ing. I. Dahrendorf, Appellhofplatz 1, 5000 Köln 1; Dr. D. Schwarze, Neckarstraße 230, 7000 Stuttgart 1; Dr. A. Ziemer, Essenheimer Landstraße, 6500 Mainz-Lerchenberg.

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

Redaktioneller Beirat: Dr. N. Mayer, Prof. Dr. G. Plenge, Dr. H. Roigas, Floriansmühlstraße 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 30. 4. 1986. 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. 16.

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