Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 90 (1972)
Heft: 33: SIA-Heft, Nr. 6/1972: Nachrichtentechnik

Artikel: Ausblicke in die Zukunft der elektrischen Nachrichtentechnik
Autor: Mey, Hansjürg
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-85284

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 25.01.2026

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

Ausblicke in die Zukunft der elektrischen Nachrichtentechnik

DK 621.39

Von Dr. **H. Mey**, Bern

Es gibt Gebiete in der Technik, deren Entwicklung zu einem gewissen Abschluss geführt hat oder bei denen wenigstens ein solcher Abschluss in Sichtweite gerückt ist. Dies ist dann der Fall, wenn neue technische Verfahren bestehende Bedürfnisse nach technischen Einrichtungen nicht mehr besser zu befriedigen vermögen, als dies mit den alten Verfahren möglich war. In der Nachrichtentechnik ist es vielleicht am ehesten der Radioempfänger, der dieses Stadium bald erreichen wird. Die Miniaturisierung hat den «Endzustand» fast erreicht, denn das kleinstmögliche Mass ist bald nur noch durch den Platzbedarf der Bedienungselemente gegeben. Auch in qualitativer Hinsicht lässt sich nicht mehr viel verbessern, denn physiologische Schranken (Frequenzgang 16 bis 16000 Hz usw.) machen eine weitere Verbesserung überflüssig. Dieses Beispiel zeigt, dass physische (manuelle Bedienung) und physiologische (Gehördaten) Grenzen die Nützlichkeit weiterer technischer Entwicklungen in Frage stellen und so eine gewisse Sättigung herbeiführen.

Trotz dem für das Empfinden unserer Zeitgenossen eindrücklichen Stand der nachrichtentechnischen Entwicklung muss jedoch beachtet werden, dass dieser Sättigungs- oder Perfektionszustand für weite Bereiche der Nachrichtentechnik noch in weiter Ferne liegt. Das wird vielleicht am deutlichsten, wenn man sich einige mögliche «Endpunkte» auszumalen versucht, vorerst ohne die technischen Möglichkeiten für eine Verwirklichung zu berücksichtigen. So könnte man sich vorstellen, dass zukünftig jeder Mensch mit einem armbanduhrgrossen und -artigen Gerät an einem weltweiten Kommunikationsnetz angeschlossen ist, das ihn in die Lage versetzt, mit jedem beliebigen Partner in der Welt optisch und akustisch in Verbindung zu treten. Die Wahl für den Vermittlungsprozess würde vielleicht über eine akustische Eingabe erfolgen, und das «Zifferblatt» des Gerätes wäre ein Bildschirm kombiniert mit einer Bildaufnahme-Einrichtung. Damit wäre ein Ziel der Nachrichtentechnik erreicht, das kürzlich ein japanischer Unternehmer wie folgt formulierte: «Jeder Mensch soll an jedem Ort und zu jeder Zeit akustisch und optisch verbunden werden können mit einem kleinen Gerät.»

Andere Zukunftsvisionen sehen das häusliche Fernsehgerät ausgebaut zu einem kompletten Informationszentrum (der Fernsehschirm wird dann extrem flach sein und wie ein Bild an die Wand gehängt werden können). Anlässlich der Deutschen Funkausstellung in Düsseldorf 1970 wurde dieser Gedanke wie folgt formuliert: «... das komplette Informationszentrum im eigenen Heim ist eine der wichtigsten Entwicklungsaufgaben dieses Jahrzehnts auf dem Gebiet der elektronischen Kommunikation. Die Anschlüsse im Haus werden mit zentralen Computern verbunden. Das ermöglicht einen ununterbrochenen Informationsstrom, wobei der Hausanschluss zugleich Sender und Empfänger von Informationen ist. Diese Anlagen werden eines Tages mit einer Wechselschaltung für die Video-Technik und mit Aufzeichnungsgeräten für die Direktverbindung mit Schulen, Bibliotheken, Banken und Einkaufszentren ausgestattet sein. Und darüber hinaus stehen ein Fernsehtelephondienst sowie eine Video-Truhe für die totale Unterhaltung zur Verfügung... Das Informationszentrum im eigenen Heim ist ganz offensichtlich die ausgeprägteste Erscheinungsform der Universalität und zugleich der Individualität der Kommunikation...» Man mag aus diesen Zitaten und Beispielen abschätzen, wie lange und mühsam der Weg zur Erreichung der skizzierten Ziele noch sein wird. Prof. Steinbuch hat dieses Tatsache recht eindrücklich wie folgt formuliert: «Um diese Ziele zu erreichen, müssen unsere Nachrichtengeräte in 75 Jahren sich vom heutigen Fernsehempfänger stärker unterscheiden als dieser vom Morsetelegraph von anno 1837.» Diese Feststellung ist eine klare Herausforderung an den Nachrichteningenieur, der ein gewaltiges Spektrum an Aufgaben auf sich zukommen sieht. Von dem durch Zitate eben skizzierten «Endziel» vermag vorerst noch niemand zu träumen. Aber es lassen sich einige Elemente herauskristallisieren, die zu heute lösbaren Zukunftsaufgaben führen und auch tatsächlich allenorts in Bearbeitung stehen. Es sind dies:

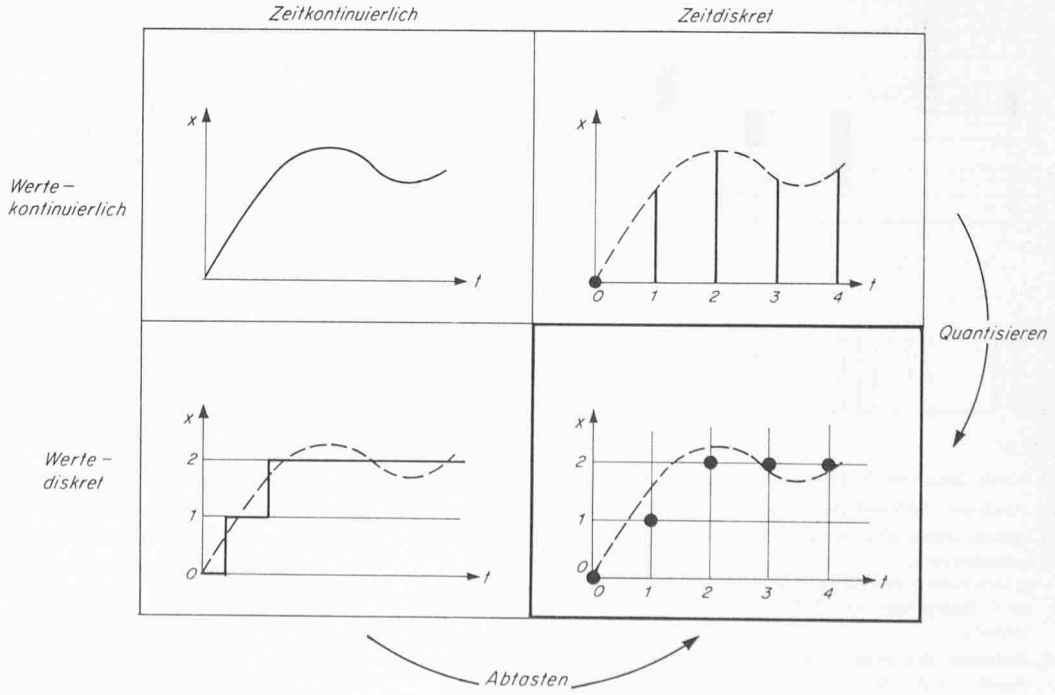


Bild 1. Der Übergang vom analogen Signal (z. B. Mikrophonspannung) zum digitalen Signal (z. B. PCM) erfolgt über zwei Schritte: Abtasten + Quantisieren. Auch die beiden Zwischenstufen (nur Abtasten oder nur Quantisieren) sind für gewisse Anwendungen von Bedeutung

- wachsende Bedeutung der Bild-Fernmeldetechnik neben der Ton-Fernmeldetechnik (Fernsehen, Fernsehtelephon, Faksimile)
- Bedürfnis nach breitbandigen und weltweise wählbaren bidirektionalen Übertragungsmedien bis ins Haus
- zunehmende Bedeutung der Datenübertragung, von Datenbanken und Datendiensten aller Art.

Dabei ist noch nichts gesagt über die besonderen Anforderungen an die Technologie, die daraus erwachsen. Die Entwicklung der integrierten Schaltungen (elektronische Digitaluhr, digitaler Taschenrechner usw.) zeigt die heute gültigen Tendenzen. Ganz neue, eher den biologischen Systemen angeglichene Technologien gehören zum Zukunftsbild.

Bei der Beurteilung der Fortschrittsgeschwindigkeit der elektrischen Nachrichtentechnik sollte der Nichtfachmann nachsichtig sein. Die Natur hat es nämlich mit den Vorgängern der heutigen Nachrichteningenieure ausgesprochen gut gemeint, ein Vorzug, den die heutigen Vertreter der Branche nicht mehr geniessen. So gehören beispielsweise die Phasenverzerrungen (frequenzabhängige Laufzeiten, denen die Signale in den Nachrichtenkanälen unterworfen sind) zu den ganz schwierigen Problemen, mit denen derzeit für die Datenübertragung gekämpft wird. Neben der Datenübertragung ist beispielsweise auch die Bildübertragung extrem phasenempfindlich. Unsere Vorfahren, die vor 100 Jahren das Telephon erfanden, brauchten sich um diese Schwierigkeiten nicht zu kümmern, da das menschliche Ohr ausgerechnet auf Phasenverzerrungen nicht reagiert. Wenn man noch die anderen Naturvorzüge berücksichtigt, versteht man, warum ein Telephon vor 100 Jahren mit etwas Messing, Holz und Draht zum Funktionieren gebracht werden konnte, während heute schon für eine einfache Datenübertragung über eine Telephonleitung ein ganzes Gestell voll Elektronik benötigt wird.

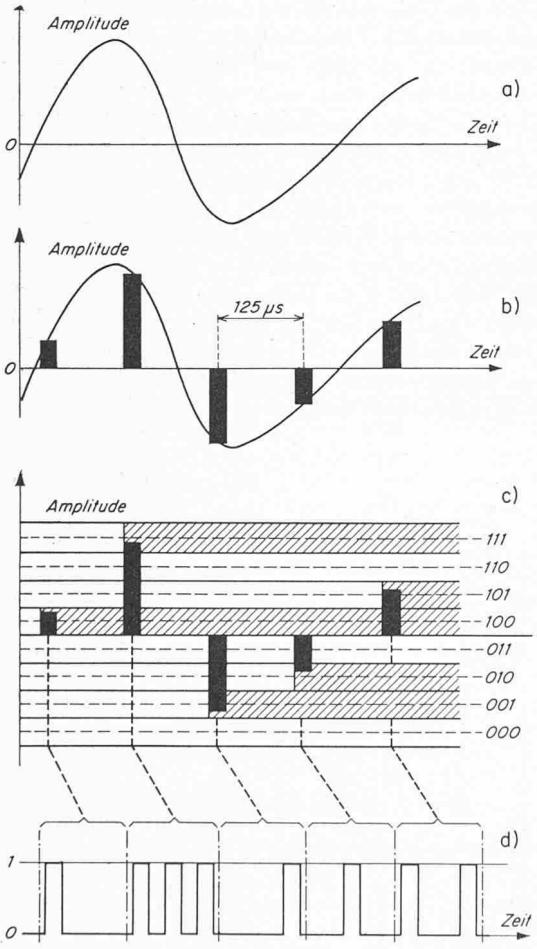


Bild 2

a) Niederfrequente Mikrophonspannung

b) Abtasten: 8000mal pro Sekunde

c) Quantisieren: Zuordnen der Abtastwerte zu Amplitudenbereich.
Kennzeichen derselben durch binäre Zahlen (im Beispiel dreistellige, für PCM-Signale achtstellige Binärzahlen)

d) Auflösen der binären Zahlen in Impulsfolgen (8000 Pakete zu je 8 Stellen = 64 000 Impulse/s)

Übergang zur Digitaltechnik

Ein allgemeiner und erfolgreicher Trend in der Nachrichtentechnik führt von der analogen zur digitalen Darstellung und Verarbeitung von Signalen. Im Falle der Datenverarbeitung und -übertragung ist diese Tendenz selbstverständlich, denn die zu verarbeitenden und zu übertragenden Grössen liegen von Natur aus bereits in digitaler Form vor. Für die Verarbeitung und Übertragung von Ton- und Bildsignalen ist das aber nicht der Fall, denn unsere weitverbreiteten Kommunikationssysteme beruhen bisher mit ganz wenigen Ausnahmen (zum Beispiel Fernschreibnetz) auf reiner Analogtechnik. Es gibt aber vier gewichtige Gründe, analog anfallende und benötigte Signale für den Übertragungs- und Verarbeitungsprozess in an sich komplizierten Verfahren zu digitalisieren:

1. Moderne technologische Verfahren (integrierte Schaltungen usw.) können in digitalen Systemen wirkungsvoller, ökonomischer und raumsparender eingesetzt werden
2. Zur Verarbeitung von digitalen Signalen steht eine weitentwickelte, bewährte technische Komponente zur Verfügung: der programmgesteuerte Computer
3. Bei der Übertragung digitaler Signale lässt sich grundsätzlich jede Störung und jeder Übertragungsfehler ausscheiden, so dass die erreichte Übertragungsqualität nur eine Frage der technischen Bemessung ist
4. Durch die Umwandlung analoger Signale in digitale Signale bei der Quelle und in umgekehrter Richtung beim Empfänger wird eine einheitliche Übertragungs- und Verarbeitungsmethode für alle Informationsarten (Ton, Bild, Daten) ermöglicht.

Die technische Einrichtung zur Umwandlung von analogen in digitale Signale nennt man *A/D-Wandler* (Analog/Digital-Wandler) und umgekehrt *D/A-Wandler*. Der Umwandlungsprozess führt grundsätzlich über zwei Diskretisierungsschritte (Bild 1):

- *Abtasten:* Übergang vom zeitkontinuierlichen zum zeitdiskreten System (Ersetzen einer kontinuierlichen Zeitfunktion durch eine Folge meist aequidistanter Stützstellen)
- *Quantisieren:* Übergang vom wertekontinuierlichen zum wertediskreten System (Ersetzen einer Signalspannung beliebiger Auflösung durch ein Werteelement aus einem beschränkten Umfang, beispielsweise ganze Zahlen zwischen 0 und 100).

Im Falle von Telephonsignalen genügt es, die Mikrophonspannung 8000mal pro Sekunde abzutasten und die Abtastwerte mit einer ganzen Zahl zwischen —128 und +128 auszumessen. Die resultierende Zahlenfolge gibt das ursprüngliche Mikrophonsignal natürlich nicht mehr vollständig wieder, ein hörbarer Qualitätsverlust tritt aber nicht ein, weil die durch den Abtastprozess verursachten Fehler ausserhalb des benutzten Frequenzspektrums (0,3 bis 3,4 kHz) liegen und weil anderseits die Quantisierungsfehler ein Geräusch erzeugen, das durch geeignete Massnahmen (nichtlineare Zuordnung der Quantisierungswerte zu den Analogwerten = Kompression bzw. Expansion) praktisch unhörbar gemacht werden. In Bild 2 ist ein derartiger Abtast- und Quantisierungsprozess

graphisch dargestellt. Jede Quantisierungsstufe wird durch eine zugeordnete Binärnummer (Zahlen in Bild 2c) festgehalten. Diese Binärnummer wird in der Form eines Impulspaketes (das je einem Abtastwert zugeordnet ist) übertragen (Bild 2d), womit das ursprüngliche Mikrophonsignal in ein reines Binärsignal (Impulswerte nur 0 oder 1 in einem festgelegten Zeitraster) übergeführt worden ist. Für die angegebene Quantisierungsstufenzahl sind 8 binäre Impulse notwendig, so dass mit den bereits erwähnten 8000 Abtastwerten/s ein Informationsfluss von 64000 Impulsen/s notwendig ist für die Darstellung und Übertragung eines Telephonsignals. Vergleicht man die dafür notwendige Bandbreite von mindestens 32 kHz mit den ursprünglichen 3,1 kHz des Mikrophonsignals, dann stellt man einen für die Digitalisierung typischen Effekt fest: Die Anforderungen an die Bandbreite wachsen bei abnehmender Anforderung an die Amplitudentreue. Da mit dem heutigen Stand der Technik hohe Geschwindigkeiten wesentlich ökonomischer zu verwirklichen sind als gute Amplitudentreue, erwächst aus diesem Umsetzungsprozess insgesamt ein Vorteil. Man muss sich beispielsweise nur vorstellen, ein Signal sei mit einer additiven Störung überlagert. Das analoge Signal (Bild 2a) wird durch diese Störung unrettbar verfälscht, während das digitale Binärsignal (Bild 2d) von der Störung vollständig befreit werden kann, wenn diese kleiner als die halbe Signalamplitude des Binärsignals ist.

Neben dieser Regenerationsfähigkeit ist dem digitalisierten Signal eine weitere erwünschte Eigenschaft eigen: Wenn die einzelnen binären Impulse im digitalen Signal genügend schmal gemacht werden (nochmalige Erhöhung der Bandbreite), dann lassen sich weitere digitalisierte Signale einschachteln. In einer ersten, heute europäisch normierten Multiplexierungsstufe schachtelt man auf diese Weise 32 gewöhnliche digitalisierte Telephonkanäle zu einem einzigen Impulszug zusammen. Die Informationsrate steigt dabei auf 32 × 64 = 2,048 Mbit/s (2,048 Mio Impulse/s). Diese Impulsrate lässt sich noch bequem digital verarbeiten und sogar auf bestehenden gewöhnlichen zweiadrigen Telephonleitungen übertragen, wenn ungefähr alle 2 km eine Regeneration des binären Signals im bereits erwähnten Sinne durchgeführt wird. Bild 3 zeigt einen solchen Regenerationsverstärker für insgesamt 960 Kanäle = 32 Multiplexe, der ungefähr alle 2 km im Zuge einer Telephonleitung in die Erde versenkt wird. Man kann hier von den alten Erdlöchern für Pupin-Spulen profitieren, die im gleichen Leitungsabstand ausgelegt sind und die bei der gewöhnlichen Analog-Telephonie seit jeher nötig waren. Bild 4 zeigt schematisiert das beschriebene Einschachtelungsprinzip. Im Unterschied zur Analog- oder NF-(Niederfrequenz-) Technik nennt man diese Technik *Puls-Code-Modulation* (PCM).

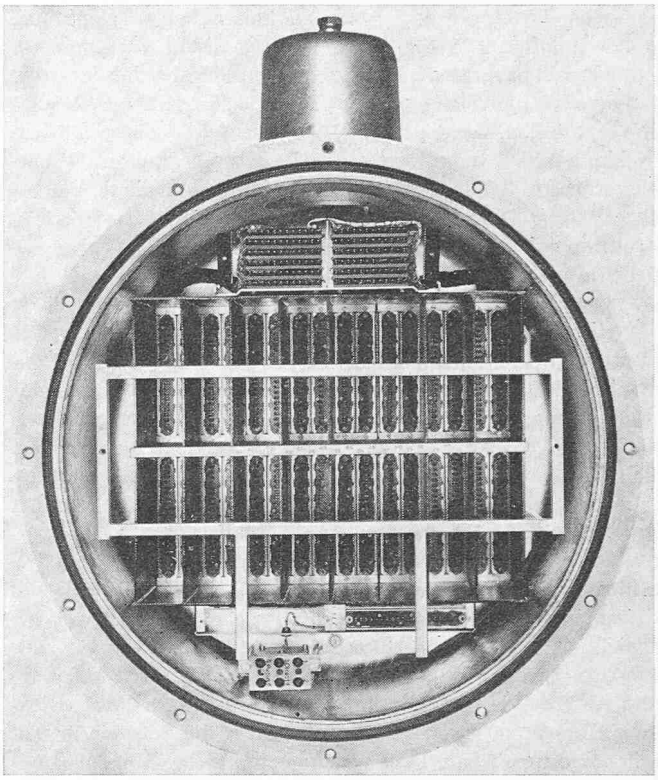


Bild 3. Regenerationsverstärker für PCM-Leitungen (etwa alle 2 km in die Erde versenkt). Über 2 × 16 gewöhnliche symmetrische Telephonaderpaare können damit in jeder Richtung 480 Sprechkanäle in PCM-Form übertragen werden

Diese PCM-Technik eignet sich nicht nur für die Übertragung, sondern ist besonders zweckmässig auch für die *Vermittlung* von Signalen. Es geht dabei nur noch um die wechselseitige Zuordnung von Impulspaketen zwischen verschiedenen relativen Lagen innerhalb der beschriebenen Multiplexe, eine Operation, für die sich die moderne Digitaltechnik mit integrierten Schaltungen geradezu aufdrängt. Zur Steuerung dieser Vermittlungsprozedur wird ein programmgesteuerter Computer eingesetzt, der seinerseits die Wahlanforderungen und viele andere Daten seitens der Teilnehmer und des zur Verfügung stehenden Kommunikationsnetzwerkes als Eingabedaten empfängt. Da diese Daten von Natur aus in digitaler Form vorliegen (zum Beispiel Rufnummern für die automatische Wahl), bleibt das PCM-System auch bezüglich dieser Signale (sog. «Signalisierung») in der Auslegung seiner Signale

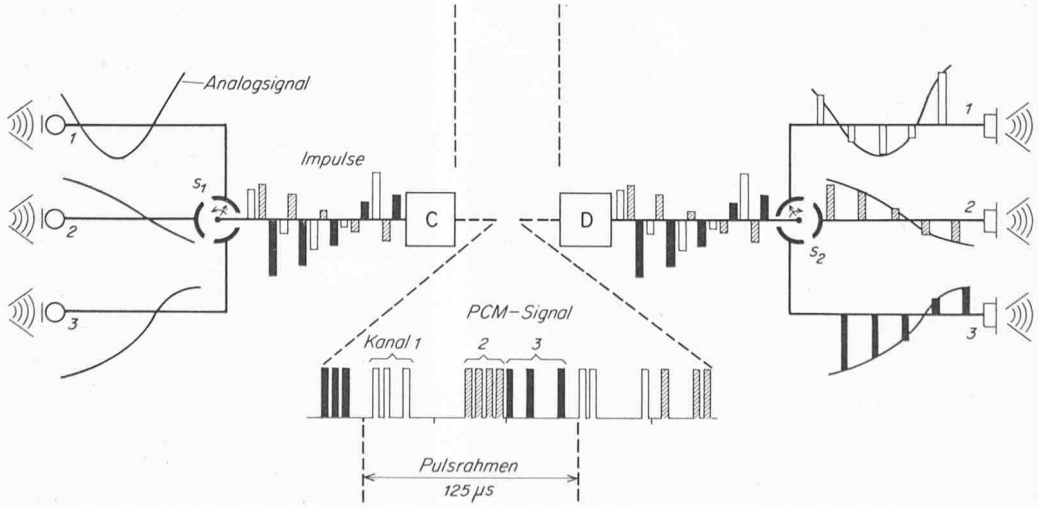


Bild 4. Puls-Code-Modulation (PCM) mit Multiplexierung: Im Beispiel werden die Abtastimpulse von drei sendenden Telephonleitungen zeitlich verschachtelt und dann in einen einheitlichen binären Impulszug umgeformt. Empfangsseitig erfolgt zuerst die paketweise Umsetzung in Abtastwerte und dann deren Verteilung auf die drei empfangenden Telephonleitungen

homogen (im Gegensatz etwa zur «klassischen» Telephonie, in der analoge und digitale Signale gemischt vorkommen). Unter einem programmgesteuerten Computer für eine derartige Aufgabe hat man sich eine sehr grosse, leistungsfähige Maschine vorzustellen, wie sie beispielsweise in Bild 5 dargestellt ist. Es handelt sich dabei um sog. «Real-time»-Anlagen (Echtzeitverarbeitung, da Wartezeiten nicht erlaubt sind), die bis über 200000 Teilnehmer bedienen können. Dass in der Konstruktion solcher Anlagen den Sicherheitsaspekten vorrangige Bedeutung zukommt, versteht sich von selbst.

Die Digitalisierung eines öffentlichen Telephonnetzes ist natürlich aussergewöhnlich komplex. Nicht nur ist das Gesamtsystem von einer Grössenordnung, wie sie sonst in elektronischen Systemen unbekannt ist, sondern darüber hinaus sind komplexe Kompatibilitätsprobleme zu beachten, kann doch der Übergang von der «klassischen» zu der digitalen Telephonie nur schritt- und gebietsweise und über einen Zeitraum von vielen Jahrzehnten durchgeführt werden. In der Schweiz wurde erkannt, dass eine Aufgabe von solchem Ausmass weder von den PTT-Betrieben noch von den Herstellerfirmen isoliert gelöst werden kann. Aus diesem Grunde hat sich unter der Federführung der PTT ein Konsortium mit den 3 wichtigsten Herstellerfirmen der einschlägigen Technik (Hasler AG, Bern, Siemens-Albis AG, Zürich, Standard Telephon und Radio AG, Zürich) gebildet, das gemeinsam die Entwicklung eines integrierten PCM-Systems für die Schweiz in Angriff genommen hat. Das System nennt sich «IFS-1» (Integriertes Fernmelde-System), wobei der Ausdruck «integriert» im doppelten Sinn zu verstehen ist: Einmal besagt er die Integration von Übertragung und Vermittlung (in digitaler PCM-Form) und zum anderen beschreibt er die Eigenschaft des Systems, sowohl Telephon- wie Datensignale im gleichen Netz zu übertragen und zu vermitteln.

Bildtechnik

Auch ein Fernseh-Signal ist grundsätzlich vom analogen Typ. Ähnlich wie das Mikrophonsignal bei der Tonübertragung kann das Video-Signal durch Abtasten und Quantisieren digitalisiert werden. Allerdings entstehen dabei infolge der grossen Bandbreite von Fernseh-Signalen riesige Bitraten (in der Grössenordnung von 100 Mbit/s für einen einzigen Video-Kanal). Damit kommt man in einen Bandbreitebereich, der vom oben diskutierten PCM-System für Telephon- und Datenanwendungen nicht erfasst wird (abgesehen von Multiplexen höherer Ordnung mit einigen Tausend digitalisierten Sprachkanälen). Diese riesige Bandbreite steht heute, mit Ausnahme der klassischen Televisionstechnik (Rundspruchtechnik), noch nicht zur Verfügung. Es ist damit zu rechnen, dass in späterer Zukunft ein derartig breitbandiges Kommunikationssystem, voll vermittlungsfähig und fein verteilt bis in die einzelnen Haushaltungen, errichtet werden muss. Ein solches System könnte an sich auch das heutige Telephon- (und IFS-1)-System miteinschliessen, es wäre aber unrealistisch, schon jetzt auf die Entwicklung zu bauen. Man hat heute weder die notwendigen Übertragungseinrichtungen noch die Möglichkeiten der Vermittlung in der Hand. Einige Ansätze ist der skizzierten Richtung lassen sich erkennen in der Errichtung der mächtig aufkommenden *Kabel-Fernsehnetze* (CATV: «Cable-Television»). Diese Netzwerke (eine Art regionale Gemeinschaftsantennen-Anlagen) sind heute allerdings nur zur Verteilung von Fernseh-Signalen von einer Zentrale an die Peripherie eingerichtet; die Technik für zweiseitige Übermittlung ist damit aber im Prinzip vorgezeichnet. Als mögliche Übertragungsmedien der Zukunft kommen hier in Frage Mikrowellenleiter oder optische Systeme (Laser und Glasfasern für die Lichtleitung). Leider scheint sich die Satelliten-Nachrichtentechnik, abgesehen von der Punkt-Punkt-Übertragung grosser Informationsmengen, nur für die Verteilung breitbandiger Signale zu eignen (Satelliten-Direktempfang von Fernseh-Signalen), wogegen für das Problem des freien Wahlzugriffs wie in einem Telephonnetz eine Lösungsaussicht noch kaum besteht.

Weil man sich vom Idealzustand des breitbandigen, universellen und feinverteilten Kommunikationssystems noch so weit weg befindet, ist man darangegangen, für verschiedene besondere Zwecke angepasste Lösungen zu suchen. Im folgenden seien die wichtigsten davon aufgezählt:

1. Bildtelephon

Das Sprechtelephon soll ergänzt werden durch ein kleines Fernsehgerät, das es den Sprechenden erlaubt, einander zu

Bild 5. Programmgesteuerte Computeranlage zur Steuerung der Vermittlung von PCM-Signalen (System Dataflex 200 von Hasler AG, Bern). Solche Anlagen verfügen über ein wirkungsvolles Überwachungssystem. Bis ungefähr 200 000 Teilnehmer können von einer Anlage bedient werden. Im System IFS-1 kann zudem jeder Teilnehmer gleichwertig von 2 bis 4 dezentralisiert aufgestellten Anlagen bedient werden (katastrophensicher). Die Speicherkapazitäten liegen in der Grössenordnung von 10 Mio bits pro Anlage

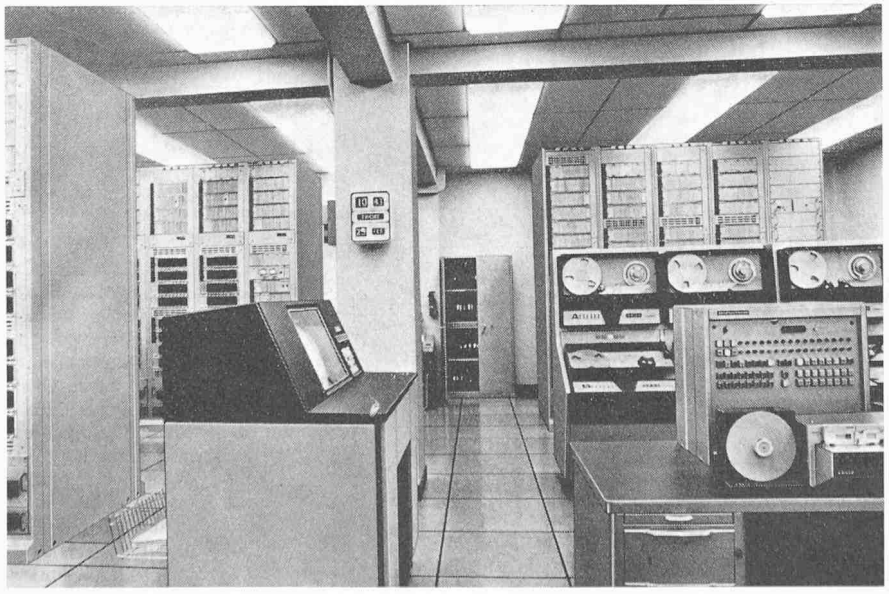
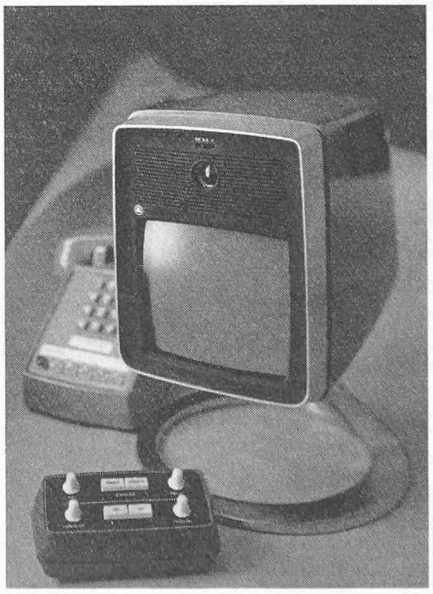


Bild 6. Bildtelephon («Picturephone» von Bell Laboratories). Anschluss über drei Telephonaderpaare (je eines für jede Bildrichtung, eines für Telephon und Wahl). Bildhöhe 13 cm, Auflösung 255 Zeilen, schwarzweiss



sehen (Brustbilder) oder auch Dokumente optisch zu übertragen; dies unter der Voraussetzung, dass das klassische Telephonnetz im wesentlichen verwendet werden kann. Das heute bekannteste Gerät dieser Art ist das «Picturephone» von Bell Telephon (Bild 6), das heute in den USA in beschränktem Umfange in Einführung begriffen ist. Ähnliche Bildtelephonsysteme werden derzeit an mehreren Orten entwickelt und versuchsweise in Betrieb genommen, eine Normierung der technischen Daten steht unmittelbar bevor. Die technische Lösung besteht im wesentlichen darin, die Bildbandbreite so weit herabzusetzen (auf 1 MHz in analoger Form), dass eine gewöhnliche Telephon-Teilnehmerleitung begrenzter Länge im Ortsnetz zur Übertragung verwendet werden kann. Allerdings muss der Bildtelephon-Teilnehmer über drei Aderpaare mit der Zentrale verbunden werden, nämlich je 1 Aderpaar für Sende- und Empfangsrichtung des Videosignals und ein weiteres Aderpaar für die Sprechverbindung und den Verbindungsaufbau. Das Picturephone-Bild ist schwarz weiss und, entsprechend der niedrigen Bandbreite, von mässiger Qualität. Es hat nur 255 Zeilen bei einer Bildhöhe von 13 cm. Es ist fraglich, ob eine breitere Öffentlichkeit, die sich an die TV-Qualität gewöhnt hat, Picturephone-Bilder akzeptieren wird. Man rechnet allerdings damit, dass eher professionelle Anwendungen im Geschäftsbetrieb in Frage kommen. Die bescheidene Bildauflösung gestattet es auch nur in sehr beschränktem Umfange, Dokumente optisch zu übertragen. In der Orts- oder Quartierzentrale werden die Videoleitungen in einem getrennten Raum-Koppelfeld vermittelt, das seinerseits von den Wahlsignalen der Teilnehmer gesteuert wird. Zwischen den Zentralen (Bezirks- oder Fernnetz) werden die analogen Bildsignale in der bereits beschriebenen Art digitalisiert und nach einem Informations- und Redundanzreduktionsprozess in digitaler Form übertragen.

2. Heimzeitung

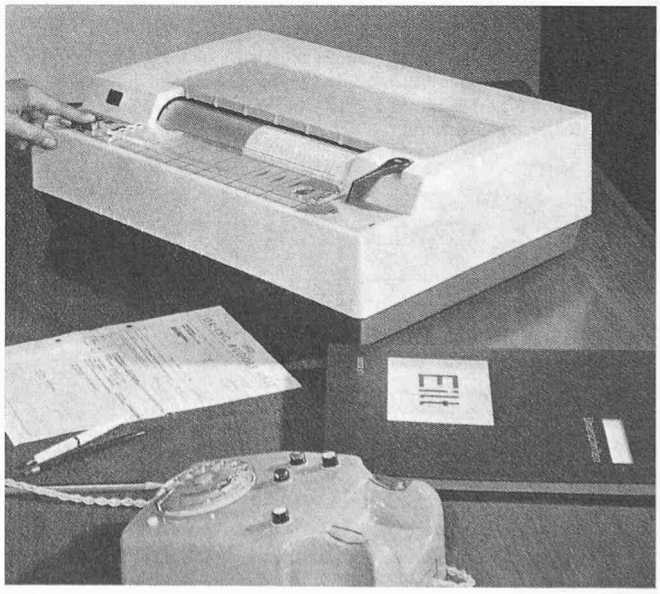
Für die elektronische Zusendung einer Tageszeitung genügt ein reines Verteilnetz, wie es für die Unterhaltungs-Fernsehtechnik bereits zur Verfügung steht. Der Gedanke liegt deshalb nahe, diese Netze mitzubenutzen, und es gibt auch schon Geräte, die zusätzlich zum Empfang des Fernsehprogramms eine im Empfänger geschriebene Zeitung liefern. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die benötigte Informationsmenge dafür zu gewinnen: Beispielsweise können einige nichtbenutzte Zeilen am Bildende des Fernsehbildes zur Übertragung der Zeitungsinformation verwendet werden. Oder das ganze Fernsehband steht nachts, wenn das Fernsehprogramm zu Ende ist, zur Verfügung. Schliesslich gibt es im Frequenzplan der Fernsehkanäle noch Lücken zwischen den einzelnen Kanälen, die nutzbringend angewendet werden könnten. In Japan ist ein Heimzeitungssystem unter dem Namen «Homefax» entwickelt worden (siehe Bild 7). Ob damit allerdings einem echten Bedürfnis entsprochen wird, bleibe dahingestellt.

3. Faksimile

Die Übertragung von Schriftstücken lässt sich grundsätzlich über schmalbandige Kanäle (also auch Telephonkanäle) verwirklichen, wenn eine längere Bildübertragungszeit in Kauf genommen wird. Faksimile-Einrichtungen für die Übertragung über Telephonleitungen gibt es heute eine ganze Anzahl, ohne dass sich deren Einsatz im grossen Rahmen wirklich durchgesetzt hätte (Bild 8). Steht nur eine gewöhnliche analoge Telephonleitung zum Teilnehmer zur Verfügung, dann muss zur Übertragung eines Blattes vom Format A4 bei genügender Auflösung mit ungefähr 6 min Übertragungszeit gerechnet werden. Hochentwickelte Informations- und Redundanzreduktionsmethoden gestatten die Verringerung dieser Übertragungszeit bis auf etwa 1 min. Mit den modernsten technologischen Methoden scheint es möglich zu sein, ein derartig hohes Reduktionsverhältnis von 6:1 bei tragbarem technischen Aufwand zu verwirklichen. Es kann sein, dass damit der Faksimile-Technik zu einem breiteren Durchbruch verholfen wird. Viel günstiger sehen die Verhältnisse jedoch aus, wenn mit PCM-Kanälen (digitale Telephonie) gerechnet werden kann. Ein Faksimile-Bild eignet sich ausgezeichnet zur Digitalisierung, und es ist ohne weiteres möglich, in einem normierten PCM-Kanal, wie er bereits beschrieben wurde (64 kbit/s), ein Bild vom Format A4 in weniger als 30 s zu übertragen, bei zusätzlicher Verwendung komplexer Informations- und Redundanzreduktionsmethoden sogar in nur wenigen Sekunden. Ein Faksimile-System kann dann betrieben werden wie heute

Bild 7. Heimzeitungs-Empfänger (Toshiba, Japan). Als «Homefax»-System am TV-Empfänger anschliessbar: Übertragung der Zeitung in den Bildlücken oder Sendepausen. Das abgebildete Modell «druckt» eine Zeitungsseite doppelseitig in 5 min 40 s (Auflösung 8 Linien/mm) bei einer Bandbreite von 240 kHz

Bild 8. Faksimile-Gerät für die Übertragung von A4-Blättern über Telephonleitungen (Dr.-Ing. Hell, Kiel) 6,5 min bei 3,8 Linien/mm, gleichzeitiges Telephonieren nicht möglich. Zukünftige Geräte mit komplexen Informationsreduktionsverfahren werden mit höchstens 1 min Übertragungszeit auskommen



eine Kopiermaschine, mit dem einzigen Unterschied, dass zwischen dem Einlegen des Originals und der Ausgabe der Kopie eine Telephonleitung liegt. Es sei allerdings nicht verschwiegen, dass, um dieses Ziel zu erreichen, nicht nur nachrichtentechnische Probleme gelöst werden müssen, sondern dass vor allem die Bildwiedergabe auf der Empfangsseite (sog. «Hardcopy») noch schwer zu lösende Fragen aufwirft.

4. Elektronische Briefpost

Die unter dem Schlagwort «Electronic Mail» zusammengefasste Zukunftstechnik sieht den Ersatz des Briefträgers samt der Übertragungs- und Verteilorganisation der Postbetriebe vor. Das System entspricht damit einem feinverteilten Faksimilenetz, wobei aber davon ausgegangen wird, dass dannzumal breitbandige Leitungen (siehe oben) zur Verfügung stehen und die Übertragungszeiten sehr kurz werden (man denkt dabei im besonderen an die Einbeziehung der Kabelfernsehnetze). Diesem eher utopischen Vorschlag steht ein recht realistisches, wahrscheinlich sehr brauchbares System der «elektronischen Briefpost» gegenüber. Man stellt sich vor, dass im wesentlichen der Briefverkehr zwischen entfernten Zentren durch eine äusserst schnelle Faksimile-Technik ersetzt werden könnte. Der Gang zum Briefkasten und die Verteilung durch den Postboten würden damit zwar nicht ersetzt, aber die Übermittlungsgeschwindigkeit könnte für grössere Entfernungen erheblich gesteigert werden. Wenn die für diesen Dienst eingerichteten Zentren genügend dicht vorhanden wären, könnte damit auch das Verteilproblem der Briefpost zum Teil entschärft werden. Im Unterschied zum konsequenten Faksimile-Betrieb bis zum einzelnen Teilnehmer können von den Zentren aus breitbandige Leitungen viel eher zur Verfügung gestellt werden, und der mögliche apparative Aufwand in solchen Zentren lässt einen grösseren Spielraum in der technischen Verwirklichung der Faksimile-Geräte zu. Nicht nur Postbüros, sondern auch grössere Handels- und Industriebetriebe könnten als Zentralen im Sinne dieser «elektronischen Briefpost» ausgerüstet werden, verfügen sie doch ohnehin über Nachrichtenkanäle hoher Kapazität.

Datenübertragung und Computernetze

Im Abschnitt über die Digitaltechnik wurde bereits gezeigt, dass in einem modernen Kommunikationsnetz, zum Beispiel dem schweizerischen System IFS-1, die Datenübertragung und -vermittlung nicht mehr von der Telephontechnik getrennt werden muss. Wie bereits erwähnt, sind damit Datenmengen von 64000 bit/s (oder auch Vielfache davon) von Teilnehmer zu Teilnehmer möglich. Dazu kommt, dass in einem integrierten digitalen Netz diese Datenrate mit sehr hoher Zuverlässigkeit übertragen wird und sich die Fehlerhäufigkeit mit einfachen digitalen Mitteln auf beliebig kleine Werte herunterbringen lässt. Damit sind alle Anforderungen erfüllt, wie sie heute für den Verkehr zwischen Computern und zwischen Peripheriegeräten und Computern gestellt werden. Für äusserst breitbandige Übertragungsraten in der Grössenordnung von 100 Mbit/s müsste man sich allerdings wieder auf das hypothetische Breitbandnetz abstützen, es ist derzeit aber kaum abzusehen, ob dermassen gigantische Informationsmengen für Zwecke des Datenaustausches benötigt werden. Eher problematisch sind Datenteilnehmer mit kleinen Informationsraten, da weniger leistungsfähige Kanäle in einem integrierten Netz nicht einfach zu bilden und zu vermitteln sind. Doch hier kommt das Konzept der Integration von Sprache und Daten entgegen: Selbst optimistische Schätzungen rechnen, dass der Datenverkehr im Vergleich zum Sprechverkehr quantitativ auch in Zukunft eine untergeordnete Bedeutung hat. Wenn aber ein Netz für den Sprechverkehr ohnehin ausgelegt ist, kommt der Unterbelastung von digitalen Kanälen durch Teilnehmer mit bescheidenen Kapazitätsanforderungen keine besondere ökonomische Bedeutung mehr zu. Mit anderen Worten: Mit Einführung eines integrierten Kommunikationssystems wird man mehr und mehr vom Zwang befreit, an Bandbreite sparen zu müssen. Die Bandbreite wird billig und leicht erhältlich sein, so dass man sich anderen Problemen zuwenden kann (eine Tendenz, die übrigens wie ein roter Faden durch die ganze Entwicklung der Nachrichtentechnik hindurchgeht). Computernetze haben, abgesehen von den direkten Bedürfnissen dezentralisierter Betriebe wie Bankenorganisationen usw., zunehmend eine volkswirtschaftliche Bedeutung: Bei der Computerdichte, wie sie in unserem Lande herrscht, kann man damit rechnen, dass pro Jahr für mehrere 100 Mio Fr. Computer-Kapazität ungenützt verlorengeht. Nur ein gut ausgebautes Computernetz vermag hier einen Lastenausgleich zu schaffen und damit die riesigen Investitionen besser auszunützen. Man ist heute auch daran zu lernen, wie Software-Systeme zum Betrieb grosser Computernetze aufgebaut werden müssten.

Bild 9. Fernschreib-Terminal (Hasler AG, Bern). Die Stationen sind über Telephonleitungen mit zentralen Computern verbunden und haben neben allen anderen Benützern Zugang zu Speichern, Rechenwerk, Datenbanken, Programmbibliotheken. Der «Time Sharing»-Betrieb wirkt sich für den Benützer des Terminals so aus, als sei er als einziger am Computer angeschlossen. «Interaktive Systeme» erleichtern die Benützung: Schritt für Schritt kann der Computer Anweisungen für die nächste Aufgabe oder Meldungen über Benützungsfehler ausdrucken

Bild 10. Tastenwahlstation (Siemens). Die Tastatur kann in zukünftigen Systemen neben der Wahl auch zur Dateneingabe an eine zentrale Dateneinrichtung (Computer, Datenbank) verwendet werden. Antworten werden in synthischer Sprache zurückgesendet

Es ist aber damit zu rechnen, dass die Datenübertragung und der Anschluss von Computern noch ein ganz anderes Gesicht erhalten werden. Einmal geht es darum, einfachere Computerterminals (sog. Teletype-Terminals, siehe Bild 9) über das Kommunikationsnetzwerk an irgendwelche Computer anzuschliessen. Einem viel breiteren Kreis von Interessenten werden damit gut ausgebaute Computer-Dienste samt Software-Paketen am Arbeitsplatz zur Verfügung gestellt. Zum anderen ist davon auszugehen, dass vor allem mit der Einführung der Tastenwahlstation jeder Telephonteilnehmer sein eigenes kleines Computerterminal besitzt (Bild 10). Über die Tastatur kann er numerisch mit einem vorher angewählten Computer verkehren, der seine Antworten in Form von synthetischer Sprache zurücksendet. Es ist ganz klar, dass eine solche Entwicklung der Einrichtung von zentralen Datenbanken starken Vorschub leisten wird.

Aus alledem mag ersichtlich sein, dass die moderne Nachrichtentechnik dazu verhelfen wird, den Anwendungsbereich von Datenübertragung und -verarbeitung viel weiter und feiner auszufächern, als dies heute der Fall ist. Es hat Leute gegeben, die voraussagten, in Zukunft werde neben der Steckdose für den Strom in jede neue Wohnung auch ein Computeranschluss («Computer aus der Steckdose») installiert. Es darf heute ruhig behauptet werden, dass diese Vision bald Wirklichkeit sein kann, wenn nur ein Telephonanschluss vorhanden ist und die in Bearbeitung begriffenen Kommunikationssysteme richtig angewendet werden.

Adresse des Verfassers: Dr. sc. techn. *Hansjürg Mey*, Hasler AG, Belpstrasse 23, 3000 Bern.

Grösstes Kurzwellenzentrum der Welt im Allgäu

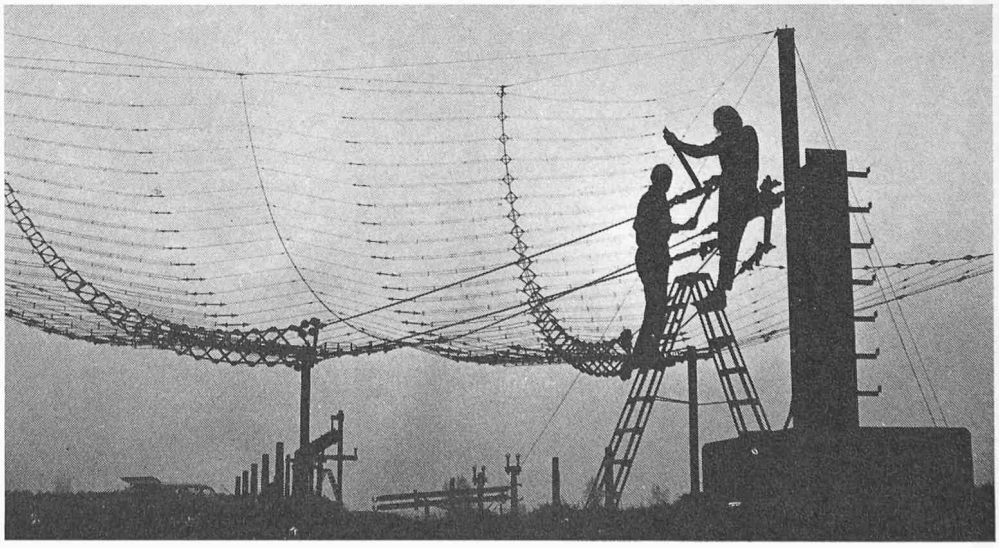
DK 621.396.71 : 621.396.24

Nachdem im August 1969 der Grundstein für die grösste Kurzwellen-Sendestelle der Deutschen Bundespost im Wertachtal in der Nähe von Augsburg gelegt worden war, nahmen am 12. Juni 1972 die ersten fünf der bisher neun vorgesehenen 500-kW-Sender von AEG-Telefunken den Sendebetrieb auf. Seit dem 3. März 1953, als die Deutsche Welle mit 20 kW zu senden begann, sind grosse Anstrengungen gemacht worden, um die Leistungsfähigkeit der Sendeanlagen zu verbessern und Programme zu produzieren, die auf der ganzen Welt Interesse finden und ein umfassendes Bild des politischen, kulturellen und wirtschaftlichen Lebens in Deutschland vermitteln.

Besonders erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang das aktuelle Übertragungsangebot, das während der Olympischen Spiele gemacht wird: 127 Sendeanstalten haben ihr Interesse an dieser Berichterstattung bereits angemeldet. Ausserdem übernimmt die Deutsche Welle das gesamte Olympiaprogramm der ARD im 49-m-Band. Derzeit werden in Köln-Jülich und über Relaisstationen in Portugal und Rwanda (Ostafrika) 89 Programme in 33 Sprachen ausgestrahlt, pro Tag fallen durchschnittlich 84 Sendestunden an.

Die automatische Abstimmung macht die Sender unabhängig von der Anwesenheit des Bedienungspersonals. Die Sender können ferngesteuert werden. Das riesige Variometer, mit dem die jeweilige Sendefrequenz eingestellt wird, lässt sich mit einem besonders genau arbeitenden Steuersender automatisch verstellen, ohne dass dabei irgendwelche Elemente ausgetauscht werden müssen. Ein Wechsel von einer Frequenz auf eine andere dauert im Durchschnitt nur 30 s. Auch das Ein- und Ausschalten sowie die gesamte Betriebsüberwachung kann aus der Ferne durchgeführt werden. Diese Fernsteuerung soll ein Prozessrechnersystem übernehmen. Der Rechner vom Typ AEG 60-10 bekommt alle drei Monate aus dem Kölner Sendestudio der Deutschen Welle die Anweisung, wann welcher Sender über welche Antenne auf welcher Frequenz in welches Land strahlen soll, und nimmt dann automatisch die notwendigen Schalt- und Einstellungsarbeiten vor. Damit die geforderte hundertprozentige Verfügbarkeit sichergestellt werden kann, ist in dem Sendezentrum ein Doppelrechner installiert.

Der Lieferumfang umfasst ausser neun Senderverstärkern den riesigen Antennenwahlschalter, der neunmal



Äusseres Kennzeichen der weitgehendst automatisierten Sendestelle sind die zwischen hohen Gittertürmen aufgehängten Kurzwellen-Vorhangantennen und die zwischen etwas niederen Masten hängenden logarithmisch-periodischen Kurzwellenantennen. Die netzförmigen Gebilde sind Richtstrahlantennen
(Photo AEG-Telefunken)