

**Kommission für den Ausbau
des technischen Kommunikationssystems**

– Arbeitskreis Technik und Kosten –



**Technik und Kosten
bestehender und möglicher neuer
Telekommunikationsformen**

Anlageband 2 zum Telekommunikationsbericht

Kommission für den Ausbau des technischen Kommunikationssystems

– Arbeitskreis Technik und Kosten –



Technik und Kosten bestehender und möglicher neuer Telekommunikationsformen

Ludwig-Maximilians-Universität München
Bibliothek
Informations- und Kommunikationsforschung/
Wirtschaftsinformatik und Neue Medien
Ludwigstrasse 23/VG, Raum 205
D-80539 Muenchen
Tel. 089/2180 3768

Anlageband 2 zum Telekommunikationsbericht

Ludwig-Maximilians-Universität München
Informations- und Kommunikationsforschung/
Wirtschaftsinformatik und Neue Medien

Inventarnummer: 8633

Signatur: 05.50.30 427

Zum **Telekommunikationsbericht** der Kommission für den Ausbau des technischen Kommunikationssystems gehören als Anlagebände die 8 Berichte der 4 Arbeitskreise.

Arbeitskreis	Titel des Berichts	Anlageband	Preis DM
	<i>Telekommunikationsbericht</i>		9,—
1	Bedürfnisse	1	12,—
2	Technik und Kosten	2	7,—
		3	6,—
		4	15,—
		5	14,—
		6	12,—
		7	6,—
3	Organisation	7	6,—
4	Finanzierung	8	8,—
Bei geschlossener Abgabe aller 9 Bände reduzierter Preis:			79,—

Alle Rechte, auch die des Nachdrucks von Auszügen, der photomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung vorbehalten.

Copyright 1976 by Der Bundesminister für das Post- und Fernmeldewesen in Bonn

Herausgeber: Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen

Druck: Bundesdruckerei Berlin 600705 2.76

Vertrieb: Verlag Dr. Hans Heger, Goethestraße 56, Postfach 821
5300 Bonn-Bad Godesberg 1, Tel. (0 22 21) 36 35 51

Geleitwort

Im Februar 1974 wurde die unabhängige „Kommission für den Ausbau des technischen Kommunikationssystems“ (KtK) von meinem Amtsvorgänger Professor Dr. Horst Ehmke ins Leben gerufen.

Sie hatte den Auftrag, Vorschläge für einen wirtschaftlich vernünftigen und gesellschaftlich wünschenswerten Ausbau des Telekommunikationssystems der Bundesrepublik Deutschland auszuarbeiten. Die Kommission hat ihre Arbeit nach knapp zweijähriger intensiver Tätigkeit termingerecht Ende 1975 abgeschlossen und ihre Vorschläge in Form von Feststellungen und Empfehlungen mit ihrem „Telekommunikationsbericht“, zu dem die Berichte der Arbeitskreise als acht Anlagebände gehören, vorgelegt.

Die Veröffentlichung auch der Berichte der Arbeitskreise soll einen vollen Einblick in die Materialien geben, die der Kommission für ihre Beratungen als Grundlage dienten.

Durch die Erarbeitung und Zusammenfassung zahlreicher neuer bzw. vorhandener Aussagen und Fakten für die Bereiche der Bedürfnisstruktur, der Technik und der Kosten, der Organisation und der Finanzierung haben die Arbeitskreise unzweifelhaft wertvolle Beiträge für die interessierte und fachkundige Öffentlichkeit sowie zur Meinungsbildung der Bundesregierung über den Stand und die Weiterentwicklung unseres Telekommunikationssystems geleistet.

Dafür möchte ich allen Beteiligten, insbesondere den Vorsitzenden der Arbeitskreise, auch im Namen der Bundesregierung meinen Dank aussprechen.

Bonn, im Januar 1976



Kurt Gscheidle
Bundesminister
für das Post- und Fernmeldewesen

Vorwort

Der Arbeitskreis 2 „Technik und Kosten“ der Kommission für den Ausbau des technischen Kommunikationssystems und seine Untergruppen haben in den Anlagebänden 3 bis 6 des Telekommunikationsberichts ausführlich zu Technik und Kosten bestehender und neuer Formen der Telekommunikation Stellung genommen. Damit in der Fülle des dargebotenen Materials die wesentlichen Aussagen nicht übersehen werden und insbesondere ein schneller Überblick über die wichtigen Telekommunikationsformen und ihre Kosten möglich ist, wurde als zusammenfassender Bericht der vorliegende Anlageband 2 zusammengestellt.

Allen, die mich dabei tatkräftig unterstützt haben, insbesondere der interministeriellen Arbeitsgruppe, gilt mein Dank. Für eine genauere Betrachtung der einzelnen Telekommunikationsformen muß auf die Einzelbände verwiesen werden.

November 1975

A handwritten signature in black ink, reading "W. Kaiser". The signature is written in a cursive, slightly slanted style.

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kaiser

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einführung	1
1.1 Aufgabenstellung	1
1.2 Zusammensetzung und Arbeitsweise	1
1.3 Systematische Gliederung der Formen der Telekommunikation	7
2 Bestehende Telekommunikationsformen	12
2.1 Fernsprechen	12
2.2 Fernschreiben	21
2.3 Datenkommunikation	22
2.4 Mobilfunk	26
2.5 Ton- und Fernsehrundfunk	29
3 Neue Telekommunikationsformen in bestehenden Netzen	32
3.1 Allgemeines	32
3.2 Bürofernschreiben	32
3.3 Fernkopieren	37
3.4 Faksimilezeitung	44
3.5 Elektronische Briefübermittlung	44
3.6 Videotext, Bildschirmtext, Video-Einzelbild und Fernsprech-Einzelbild	48
3.7 Weitere neue Telekommunikationsformen	53

	Seite
4 Telekommunikationsformen in Breitbandverteilnetzen	55
4.1 Bisherige Entwicklung	55
4.2 Gemeinschafts- und Großgemeinschafts- Antennenanlagen	57
4.3 Kabelfernsehanlagen	59
4.4 Kabelfernsehen mit Rückkanal	60
4.5 Möglichkeiten des schrittweisen Ausbaus	60
4.6 Typische Kosten für Kabelfernsehanlagen	62
4.7 Ergänzungen	66
5 Telekommunikationsformen in Breitbandvermittlungsnetzen	68
5.1 Betrachtete Telekommunikationsformen	68
5.1.1 Bildfernsprechen	68
5.1.2 Bildfernsprech-Konferenz	70
5.1.3 Bewegtbildabruf	71
5.2 Gesichtspunkte zur Normung	71
5.3 Breitbandübertragung	72
5.4 Breitbandvermittlung	74
5.5 Netze zur Breitbandkommunikation	74
5.6 Typischer Investitionsaufwand für Breitband- vermittlungsnetze zum Bildfernsprechen	77
6 Zusammenfassende Wertung	83
6.1 Breitbandvermittlungsnetz	83
6.2 Breitbandverteilnetz	84
6.3 Bestehende Netze und die in ihnen realisierbaren Telekommunikationsformen	86

1 Einführung

Der Arbeitskreis 2 der Kommission für den Ausbau des technischen Kommunikationssystem (KtK) wurde auf der konstituierenden Sitzung der Kommission am 27./28. Februar 1974 eingesetzt. Er trägt die Kurzbezeichnung »Technik und Kosten«.

1.1 Aufgabenstellung

Dem Arbeitskreis wurde die Aufgabe zugewiesen, Technik und Kosten von Telekommunikationsformen zu untersuchen und damit zu Antworten auf die Fragen 2 und 3 der von der Bundesregierung formulierten Aufgabenstellung beizutragen. Diese Fragen lauteten:

»Welche Möglichkeiten für neue Kommunikationsformen werden durch die sich abzeichnende technische Entwicklung – insbesondere Breitbandtechnik – eröffnet?«

»Welche finanziellen Aufwendungen sind mit der Realisierung neuer Kommunikationsformen verbunden?«

Dabei versteht der Arbeitskreis 2 unter Kosten die mit der technischen Gestaltung von Telekommunikationsformen verbundenen Investitionsaufwendungen sowie die Betriebskosten.

1.2 Zusammensetzung und Arbeitsweise

Der Arbeitskreis setzte sich aus folgenden Mitgliedern zusammen (stimmberechtigte Mitglieder *kursiv*):

Bachem, Hans, Leitender Ministerialrat	Christlich-Demokratische Union
<i>Bubenheim, Heinz, Dipl.-Kfm.</i>	Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten
Burmeister, Hans-Werner	Deutsche Angestellten-Gewerkschaft
David, Ernst W., Dipl.-Volksw. (ab Mai 1975)	Gemeinschaftsausschuß der Deutschen Gewerblichen Wirtschaft
Göltz, Karl-Friedrich	Bundesverband Deutscher Zeitungs- verleger
<i>Kaiser, Wolfgang, Prof. Dr.-Ing.</i>	Elektrische Nachrichtentechnik, Universität Stuttgart
<i>Laermann, Karl-Hans, Prof. Dr.-Ing., MdB (ab August 1975)</i>	Freie Demokratische Partei

<i>Lafontaine</i> , Oskar, Dipl.-Phys. (ab Oktober 1974)	Sozialdemokratische Partei Deutschlands
<i>Lenzer</i> , Christian, MdB	Christlich-Demokratische Union
<i>von Sanden</i> , Dieter, Dipl.-Phys.	Zentralverband der Elektrotech- nischen Industrie
<i>Scheffler</i> , Hermann, MdB	Bundesvereinigung der kommunalen Spitzenverbände
Schmidt, Wolfgang	Gemeinschaftsausschuß der Deutschen Gewerblichen Wirtschaft
<i>Stephan</i> , Günter	Deutscher Gewerkschaftsbund
Stücklen, Richard, MdB	Christlich-Soziale Union
Witte, Eberhard, Prof. Dr.	Betriebswirtschaft, Universität München
von Wrangel, Joost, Dipl.-Ing.	Zentralverband der Elektro- technischen Industrie

Zum Vorsitzenden des Arbeitskreises 2 wählten die Mitglieder der Kommission für den Ausbau des technischen Kommunikationssystems in der konstituierenden Sitzung Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kaiser und zu seinem Stellvertreter Dipl.-Phys. Dieter von Sanden.

Der Arbeitskreis 2 hielt zehn Sitzungen ab. Schon in seiner ersten, konstituierenden Sitzung begann der Arbeitskreis seine Aufgabe so zu strukturieren, daß die Arbeitsergebnisse später in thematisch zusammengehörigen Berichten wiedergegeben werden konnten. Die wesentlichen Ergebnisse dieser Berichte sind in den folgenden Kapiteln zusammengefaßt. Die Berichte selbst bilden die Anlagebände 3 bis 6 des Telekommunikationsberichtes der Kommission.

Der große sachliche Themenumfang, der schließlich von der Darstellung bestehender Fernmeldedienste bis zur Abschätzung von Technik und Kosten für mögliche neue Telekommunikationsformen in Breitbandvermittlungnetzen reichte, erforderte die fachliche Unterstützung des Arbeitskreises 2 durch Untergruppen, die dem jeweiligen Themenkreis entsprechend aus verschiedenen Sachverständigen aus Verbänden, Industrie, Wissenschaft und Behörden zusammengesetzt waren und von dem Vorsitzenden des Arbeitskreises geleitet wurden. Sie erarbeiteten in außergewöhnlich umfangreicher Sacharbeit die Entwürfe für die vier Berichte.

Die Untergruppen hielten 31 Sitzungen ab und tagten dabei dreimal mehrtägig.

An den Sitzungen des Arbeitskreises 2 und der Untergruppen haben neben den Kommissionsmitgliedern auch Sachverständige teilgenommen, außerdem Mitarbeiter der interministeriellen Arbeitsgruppe.

Als Sachverständige haben an den Beratungen des Arbeitskreises 2 mitgewirkt:

Andriof, Udo, Dr., Regierungsdirektor
Land Baden-Württemberg, (ab April 1975)

Kunze, Heinz, Dipl.-Ing., Abteilungspräsident
Fernmeldetechnisches Zentralamt der Deutschen Bundespost

Nowak, Günther, Dr.-Ing.
Bundesverband Druck, (ab April 1974)

Rottgardt, Jürgen, Dr.
Standard Elektrik Lorenz AG

Schieb, Eckhard, Ministerialrat
Land Niedersachsen, (ab April 1975)

Schiementz, Bernd, Dipl.-Volksw.
Bundesverband Druck, (bis März 1974)

Schwarz, Walter, Dr.
Zweites Deutsches Fernsehen

Tetzner, Karl
Verband Deutscher Zeitschriftenverleger

Venhaus, Heinrich, Dipl.-Ing., Ministerialdirigent
Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen

Wien, Christa, Dipl.-Volksw.
Deutscher Gewerkschaftsbund

In den Untergruppen des Arbeitskreises 2 haben als Sachverständige mitgearbeitet:

Antreich, Kurt, Dr.-Ing.
AEG-Telefunken

Arens, Walter, Dipl.-Ing.
Siemens AG

Bade, Jürgen, Dipl.-Ing.
AEG-Telefunken

Baur, Friedrich, Dr.
Siemens AG

Becker, Dietrich, Dr.-Ing.
Standard Elektrik Lorenz AG

Becker, Leo, Oberingenieur
Standard Elektrik Lorenz AG

Blankenbach, Hans, Ing. (grad.), Oberpostdirektor
Fernmeldetechnisches Zentralamt der Deutschen Bundespost

Bretschneider, Gerhard, Dr. rer. nat.
Siemens AG

Bürgel, Hans Dietmar, Dr.
Standard Elektrik Lorenz AG

Cramer, Bernhard, Dr.-Ing.
Standard Elektrik Lorenz AG

Danke, Eric, Dipl.-Ing., Postoberrat
Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen

Domann, Peter, Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Siemens AG

Evers, Rolf, Dr.-Ing.
Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik Berlin GmbH

Flohrer, Walter, Dipl.-Ing.
Standard Elektrik Lorenz AG

Friebe, Klaus, Dipl.-Ing.
Fraunhofer-Gesellschaft

Gaentzsch, Günter
Bundesvereinigung der kommunalen Spitzenverbände

Gaiser, Rainer, Dr.-Ing.
Siemens AG

Gallenkamp, Wolrad, Dipl.-Ing., Abteilungspräsident
Fernmeldetechnisches Zentralamt der Deutschen Bundespost

Gruppen, Peter, Dipl.-Ing.
Firma Dr.-Ing. Rudolf Hell GmbH

Haller, Ulrich, Dr.
Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik Berlin GmbH

Helmrich, Hans, Dr. rer. nat.
Siemens AG

Horak, Wolfgang, Dipl.-Ing.
Siemens AG

Huber, Wolf, Ing. (grad.)
Standard Elektrik Lorenz AG

Irmer, Theodor, Dipl.-Ing., Oberpostdirektor
Fernmeldetechnisches Zentralamt der Deutschen Bundespost

Jung, Volker, Dipl.-Ing.
Siemens AG

Kanzow, Jürgen, Dipl.-Ing., Ministerialrat
Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen

Klein, Peter, Dipl.-Ing.
Siemens AG

Kleinke, Gerhard, Dipl.-Ing.
Siemens AG

Köhler, Anton, Dr.
Robert Bosch GmbH

Kramer, Siegfried, Betriebswirt
Firma Richard Hirschmann

Krebsbach, Ulrich, Dr.
Bundesvereinigung der kommunalen Spitzenverbände

Letsche, Dieter, Dipl.-Ing.
IBM Deutschland GmbH

Licht, Heinz, Ing. (grad.)
Siemens AG

Lotz, Ernst Georg, Dr.
IBM Deutschland GmbH

Mosch, Rudolf, Dipl.-Ing.
Standard Elektrik Lorenz AG

Nestel, Siegfried, Dr.-Ing.
Standard Elektrik Lorenz AG

Nowak, Günther, Dr.-Ing.
Bundesverband Druck

Ohnsorge, Horst, Dr.-Ing.
Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik Berlin GmbH

Postl, Wolfgang, Dipl.-Ing.
Siemens AG

Preuß, Dieter, Dipl.-Ing.
Technische Universität Hannover

Preuß, Volkmar, Ing. (grad.)
Siemens AG

Rinklef, Peter, Dipl.-Ing., Oberpostdirektor
Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen

Rittberg, Eilt-Heyo, Dipl.-Ing.
Olympia-Werke AG

Röder, Helmut, Ing. (grad.)
IBM Deutschland GmbH

Rötzel, Diethelm, Dipl.-Ing.
Standard Elektrik Lorenz AG

Rupf, Klaus, Dr.-Ing., Regierungsdirektor
Bundesministerium für Forschung und Technologie

Schwager, Reinhard, Ing. (grad.)
AEG-Telefunken

Schwärtzel, Heinz, Dipl.-Math.
Siemens AG

Seith, Wolfgang, Dr.-Ing.
Standard Elektrik Lorenz AG

Steinhardt, Karl-Heinz, Dr.-Ing.
AEG-Telefunken

Strunz, Günter, Dipl.-Ing., Abteilungspräsident
Fernmeldetechnisches Zentralamt der Deutschen Bundespost

Tönnies, Manfred G., Dr.-Ing.
Standard Elektrik Lorenz AG

Watzka, Ludwig, Dipl.-Ing.
Siemens AG

Weber, Jens, Dr.-Ing.
Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik Berlin GmbH

Welzenbach, Manfred, Dr.-Ing.
AEG-Telefunken

Willibald, Gunther E., Dipl.-Ing.
Standard Elektrik Lorenz AG

Zedler, Günther, Dipl.-Ing., Oberpostdirektor
Fernmeldetechnisches Zentralamt der Deutschen Bundespost

Zschekel, Hans, Dipl.-Ing.
Standard Elektrik Lorenz AG

Bei der Abfassung des Berichts haben folgende Mitglieder der *interministeriellen Arbeitsgruppe* mitgewirkt:

Spindler, Klaus, Dr.-Ing., Ministerialrat
Leiter der Arbeitsgruppe
Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen

Kraft, Manfred, Dipl.-Ing., Postdirektor
Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen

Vöge, Karl-Hinrich, Dr.-Ing.
Bundesministerium für Forschung und Technologie

Wagner, Engelhardt, Dipl.-Ing., Oberpostdirektor
Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen, (ab September 1974)

Geschäftsstelle, Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen:

Garcia, Claren de, Regina, Amtsinspektorin
Gruber, Marianne, Amtsinspektorin
Lawrenz, Hans-Werner, Ing. (grad.), Amtsrat

1.3 Systematische Gliederung der Formen der Telekommunikation

Der Begriff *Kommunikation* wird in der Fachliteratur in unterschiedlichen Bedeutungen verwendet. Im weiteren Sinne versteht man darunter alle Prozesse der Informationsübermittlung. Im engeren Sinne bedeutet Kommunikation einen Vorgang der Verständigung, d. h. des Austausches von *Nachrichten*, insbesondere in einem interaktiven Dialog. Dabei gibt es nicht nur die Kommunikation zwischen Menschen, sondern allgemein zwischen Systemen, die in der Lage sind, Nachrichten aufzunehmen, zu speichern und zu verarbeiten. So kennt man die Mensch-Maschine-Kommunikation und die Maschine-Maschine-Kommunikation (z. B. bei der Datenverarbeitung). Damit die Verständigung möglich ist, besteht die Nachricht aus Zeichen oder kontinuierlichen Funktionen, die auf Grund bekannter oder unterstellter Abmachungen eine Information darstellen. Das *Signal* ist die Darstellung der Nachricht durch physikalische Größen, beispielsweise durch den zeitlichen Verlauf einer Spannung oder eines Stromes. Man nennt das *Signal digital*, wenn es aus diskreten Zeichen besteht, d. h. codiert ist, und *analog*, wenn der Signalparameter nach einer kontinuierlichen Funktion verändert wird.

Telekommunikation bezeichnet Kommunikation zwischen Menschen, Maschinen und anderen Systemen mit Hilfe von nachrichtentechnischen Übertragungsverfahren. Das Wort ist aus dem Ausland übernommen und ist dort in seiner Bedeutung ähnlich den deutschen Begriffen: Nachrichtentechnik, Fernmeldewesen, Nachrichtenübertragung.

Wie Kommunikation ist auch Nachricht ein Wort der Umgangssprache, das viele und vielartige Bedeutungen haben kann. Hier soll unter Nachricht alles verstanden werden, was die Kenntnisse eines Empfängers vermehren oder eine bestimmte Reaktion bei einem Empfänger auslösen kann (Mitteilungen, Fragen und Antworten, Befehle usw.).

Eine einseitig gerichtete Verbindung (Kommunikationskette) zwischen zwei Kommunikationsteilnehmern zeigt das folgende Bild 1.1. Nachrichtenquellen bzw. -senken sind z. B. Menschen, Meßgeräte, Maschinen, nachrichtenverarbeitende Geräte oder Nachrichtenspeicher. Zur Entstehung und Verarbeitung der Nachricht bedarf es entsprechender Teilnehmerleistungen.

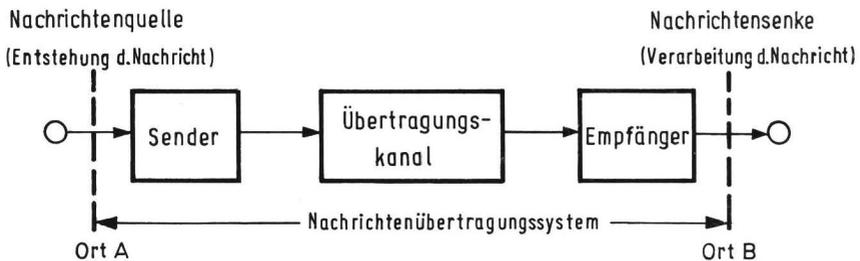


Bild 1.1 Einseitig gerichtete Nachrichtenverbindung

Das Nachrichtenübertragungssystem besteht aus dem Sender, dem Übertragungskanal und dem Empfänger. Der Übertragungskanal kann z. B. aus Drahtleitungen, Funkstrecken, Verstärkern, Modulationsgeräten und Speichern zusammengesetzt sein. Man unterscheidet die drahtgebundene, drahtlose und neuerdings auch die optische Übertragung.

Von besonderer Bedeutung ist die Telekommunikation zwischen Menschen, die sich mit Hilfe gesprochener oder geschriebener Umgangssprache verständigen wollen. Dazu ist es notwendig, daß der Empfänger nicht nur die Syntax (Struktur) der Nachricht erkennt, sondern auch die Semantik (Sinngesamt) versteht. Dieser Erkenntnisprozeß ist jedoch nur möglich, wenn Sender und Empfänger über einen gemeinsamen Zeichenvorrat verfügen, der entweder vereinbart ist oder durch einen Lernvorgang erworben werden kann.

Eine einseitig gerichtete Verbindung erlaubt nur eine gerichtete Kommunikation (Monolog). Kommunikation im engeren Sinne, d. h. Nachrichtenaustausch, kommt nur zustande, wenn zwischen Sender und Empfänger in beiden Richtungen eine Verbindung besteht. Dies kann, wie das folgende Bild 1.2 zeigt, dadurch geschehen, daß der Übertragungskanal abwechselnd für die Richtung A - B bzw. B - A genutzt wird, oder daß zwei Übertragungskanäle gleichzeitig zur Verfügung stehen. Dies kann beispielsweise auf ein und derselben Leitung durch Multiplexverfahren erreicht werden. Bei dieser Verkehrsart (Gegenverkehr) besteht eine echte Möglichkeit des Dialogs. Sie ist allerdings stark eingeschränkt, wenn der zweite Übertragungskanal hinsichtlich der auf ihm möglichen Übertragungsgeschwindigkeit nicht gleichwertig dem ersten Kanal ist.

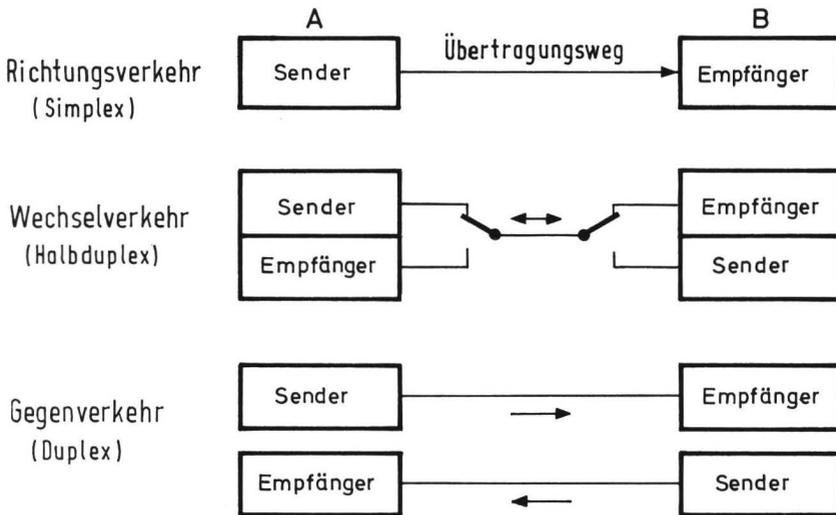


Bild 1.2 Verkehrsarten

Die bisherigen Betrachtungen beschränkten sich auf die Telekommunikation zwischen zwei Partnern. Sollen viele derartige, zweiseitig gerichtete Kommunikationsvorgänge gleichzeitig zwischen Partnern an ganz verschiedenen Orten möglich sein, so benötigt man eine Vielzahl von Verbindungen, d. h. ein Telekommunikationsnetz.

Im Prinzip könnte man jeden Teilnehmer mit jedem anderen über einen Übertragungskanal verbinden. Dies würde aber bei n Teilnehmern $n(n-1)/2$ Kanäle voraussetzen und damit angesichts der geringen Verkehrsmengen je Einzelkanal zu einem untragbar großen Aufwand führen. Anstatt dessen werden in das Netz Vermittlungen in hierarchischer Gliederung eingeschaltet, die dafür sorgen, daß die Zahl der Übertragungskanäle an den tatsächlichen Verkehrsbedarf angepaßt und damit der Aufwand wesentlich reduziert wird. Man spricht von einem Netz mit vermittelten Verbindungen oder kurz auch von einem Tele-

kommunikations-Vermittlungsnetz («Jeder mit Jedem»). Derartige Netze haben beispielsweise eine Stern-, Maschen- oder Verbundstruktur.

Ganz andere Anforderungen an das Netz liegen dann vor, wenn – wie beim Rundfunk – Nachrichten nur in einer Richtung weitergegeben werden müssen («Einer zu Vielen»). Dann genügt ein Verteilnetz, das entweder aus einem Funksender und vielen Funkempfängern bestehen kann oder bei Gestaltung als Kabelnetz in Form einer baumartigen Netzstruktur verwirklicht werden kann. Verglichen mit dem Vermittlungsnetz benötigt das Verteilnetz einen deutlich geringeren Aufwand.

Für die Kommunikationsmöglichkeit »Viele zu einem« kann ein Sammelnetz dienen, das jedem Teilnehmer eine Verbindung zurück zu einer gemeinsamen Zentrale ermöglicht. Derartige Sammelnetze werden nur selten separat installiert, sondern kommen eher in Verbindung mit Verteilnetzen vor. So stellt eine Kabelfernsehanlage mit schmalbandigem Rückkanal die Kombination eines breitbandigen Verteilnetzes mit einem schmalbandigen Sammelnetz dar.

Die Zusammenfassung der verschiedenen Telekommunikationsnetze und der in ihnen verwirklichten Telekommunikationsformen kann als Telekommunikationssystem bezeichnet werden. In einem derartigen System gibt es entsprechend den vielen verschiedenen Telekommunikationsformen eine Vielzahl von Schnittstellen technischer, betrieblicher und organisatorisch/finanzieller Art.

Nach dieser Erläuterung der wesentlichen Begriffe sollen die Telekommunikationsformen systematisch gegliedert vorgestellt werden. Der Begriff Telekommunikationsdienst kennzeichnet Leistungen von nachrichtentechnischen Systemen, die Teilnehmern angeboten werden, um ihre Telekommunikationsbedürfnisse zu erfüllen. Mit dieser Benennung ist noch keine Aussage über die Trägerschaft verbunden; die bis jetzt bekannten öffentlichen Dienste werden allerdings entweder von der Deutschen Bundespost oder den Rundfunkanstalten angeboten. Kommen zu dem Telekommunikationsdienst die entsprechenden Teilnehmerleistungen hinzu, so spricht man insgesamt von Telekommunikationsform (Bild 1.3). Dabei umfassen die Teilnehmerleistungen die Entstehung und Verarbeitung der jeweiligen Nachrichten (Nutzungsinhalte) und die Bedienung des nachrichtentechnischen Systems. Die Endgeräte sind entweder Bestandteil des Telekommunikationsdienstes oder der Teilnehmerleistung.

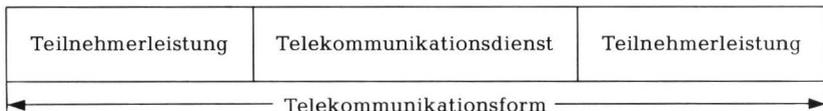


Bild 1.3 Veranschaulichung des Begriffs Telekommunikationsform

Es gibt eine Vielzahl von Telekommunikationsformen, abhängig davon, welcher Art die Kommunikationspartner sind (Mensch, Maschine, Datenverarbeitungsanlage usw.) und wie die Nachrichten aufgenommen, umgeformt, gespeichert, übermittelt, verarbeitet und wiedergegeben werden. In den folgenden Kapiteln 2 bis 5 werden diejenigen Telekommunikationsformen behandelt, die aus der Fülle der möglichen Formen dadurch herausragen, daß sie entweder eingeführt sind oder daß ihre Einführung in absehbarer Zukunft denkbar ist. Dabei wird in

- Bestehende Telekommunikationsformen
- Neue Telekommunikationsformen in bestehenden Netzen
- Telekommunikationsformen in Breitbandverteilnetzen
- Telekommunikationsformen in Breitbandvermittlungsnetzen

gegliedert. Die Ausführungen stellen eine Kurzfassung der in den Anlagebänden 3 bis 6 detaillierter betrachteten Telekommunikationsformen dar, um einen schnellen Überblick über Technik und Kosten zu ermöglichen.

2 Bestehende Telekommunikationsformen

Dieses Kapitel gibt eine Übersicht über den jetzigen Stand des Fernmeldewesens in der Bundesrepublik Deutschland und den für die nächsten Jahre vorgesehenen Ausbau. Es stellt eine Kurzfassung des Anlagebandes 3 zum Telekommunikationsbericht dar.

2.1 Fernsprechen

Das Fernsprechen, d. h. die gegenseitige akustische Verständigung von Mensch zu Mensch, ist die sowohl in der Bundesrepublik als auch im Ausland am meisten gebräuchliche Form der individuellen Telekommunikation (siehe Anlageband 3, Kapitel 3). Die Verbreitung des Fernsprechens läßt sich aus Tabelle 2.1 ersehen.

	Sprechstellen Mio.	Jährliche Zuwachsrate		Sprechstellen je 100 Einwohner	Hauptanschlüsse	
		1973 %	1964-1973 %		Gesamt Mio.	je 100 Einwohner
Welt	336	7,5	7,0	8,6	~216	~5,5
USA	139	5,6	5,1	66	78	37
Bundesrep. Deutschl.	17,8	7,8	8,9	28,7	11,7	19

Tabelle 2.1 Verbreitung des Fernsprechens (Stand 1. 1. 1974)

Die Zahl der Sprechstellen ist größer als die Zahl der Hauptanschlüsse, da in Fernsprech-Nebenstellenanlagen mehrere Fernsprechapparate auf einen Hauptanschluß kommen. Verglichen mit anderen Ländern liegt die Bundesrepublik Deutschland hinsichtlich der Zahl der Sprechstellen (28,7) je 100 Einwohner, der sog. Sprechstellendichte, erst an 14. Stelle. Bild 2.2 zeigt die Entwicklung der Sprechstellendichte in einigen ausgewählten Ländern in den vergangenen 25 Jahren. Führend sind die USA mit 66 Sprechstellen je 100 Einwohner, unmittelbar gefolgt von Schweden (61) und der Schweiz (56).

Bild 2.3 zeigt detaillierter die zahlenmäßige Entwicklung der Sprechstellen und Hauptanschlüsse in der Bundesrepublik Deutschland. Ende 1974 gab es 18,8 Millionen Sprechstellen und 12,4 Millionen Hauptanschlüsse im öffentlichen Fernsprechwählnetz. Gestrichelt ist die für die nächsten Jahre erwartete zahlenmäßige Entwicklung eingetragen.

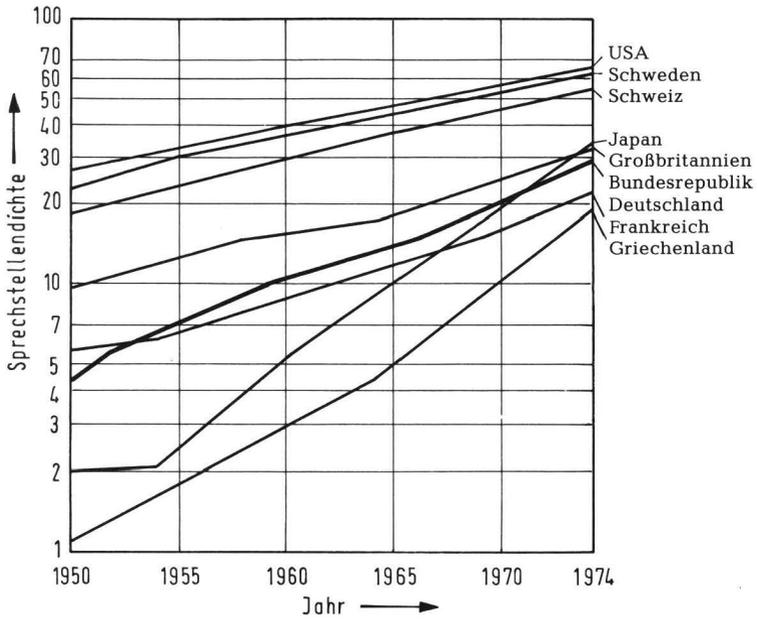


Bild 2.2 Zahlenmäßige Entwicklung der Sprechstellen je 100 Einwohner

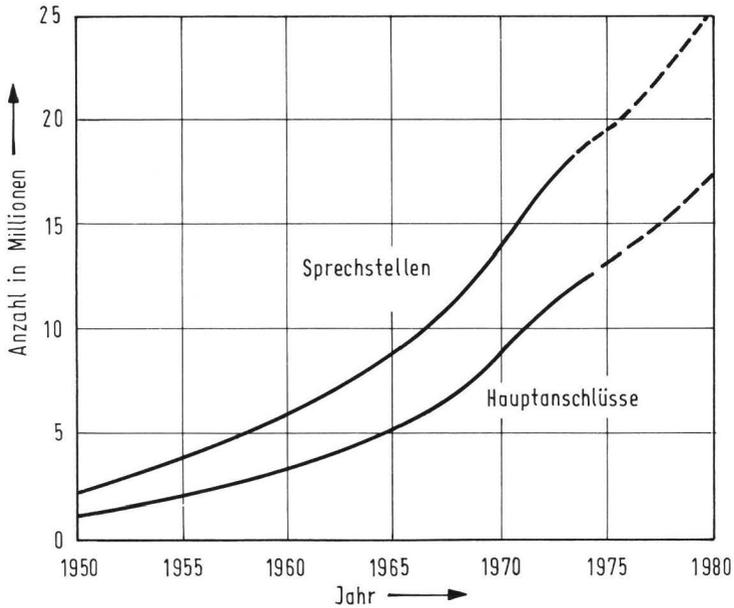


Bild 2.3 Zahlenmäßige Entwicklung der Fernsprechanchlüsse in der Bundesrepublik Deutschland

Für den Fernsprechdienst wurde das Fernsprechwählnetz als öffentliches Vermittlungsnetz geschaffen. Die vermittlungstechnischen Einrichtungen sorgen dafür, daß jeder Teilnehmer durch Drehen der Wählscheibe (oder durch Drücken von Tasten bei Tastwahlfernsprechapparaten) die Verbindung zum gewünschten Gesprächspartner aufbauen kann. Den hierarchisch gegliederten Aufbau des Netzes veranschaulicht Bild 2.4 am Beispiel eines Ferngesprächs in Landesfernwahl von Helgoland nach Oberstdorf. Der sog. Kennzahlweg führt aufsteigend von der Orts-/Endvermittlungsstelle über eine Knotenvermittlungsstelle und eine Hauptvermittlungsstelle zu der zugehörigen Zentralvermittlungsstelle und dann in umgekehrter Reihenfolge absteigend bis zum Teilnehmer B. Die acht Zentralvermittlungsstellen sind voll vermascht, d. h. jede ist mit jeder verbunden.

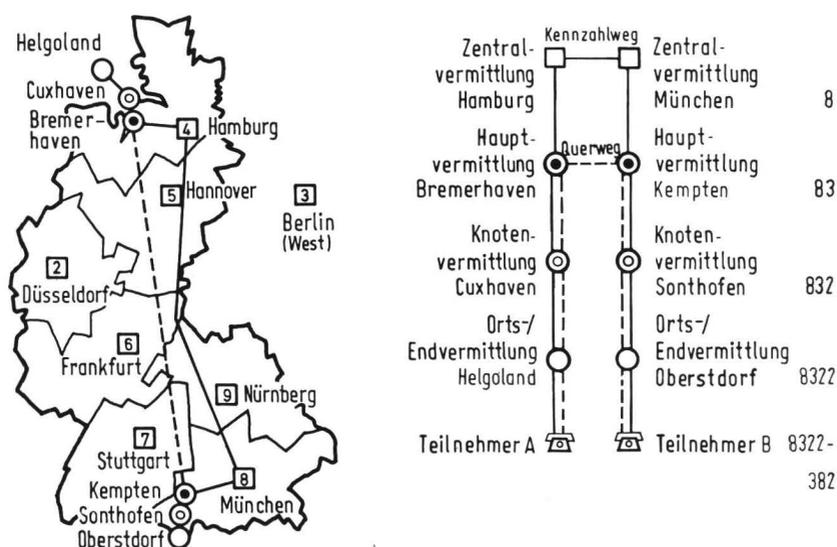


Bild 2.4 Verbindungsaufbau im Landesfernwahlnetz

In den anderen Netzebenen wird dagegen die Sternstruktur verwendet, so daß insgesamt ein Stern-Maschen-Netz vorliegt. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und der Betriebssicherheit wird das hierarchisch gegliederte Netz durch zusätzliche Querwege (in dem gezeigten Beispiel von Bremerhaven nach Kempten) ergänzt. Innerhalb der Bundesrepublik Deutschland können alle Verbindungen im Fernsprechnet durch den Teilnehmer direkt gewählt werden, d. h. der Vermittlungsvorgang ist zu 100 % automatisch. Auch 96 % der abgehenden internationalen Ferngespräche werden heute automatisch abgewickelt.

Zum Ausbau des Fernsprechwählnetzes waren beträchtliche Investitionen erforderlich. Da die Einrichtung jedes neuen Teilnehmeranschlusses im Mittel etwa 5000 DM an Investitionen erfordert, stellt das Fernsprechnet nach heutigen Preisen einen Neuwert von etwa 60

Milliarden DM dar. Bild 2.5 zeigt diesen Wert im Vergleich zum Neu- bzw. Wiederbeschaffungswert anderer Anlagen bzw. Systeme. Eine Vollversorgung aller Haushalte würde etwas mehr als eine Verdoppelung der Fernsprechhauptanschlüsse bedeuten. Um eine Vollversorgung zu erreichen, müßten - aufbauend auf Zahlenmaterial der Deutschen Bundespost - Investitionen (einschließlich Ersatzinvestitionen) in Höhe von etwa 60 Mrd. DM (in Preisen von 1975) getätigt werden. Das Fernsprechnet ist wegen seiner engmaschigen Verbreitung im ganzen Gebiet der Bundesrepublik Deutschland hervorragend geeignet, auch neue Telekommunikationsformen aufzunehmen.

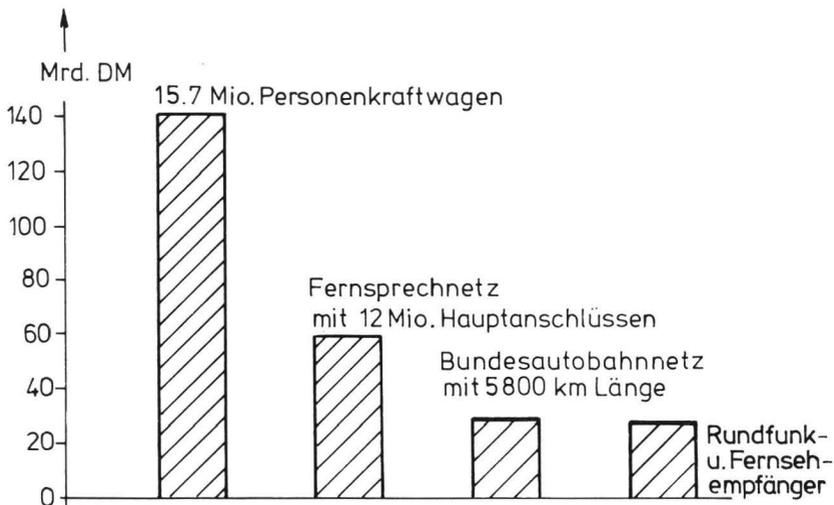


Bild 2.5 Neu- bzw. Wiederbeschaffungswerte in der Bundesrepublik Deutschland

Bild 2.6 zeigt die Aufteilung der jährlichen Ausgaben der Deutschen Bundespost für das Fernsprechnet, für Text- und Datenübermittlung sowie für andere Dienste. In diesen Summen sind nur Ausgaben für technische Fernmeldeanlagen, nicht jedoch für Grundstücke, Gebäude, Fahrzeuge sowie Eigenleistungen enthalten. Ganz entsprechend teilen sich die Einnahmen (1974) im Fernmeldewesen auf:

- Fernsprechen: 90,5 %
- Text- und Datenübermittlung: 6,1 %
- Funk: 2,8 %
- Sonstige: 0,6 %

Die Verteilung der Investitionen auf die verschiedenen technischen Einrichtungen des Fernsprechnetzes zeigt Bild 2.7. Bemerkenswert ist der große Anteil (73%) im Ortsnetz (Kabel, Vermittlungsstellen, Sprechstellen und posteigene Nebenstellenanlagen).

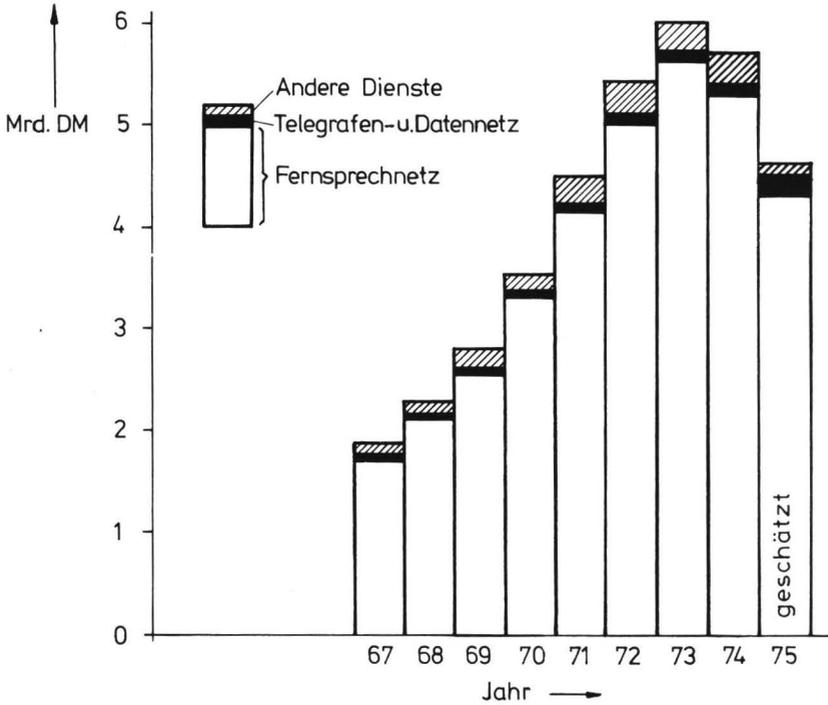


Bild 2.6 Jährliche Ausgaben für technische Einrichtungen im Fernmeldewesen

Fernnetz	4%		Funk, Satelliten
	7%		Verstärker, Meßeinrichtungen
	9%		Fernvermittlungsstellen
	7%		Fernkabel
Ortsnetz	20%		Ortsvermittlungsstellen
	46%		Ortskabel
	7%		Sprechstellen, Nebenstellenanlagen

Bild 2.7 Verteilung der Investitionen im Fernsprechnetz (Mittelwerte 1962 - 1971)

Die im Fernsprechnetze eingesetzten Vermittlungssysteme mit Edelmetall-Motordrehwählern sowie die älteren Systeme mit Hebdrehwählern verwenden eine dezentrale Steuerung. Bei diesem Prinzip besitzt jeder Wähler seine eigenen Steuereinrichtungen und wird durch entsprechende Ziffern der gewählten Rufnummer schritthaltend mit dem Ablauf der Nummernscheibe eingestellt.

Die Zukunft auf diesem Gebiet ist geprägt durch die Einführung des neuen, elektronisch gesteuerten Wählsystems EWS, das momentan im Betrieb erprobt wird. Es handelt sich um ein System mit zentraler, speicherprogrammierter Steuerung. Bild 2.8 zeigt das Prinzip. Das Zentralsteuerwerk, das in seiner Arbeitsweise einem üblichen Elektronenrechner gleicht, speichert alle zum Verbindungsauf- und -abbau notwendigen Informationen und gibt entsprechende Schaltbefehle an das Koppelnetz, das die Verbindungen durchschaltet, und an die Einrichtungen zum Teilnehmeranschluß (TS), zur Aufnahme und Weitergabe der Wahlinformation (WAS) und zum Intern- bzw. Externverkehr.

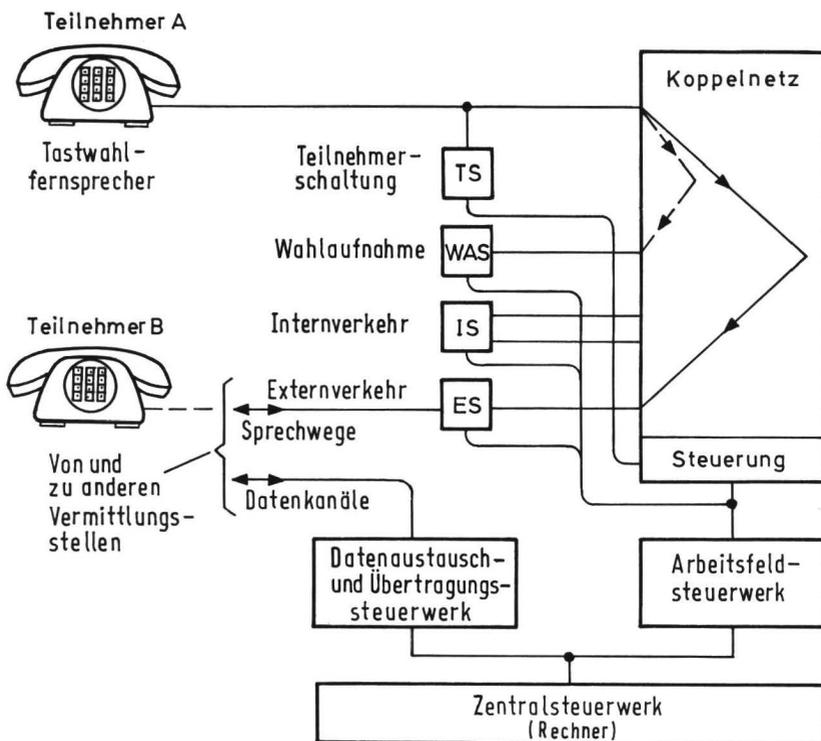


Bild 2.8 Struktur des rechnergesteuerten, elektronischen Vermittlungssystems EWS

Mit der Einführung des elektronisch gesteuerten Wählsystems (EWS) stehen dem Teilnehmer in Zukunft eine Reihe neuer Leistungsmerkmale zur Verfügung. Vorgesehen sind z. B. Tastwahl, Kurzrufnummern, Anrufumleitung, Anklopfen, Ruhe vor dem Telefon, usw. Auch für die Deutsche Bundespost bringt dieses System wesentliche Verbesserungen. Besonders wichtig ist, daß neue Leistungsmerkmale nicht mehr durch Änderung von Schaltungen, sondern lediglich durch Anpassung der Rechnerprogramme eingeführt werden können.

Das Fernsprechnetzt kann diesen Innovationsschritt jedoch nicht an allen Vermittlungsstellen kurzfristig mitmachen. Bild 2.9 zeigt die langfristigen Systemzyklen der Fernsprechvermittlungssysteme und macht deutlich, daß viele der neuen Leistungsmerkmale erst allmählich bundesweit zur Verfügung stehen können. In den Jahren, in denen EMD-Technik und EWS-Technik nebeneinander bestehen, muß für Systemverträglichkeit (Kompatibilität) gesorgt werden. Die Umstellung des gesamten Fernsprechnetzes auf die neue Vermittlungstechnik wird sich aus wirtschaftlichen Gründen über einen Zeitraum von mehr als zwei Jahrzehnten erstrecken müssen.

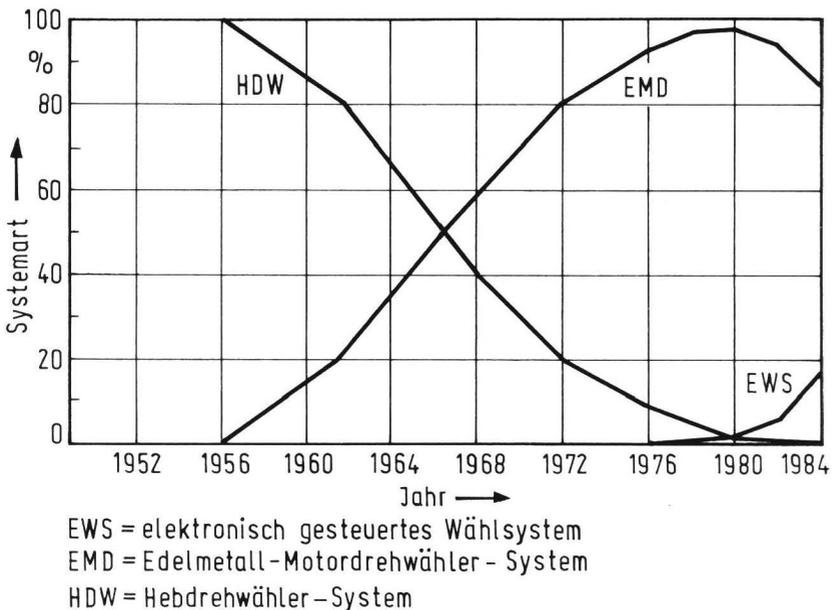


Bild 2.9 Systemzyklen der Fernsprechvermittlungssysteme im Netz der Deutschen Bundespost

Nebenstellenanlagen bilden eigene vermittlungstechnische Subsysteme für die Abwicklung des innerbetrieblichen Sprechverkehrs und für den freizügigen Verkehrsaustausch mit dem öffentlichen Fernsprechnetzt.

Die Bedeutung von Nebenstellenanlagen kommt dadurch zum Ausdruck, daß rund 70% des Fernsprechverkehrs im öffentlichen Fernsprechnet in Nebenstellenanlagen entsteht oder zu ihnen fließt. Ihr technischer und struktureller Aufbau entspricht weitgehend dem der öffentlichen Vermittlungsstellen. Darüber hinaus können Nebenstellenanlagen aber eine Reihe von zusätzlichen Leistungsmerkmalen erfüllen, um den spezifischen Kommunikationsbedürfnissen der betrieblichen Organisationseinheiten gerecht zu werden. Eine Leistungserweiterung für die Telekommunikation in Firmen und Institutionen kann durch den Anschluß von Zusatzeinrichtungen (modulares Konzept) oder durch die Aufnahme neuer Funktionen (integriertes Konzept) erreicht werden. Derartige Anlagen können beispielsweise als innerbetriebliches Kommunikationssystem für Sprache und Daten eingesetzt werden.

Zur Übertragung von Sprachsignalen im Fernsprechnet (Frequenzbereich 300–3400 Hz) dienen, je nach Einsatzfall, eine Vielzahl von Übertragungssystemen. Bild 2.10 veranschaulicht einige dieser Möglichkeiten der drahtgebundenen (Kabel) oder drahtlosen (Funk) Übertragungstechnik im Frequenzbereich von 1 Hz bis 40 GHz ($4 \cdot 10^{10}$ Hz).

Während im Ortsnetz Sprachsignale in ihrer ursprünglichen Frequenzlage über Doppeladern eines symmetrischen Kabels übertragen werden, verwendet man im Weitverkehr Systeme, bei denen mehrere Sprachsignale durch Umsetzen in verschiedene, höhere Frequenzlagen in der Frequenz gestaffelt über eine Leitung übertragen werden. Man spricht von Mehrfachausnutzung durch Frequenzvielfach oder Frequenzmultiplex. Da man zum Umsetzen eine Reihe von Trägerfrequenzen benötigt, nennt man dieses Verfahren Trägerfrequenztechnik. Die Frequenzmultiplexsignale werden entweder über Koaxialkabel, symmetrische Kabel oder über Richtfunk- bzw. Nachrichtensatellitenstrecken übertragen.

In Zukunft werden neben den Übertragungssystemen in Analog-Technik zunehmend auch Systeme zur digitalen Sprachübertragung an Bedeutung gewinnen. Bild 2.11 veranschaulicht die Umwandlung eines analogen Sprachsignals in ein zugehöriges Digital-Signal am Beispiel der Pulsmodulation (PCM). Dazu werden dem analogen Sprachsignal in Abständen von $125 \mu\text{s}$ Amplitudenproben entnommen. Danach ordnet man den in der Amplitude quantisierten Proben Impulspakete (Codeworte) zu, die es dem Empfänger erlauben, das ursprüngliche Sprachsignal wiederzugewinnen.

Eine einzelne Leitung kann mehrere Sprachkanäle übertragen, wenn man die Pausen zwischen den Impulspaketen eines einzelnen Kanals durch zeitlich versetzte Impulspakete weiterer Kanäle füllt. Man spricht von Mehrfachausnutzung durch Zeitvielfach oder Zeitmultiplex.

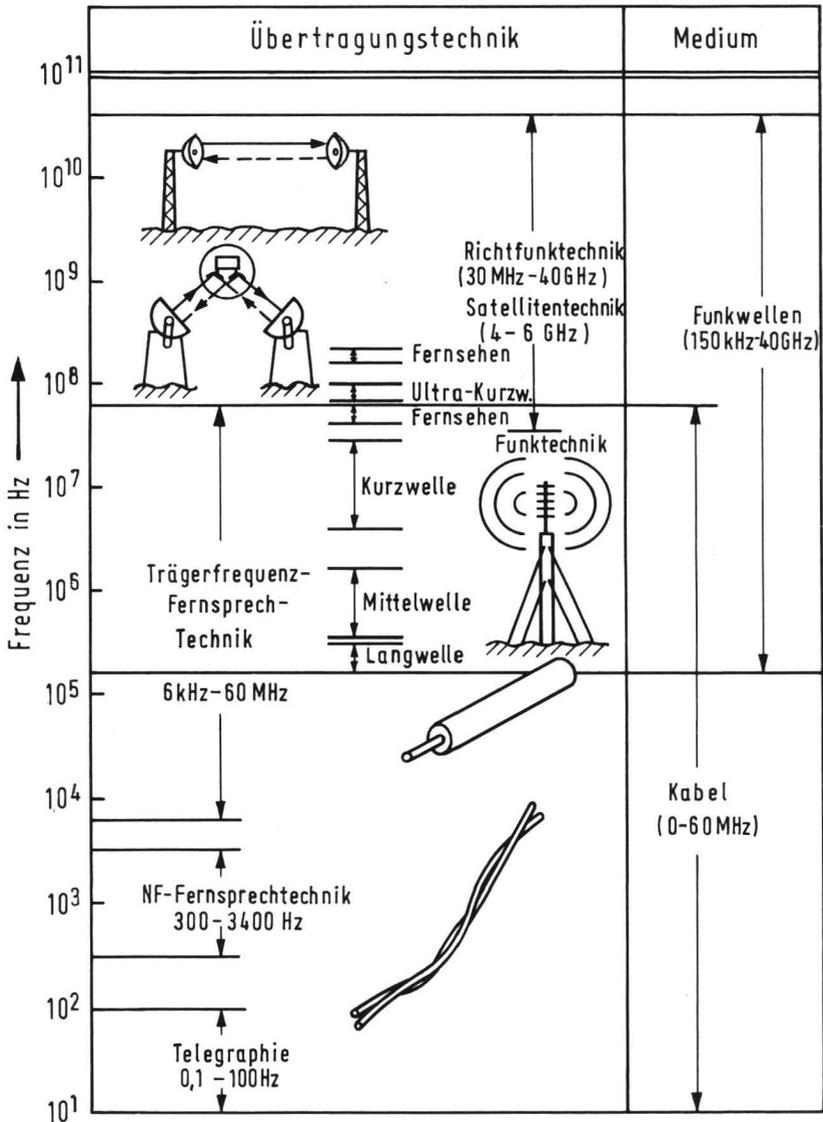


Bild 2.10 Drahtgebundene und drahtlose Übertragung von Sprachsignalen

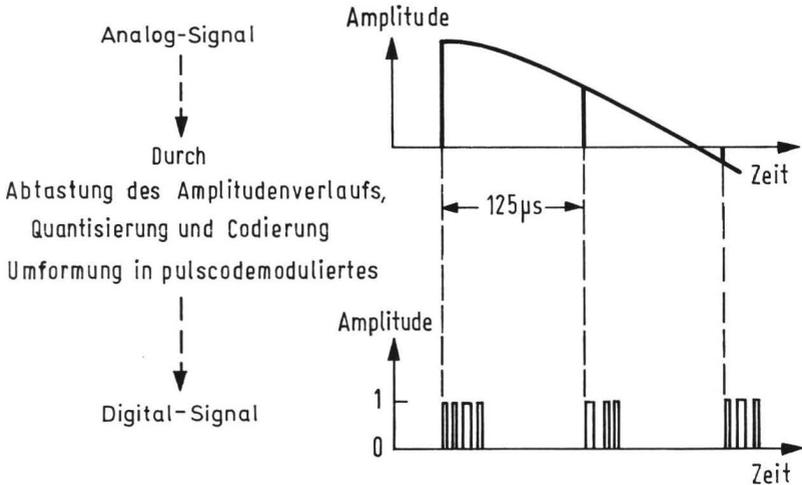


Bild 2.11 Umwandlung eines analogen Sprachsignals in ein digitales Signal

Ein Digital-Signal ist aus einer Folge von Binäripulsen zusammengesetzt, wobei der Empfänger nur zwischen den zwei möglichen Amplitudenwerten 0 und 1 sicher unterscheiden muß. Die digitale Übertragung hat eine wesentlich größere Störsicherheit als die analoge Übertragung. Außerdem ermöglicht die digitale Übertragungstechnik für kleinere und mittlere Entfernungen eine wirtschaftliche Mehrfachausnutzung bereits vorhandener Leitungen. Für den stark anwachsenden Bedarf an Nachrichtenverbindungen unterschiedlicher Dienste bietet die digitale Nachrichtentechnik langfristig interessante Möglichkeiten, die in der einheitlichen Signaldarstellung sowohl ursprünglich analoger Nachrichten (Sprache, Ton, Bild), als auch digitaler Nachrichten (Zahlen, Zeichen, Daten) begründet sind.

Wenn Übertragungssysteme mit Pulscode modulation (PCM) in größerem Umfang eingesetzt sind, bietet es sich an, auch den Vermittlungsvorgang in Zeitvielfachtechnik durchzuführen. Eine Variante des elektronisch gesteuerten Wählsystems wird für diesen Einsatz entwickelt. Dies könnte ein erster Schritt zu einem integrierten digitalen Netz sein.

2.2 Fernschreiben

Fernschreiben in der Form des Telexdienstes ist die bis jetzt in der Bundesrepublik Deutschland eingeführte Art der Textkommunikation, d. h. der schriftlichen Verständigung mittels elektrischer Signale. Im Telexwählnetz können mit einer Geschwindigkeit von $6\frac{2}{3}$ Buchstaben oder Zeichen je Sekunde weltweit Textnachrichten ausgetauscht werden. Dazu verwendet man codierte Signale (siehe Anlageband 3,

Kapitel 4). Ende 1974 waren in der Bundesrepublik Deutschland ca. 103 000 Teilnehmer an das Telexnetz angeschlossen. Die jährliche Wachstumsrate betrug in den letzten Jahren etwa 7%. Weltweit umfaßt das Telexnetz etwa 750 000 Teilnehmer. Die Bundesrepublik besitzt das größte geschlossene nationale Telexnetz.

Für die nächsten Jahre erwartet man folgende Teilnehmerzahlen:

1980: 132 000

1985: 150 000

Das Telexnetz ist wie das Fernsprechnet in einer Stern-Maschen-Struktur mit zusätzlichen Querverbindungsleitungen aufgebaut. Da jedoch die Zahl der Telexteilnehmer, verglichen mit der Zahl der Sprechstellen im Fernsprechnet, etwa um den Faktor 200 geringer ist, und da der Telexverkehr vorwiegend Fernverkehr ist, fehlt im Ortsbereich die tiefe und dichte Staffelung. Auch die Zahl der Netzebenen im Fernnetz ist geringer. Die bisher verwendeten Telex-Vermittlungsstellen vom Typ TW 39 arbeiten nach dem Hebdrehwählerprinzip. In Zukunft wird der Telexdienst in das im Aufbau befindliche öffentliche Fernschreib- und Datennetz der Deutschen Bundespost übernommen.

2.3 Datenkommunikation

Die Datenkommunikation zum Austausch von Daten zwischen Maschinen und zwischen Mensch und Maschine stellt eine neue, aussichtsreiche Kommunikationsform dar. Bei ihr werden wie beim Fernschreiben alphanumerische Zeichen, die einem definierten Zeichenvorrat angehören, übertragen. Die Nachrichten (Daten) sind jedoch vorwiegend nicht zur unmittelbaren Wiedergabe durch einen Drucker, sondern zur Verarbeitung in einer datenverarbeitenden Anlage bestimmt (Datenfernverarbeitung).

Bild 2.12 zeigt die bisherige Entwicklung der Zahl der Rechenanlagen und Datenstationen in der Bundesrepublik Deutschland im Vergleich mit anderen Ländern. Ende 1974 waren 24 500 Datenstationen an das Netz der Deutschen Bundespost angeschlossen. Dazu kommen etwa genausoviel Datenstationen an innerbetrieblichen Netzen. Die jährliche Wachstumsrate beträgt momentan etwa 35 %.

Alle bekanntgewordenen Prognosen gehen davon aus, daß auch in Zukunft die Zahl der Datenteilnehmer stark ansteigen wird. Tabelle 2.13 zeigt die in der Eurodata-Studie 1972 vorhergesagte Zahl an Datenstationen. Es wird erwartet, daß das starke Wachstum in den kommenden Jahren vor allem die Dialogstationen in Informations- und Teilnehmer-Rechensystemen betrifft, während die Zahl der meist im Stapelbetrieb arbeitenden Sammel- und Verteilsysteme prozentual geringer zunehmen wird.

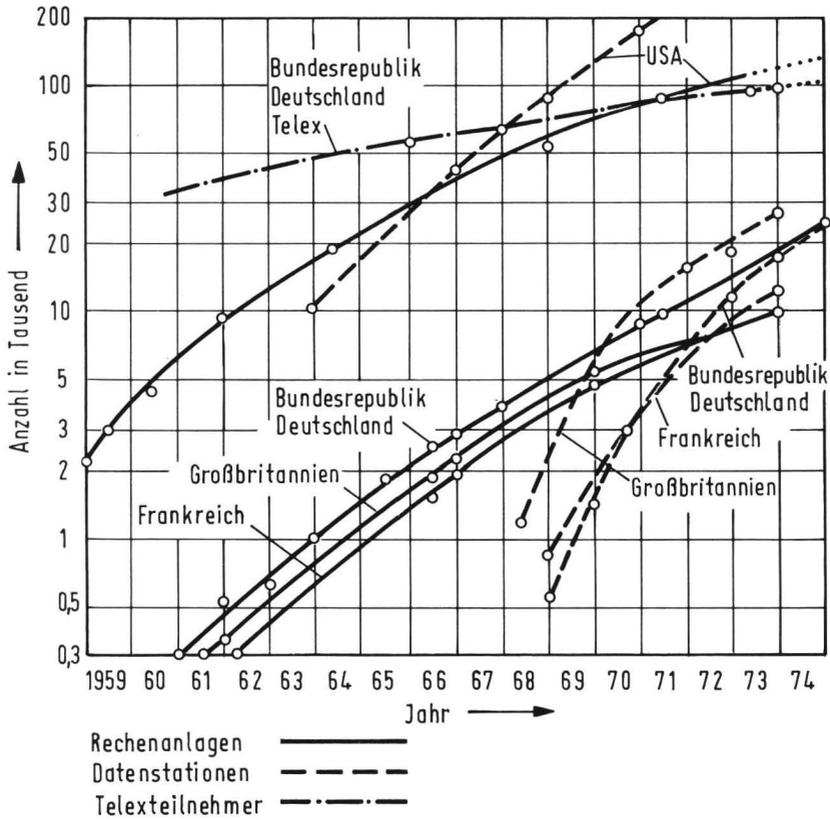


Bild 2.12 Bisherige Entwicklung der Zahl der Rechenanlagen, Datenstationen und Telexteilnehmer

Jahr	Datenstationen
1972	14 565
1974	32 000
1976	51 500
1978	75 000
1980	105 000
1985	220 500

Quelle: Eurodata Studie 1972

Tabelle 2.13 Erwartetes Wachstum der Datenstationen in der Bundesrepublik Deutschland

Die Bedürfnisse der Datenteilnehmer sind gekennzeichnet durch die große Vielfalt unterschiedlicher Übertragungsgeschwindigkeiten und Betriebsverfahren. Um diesen verschiedenartigen Anforderungen gerecht zu werden, hat die Deutsche Bundespost ihre seit 1967 angebotenen „Datendienste“ ausgebaut. Tabelle 2.14 gibt einen Überblick über die Art der zur Verfügung stehenden Übertragungswege und die prozentuale Aufteilung der Ende 1974 vorhandenen Datenstationen auf diese Möglichkeiten der Datenkommunikation.

Art des Übertragungsweges	Übertragungsgeschwindigkeit (bit/s)	Prozentuale Aufteilung der Datenstationen in %
Wählnetze:		
Telex-Netz	50 Start/Stop	2,8
Datex-Netz	50 . . . 200 Start/Stop	5,8
Öffentliches Fernsprechnetz	200 600, 1200, 2400	34,6
Öffentliches Fernschreib- und Datennetz	50, 200, 2400 (9600, 48000)	im Aufbau
Direktrufnetz	50, 200 Start/Stop 1200, 2400, 4800, 9600, 48000	18
Überlassene Stromwege:		
Telegrafen -	50, 100, 200	8,8
Fernsprech -	200 . . . 9600	29,8
Breitband -	> 9600	0,2

Tabelle 2.14 Übertragungswege für Datenübertragung in der Bundesrepublik Deutschland (Stand Ende 1974)

Die Nutzung der Breitbandstromwege ist bis jetzt noch sehr gering. Die Nachfrage nach ihnen wird erst dann einsetzen, wenn schnelle Datenverbindungen unmittelbar zwischen Rechnern oder schnellen intelligenten Datenterminals benötigt werden. Das Fernsprechwählnetz wurde seinerzeit ausschließlich für die Übermittlung von Sprachsignalen entwickelt und zeigt daher für die Datenfernverarbeitung eine Reihe von systembedingten Unzulänglichkeiten, so z. B. die für viele Anwendungen unzulässig lange Zeit zum Aufbau einer Wählverbindung oder die zeitweise hohe Fehlerrate. Bild 2.15 zeigt das Prinzip einer Datenübertragung im Fernsprechnetz. Zur Umsetzung der Datensignale in

das Fernsprech-Frequenzband sind sogenannte Modems (Modulator/Demodulator) als Datenübertragungseinrichtung erforderlich. Mehrere Modemtypen erlauben eine Anpassung an die vom Datenteilnehmer gewünschte Betriebsart und Geschwindigkeit.

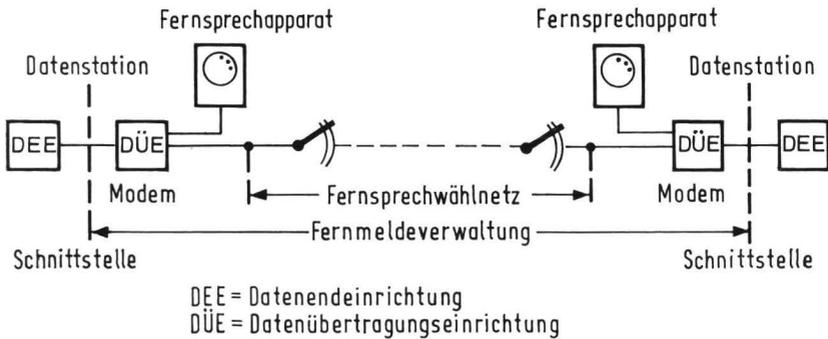


Bild 2.15 Datenübertragung mittels Modems im Fernsprechwahlnetz

Um den verschiedenartigen Wünschen der Datenteilnehmer gerecht zu werden, führt die Deutsche Bundespost z. Z. das öffentliche Fernschreib- und Datennetz auf der Basis des rechnergesteuerten, elektronischen Datenvermittlungssystems EDS ein. Das neue Netz bietet eine Reihe neuer Leistungsmerkmale, so z. B. Übertragungsgeschwindigkeiten von 50 bit/s bis 48 kbit/s, kurze Verbindungsaufbau- und -abbauzeiten, Direktruf, Kurzwahl usw. Damit sind die Voraussetzungen gegeben, daß viele der momentan betriebenen Datensondernetze in Zukunft in dieses Netz aufgenommen werden können. So werden auch das Telexnetz und das Datexnetz in dieses neue Datennetz integriert. Der Grundausbau des neuen Datennetzes soll bis 1980 abgeschlossen sein.

Als Alternative zum Prinzip der Durchschaltvermittlung werden international auch Netze mit Speichervermittlungen diskutiert, bei denen die Nachrichten abschnittsweise von Netzknoten zu Netzknoten übertragen werden. Ist der vorgesehene Weg zwischen zwei Knoten blockiert, so werden die Daten so lange gespeichert, bis diese Teilstrecke wieder frei ist. Die Deutsche Bundespost untersucht zur Zeit, ob ein Bedarf nach diesem Leistungsmerkmal besteht und wie es ggf. in dem Datennetz verwirklicht werden soll (siehe Anlageband 4, Abschnitt 2.3).

Alle diese Netze sind Vermittlungsnetze. Durch Direktrufverbindungen wurden die Möglichkeiten der öffentlichen Vermittlungsnetze ergänzt und erweitert. Darüber hinaus gibt es auch in Zukunft private Datenetze, die durch Überlassen von Stromwegen gebildet werden.

Für „offene“ Datenfernverarbeitungssysteme, die einem praktisch unbeschränkten Teilnehmerkreis Zugang zu Informationssystemen, Datenbanken und dergleichen ermöglichen, ist die Frage der Standardisierung wichtig.

Die in den letzten Jahren seitens der Deutschen Bundespost getätigten Ausgaben für das Telegrafienwesen (im wesentlichen Einrichtungen für das Fernschreib- und Datennetz) sind in Bild 2.16 dargestellt. Der Aufbau des neuen Fernschreib- und Datennetzes wird auch in den kommenden Jahren große Investitionen erfordern. Nach dem heutigen Planungsstand werden dafür bis zum Jahr 1980 weitere 1,5 Milliarden DM benötigt.

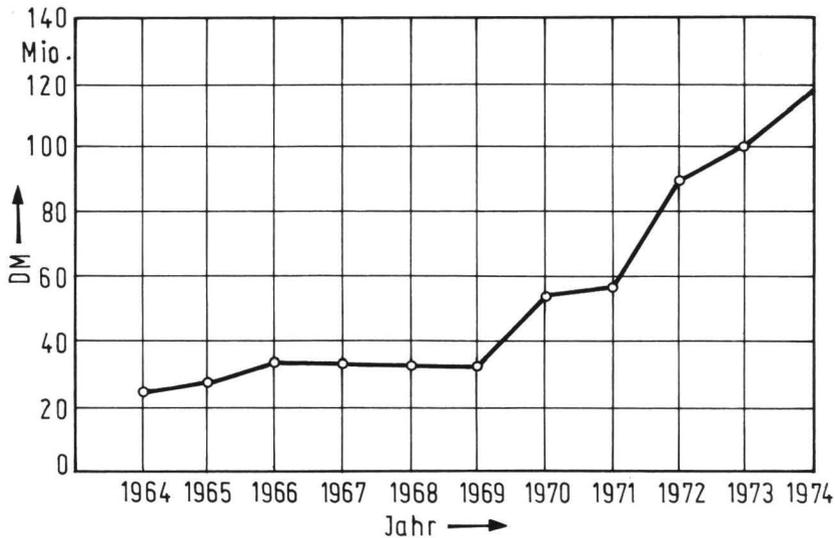


Bild 2.16 Ausgaben für Einrichtungen des Telegrafienwesens

2.4 Mobilfunk

Mobile Dienste erlauben die Verbindung zwischen Kraftfahrzeugen, Schienenfahrzeugen und Schiffen einerseits und den festen Landfunkstellen andererseits (siehe Anlageband 4, Kapitel 12). Sie sind notwendigerweise auf den Funk als Übertragungsmedium angewiesen. Da der heute technisch beherrschbare Teil des Funkfrequenzspektrums begrenzt ist und zwischen den vielen Bedarfsträgern aufgeteilt werden muß, stehen dem Mobilfunk nur relativ schmale Frequenzbereiche zur Verfügung.

Im April 1974 wurde der Europäische Funkrufdienst (Eurosinal) in der Bundesrepublik eingeführt. Er ermöglicht eine einseitig gerichtete Übertragung zu einem beweglichen Funkrufempfänger. Der rufende Teilnehmer wählt den von ihm gewünschten Teilnehmer von einer

beliebigen Sprechstelle des öffentlichen Fernsprechwählnetzes aus an. Daraufhin strahlt die Funkrufzentrale über mehrere Sender des Funkrufbereiches ein Frequenzcodesignal aus. Bild 2.17 zeigt diese Funkrufbereiche. Bei Anruf ertönt im Empfänger ein kurzes akustisches Signal. Außerdem läßt sich eine optische Anzeige einschalten, die bis zur Löschung durch den Angerufenen sichtbar bleibt. Jedem Funkrufempfänger können maximal vier Codesignale zugeordnet werden, deren Bedeutung zwischen den Teilnehmern verabredet sein muß. Beispielsweise soll der gerufene Teilnehmer bei Anruf eine öffentliche Sprechstelle aufsuchen und von dort zurückrufen. Da die Dauer eines Funkrufes nur etwa 1 Sekunde beträgt, können die beiden den Funkbereichen A bzw. B der Bundesrepublik zugeteilten Frequenzen außerordentlich gut genutzt werden.

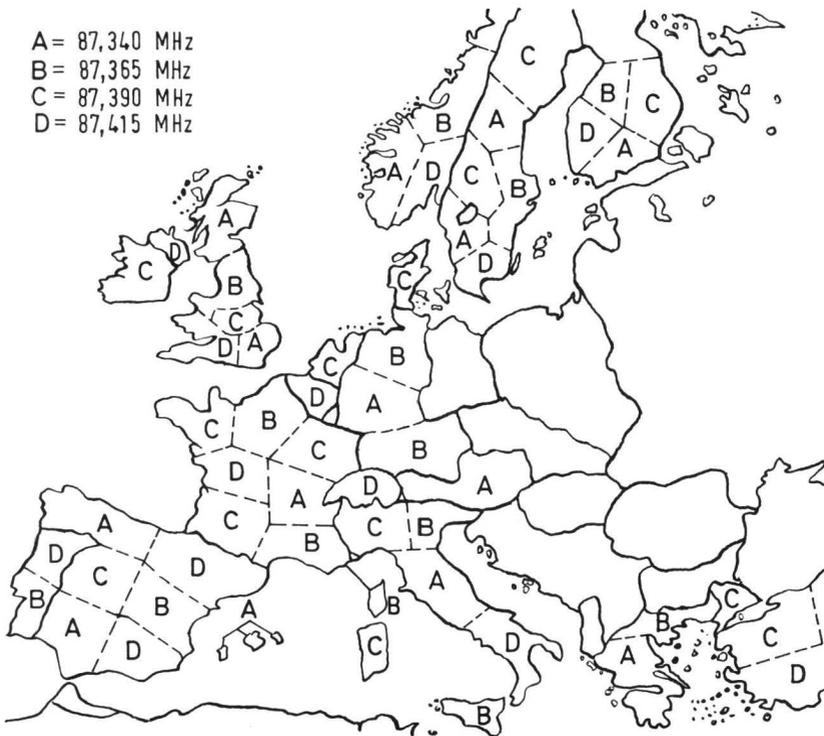


Bild 2.17 Frequenzbereiche im Europäischen Funkrufdienst

Der Funkrufdienst befindet sich im Aufbau. Die Zahl der Funkrufempfänger ist daher noch gering. Im Endausbau lassen sich nach dem heutigen Stand voraussichtlich 100 000 bis 200 000 Funkrufempfänger (entsprechend etwa 1 % der heute vorhandenen Fernsprechstellen) anschließen. Eine wesentliche Erhöhung dieser Teilnehmerzahl würde die Erweiterung des Netzes oder eine neue Technik erfordern.

Hemmend auf die rasche Verbreitung des Funkrufdienstes wirkt sich bis jetzt noch der Preis eines Funkrufempfängers aus. Er beträgt im Hinblick auf die geringen Stückzahlen momentan noch etwa 2400 DM und ließe sich nur bei Großserienfertigung und entsprechender Miniatürisierung der Empfänger merklich reduzieren. Außerdem muß der Teilnehmer die Kosten für die Funkrufzentrale und die Sender anteilig mittragen.

Im Gegensatz zum Funkrufdienst gestatten die Sprechfunkdienste eine Gesprächsübermittlung in beiden Richtungen und damit einen Dialog. Der seit längerem eingeführte öffentliche bewegliche Landfunk (öbL) der Deutschen Bundespost, auch Autotelefon genannt, stellt die direkte Erweiterung des öffentlichen Fernsprechwählnetzes auf bewegliche Fernsprechanlüsse dar. Bild 2.18 veranschaulicht die Betriebsweise.

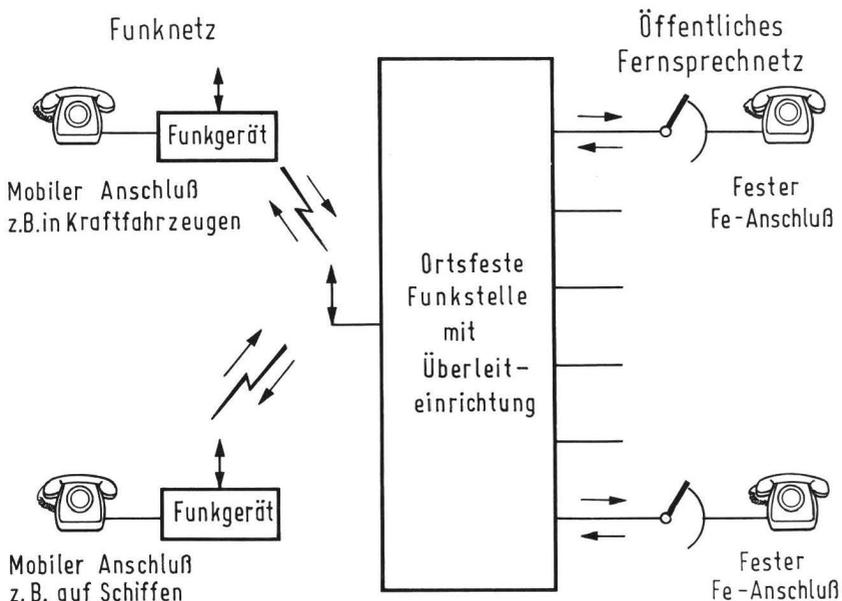


Bild 2.18 Verbindungen zwischen festen und mobilen Sprechstellen im öffentlichen beweglichen Landfunk

Da ein Funknetz durch Gespräche wesentlich stärker belegt wird als nur durch Rufe, lassen sich in einem Funkkanal nur etwa 20 bis 40 Teilnehmer (anstatt der etwa 40 000 im Funkrufdienst) bedienen. Dies bedeutet, daß an die gegenwärtig bestehenden bzw. im Ausbau befindlichen Netze A (160 MHz) und B (148 bzw. 153 MHz) maximal etwa 25 000 Teilnehmer angeschlossen werden können. Momentan gibt es in diesen Netzen etwa 8 000 bewegliche Sprechfunkstellen. Falls sich durch technologische Fortschritte die Kosten für eine Sprechfunkstelle

ermäßigen würden, wäre es möglich, daß die Zahl der Teilnehmer in näherer Zukunft über 25 000 hinaus ansteigt. Dann müßte das in Planung befindliche Netz C (460 MHz), das den Anschluß von weiteren 25 000 Teilnehmern ermöglicht, verwirklicht werden. Noch größere Teilnehmerzahlen lassen sich nur durch zusätzliche Frequenzbereiche und den Übergang auf kleinere Funkversorgungsbereiche mit automatischer Kanalumschaltung bedienen.

Sprechfunkverbindungen könnten in der Zukunft auch für Daten-, Text- und Bildübertragung von und zu Fahrzeugen eingesetzt werden. Der Bedarf für derartige Telekommunikationsformen ist momentan aber noch nicht absehbar.

Neben den erwähnten Funkdiensten gibt es noch weitere ortsfeste bzw. bewegliche Funkdienste, die hier nur aufgezählt werden sollen:

Nichtöffentlicher beweglicher Landfunk (nöbL), Rheinfunk, Seefunk, Flugfunk.

2.5 Ton- und Fernsehrundfunk

Ton- und Fernsehrundfunk erlauben die einseitig gerichtete Verteilung von akustischen und visuellen Nachrichten an die Allgemeinheit und benötigen daher ein Verteilnetz. Dieses entsteht durch die Funkübertragung von den Rundfunksendern zu den bei den Teilnehmern aufgestellten Empfängern (siehe Anlageband 3, Kapitel 5). Zur Versorgung der Sender und zum Programmaustausch zwischen den Sendern dienen Leitungsnetze. Die Hörfunksignale werden auf den Tonleitungen mit der für eine hochwertige Tonübertragung erforderlichen Bandbreite von 15 kHz trägerfrequent und stereofähig übertragen. Zu einem späteren Zeitpunkt wird diese Analogtechnik eventuell durch ein entsprechend hochwertiges Übertragungssystem mit Pulsmodulation ersetzt. Für die Übertragung der Fernsehsignale im Fernsehleitungsnetz benützt man im Weitverkehr Richtfunkverbindungen. Lediglich für kurze Strecken (< 20 km) erfolgt eine trägerfrequente Übertragung über Koaxialkabel.

Ton- und Fernsehrundfunk haben in den 50 bzw. 20 Jahren ihres Bestehens eine erhebliche Verbreitung gefunden. Bild 2.19 veranschaulicht die Entwicklung der Teilnehmerzahlen in den letzten 15 Jahren. Unter Teilnehmern sind dabei die Inhaber von Empfangsgenehmigungen zu verstehen.

Der geschätzte Neuwert der privaten Empfangsanlagen der Anfang 1974 vorhandenen ca. 20,6 Mio. Tonrundfunkteilnehmer (90 % der Haushalte) und der rd. 18,5 Mio. Fernsehteilnehmer (80 % der Haushalte) beträgt ca. 28 Milliarden DM und übersteigt damit um ein Vielfaches den Wert der auf der Sendeseite installierten Anlagen. Der Bestand an Farbfernsehempfängern wird Anfang 1974 auf 5,5 Mio. geschätzt; er entspricht damit einem Anteil von fast 30 % aller Teilnehmer-Haushalte.

Nach dem Ausbaustand der Fernsehnetze von Ende 1974 können ca. 97 % der Einwohner der Bundesrepublik Deutschland einschließlich Berlin (West) das 1. Fernsehprogramm, ca. 97% das 2. Fernsehprogramm und ca. 94% die 3. Fernsehprogramme empfangen.

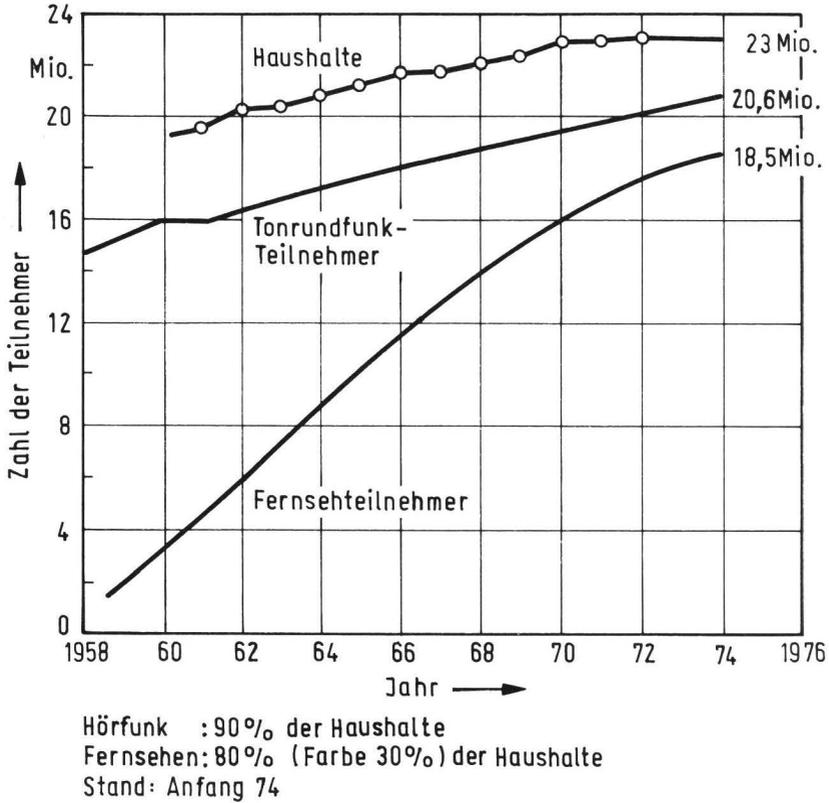


Bild 2.19 Entwicklung von Ton- und Fernsehgrundfunk in der Bundesrepublik Deutschland

Untersuchungen der Deutschen Bundespost haben ergeben, daß die drahtlose Vollversorgung des Bundesgebietes mit den 3 bundesdeutschen Fernsehprogrammen aus Mangel an verfügbaren Frequenzen und aus wirtschaftlichen Gründen nicht möglich sein wird. Nach Abschluß des Ausbaus des Fernsehsender- und -umsetzernetzes werden im Bundesdurchschnitt etwa 98% der Bevölkerung 3 Fernsehprogramme mit ausreichender Feldstärke empfangen können. Verbleiben wird jedoch voraussichtlich eine Vielzahl kleinerer Versorgungsgebiete, die auf Grund der örtlichen Ausbreitungsverhältnisse in der herkömmlichen Weise nicht ausreichend versorgt werden können. Hinzu kommen die künstlichen, durch Hochhausabschattungen in den Städten entstehenden Versorgungslücken, die an Zahl und Umfang jährlich stark zu-

nehmen. Dies gilt – wenn auch wegen der günstigeren Ausbreitungsbedingungen in weit geringerem Maße – auch für den UKW-Rundfunk, insbesondere im Hinblick auf stereophone Übertragung.

Zur weiteren Verbesserung der Empfangsverhältnisse wurden daher sowohl von privater als auch postalischer Seite Gemeinschaftsantennenanlagen errichtet, bei denen das Rundfunksignal über eine günstig aufgestellte Empfangsantenne aufgenommen und über ein Breitband-Kabelnetz an eine größere Zahl von Wohneinheiten weitergeleitet werden kann. Derartige Anlagen werden in Kapitel 4 näher beschrieben.

3 Neue Telekommunikationsformen in bestehenden Netzen

3.1 Allgemeines

Nach der Darstellung der bereits bestehenden Telekommunikationsformen hat der Arbeitskreis „Technik und Kosten“ untersucht, welche Möglichkeiten für neue Telekommunikationsformen die bestehenden Netze bieten (siehe Anlageband 4). In diesem Kapitel sollen aus der Vielzahl der denkbaren Möglichkeiten nur die aussichtsreicheren behandelt werden, wobei weder über den Einführungszeitpunkt noch über die Trägerschaft Aussagen gemacht werden können.

Dabei darf nicht übersehen werden, daß sich viele der diskutierten Telekommunikationsformen in ihrem Kommunikationsangebot gegenseitig oder mit bestehenden Diensten überlappen oder substituieren.

Die meisten dieser Telekommunikationsformen liegen vorwiegend im Bereich der geschäftlichen Kommunikation. Sie wird vorwiegend über Nebenstellenanlagen abgewickelt. Moderne Nebenstellenanlagen bieten dazu eine Vielzahl von Kommunikationsmöglichkeiten.

Schließlich ist zu beachten, daß neue Telekommunikationsformen zwar auf den bestehenden Netzen – ohne, oder mit nur geringfügigen technischen Änderungen am Netz – eingeführt werden können, daß aber der weitere Ausbau der Netze dem zusätzlichen Verkehr angepaßt werden muß.

Tabelle 3.1 gibt eine Übersicht über die beschriebenen Telekommunikationsformen.

Eine vergleichende Wertung der Telekommunikationsformen ist sehr schwierig und in vielen Fällen gar nicht möglich. Im Schwerpunkt der Betrachtungen liegen nach Meinung des Arbeitskreises „Technik und Kosten“ die Text- und Festbildkommunikation. Daher werden sie hier bevorzugt behandelt. Dazu kommen weitere Telekommunikationsformen, wie z. B. die Fernsprechkonferenz und der Einsatz von Fernwirken in Teilnehmerhaushalten.

3.2 Bürofernschreiben

Das Bürofernschreiben stellt eine Form der Textkommunikation dar. Textkommunikation ist der Sammelbegriff für die nachrichtentechnische Übermittlung von Textnachrichten in codierter Form. Allen Buchstaben, Ziffern und Symbolen des Textes sind nach einer vereinbarten Codevorschrift bestimmte Signale zugeordnet. Verglichen mit der bei der Festbildkommunikation verwendeten bildpunktweisen Abtastung von Textvorlagen ergeben sich bei der codierten Textüber-

Telekommunikationsart	Telekommunikationsform	Nachrichtenfluß	Telekommunikationsnetz	Ausgabe der Nachricht
Textkommunikation (codierte Nachricht)	Bürofernschreiben	 Teiln. zu Teiln.	Fernschreib- und Datennetz bzw. Fernsprechwählnetz	auf Papier (gedruckt)
	Videotext	 Verteilen	Fernsehverteilnetz (Funk und/oder Kabel)	auf Bildschirm des Fernsehgeräts
	Bildschirmtext	 Abrufen	Fernsprechwählnetz Datenwählnetz	auf Bildschirm des Fernsehgeräts
Festbildkommunikation (uncodierte Nachricht)	Fernkopieren	 Teiln. zu Teiln.	Fernsprechwählnetz, evtl. Datenwählnetz für Geräte der Gruppe 3	auf Papier (Kopie)
	Faksimilezeitung	 Verteilen	Fernsprechnet bzw. Verteilnetz	auf Papier (Kopie)
	Video-Einzelbild	 Verteilen auf Anforderung	Fernsehverteilnetz	auf Bildschirm
	Fernsprech-Einzelbild	 Abrufen	Fernsprechwählnetz	auf Bildschirm
Kombination von Text- und Festbildkommunikation	Elektronische Briefübermittlung	 Teiln. zu Teiln.	Fernsprechnet bzw. Fernschreib- und Datennetz	auf Papier (gedruckt bzw. kopiert)
Fernsprechen	Fernsprechkonferenz	 Konferenznetz	Fernsprechnet mit Zusatzeinrichtungen	durch Telefonhörer bzw. Lautsprecher
Fernwirken	Fernsteuern	 Zentrale zu Teiln.	Fernsprechwählnetz, Fernschreib- und Datennetz, GGA-Kabelnetz	durch Meß- und Anzeigeräte, Schalter, evtl. auch akustische oder visuelle Anzeige
	Fernüberwachen	 Teiln. zu Zentrale		

● Zentrale ○ Teilnehmer

Tabelle 3.1 In diesem Bericht behandelte neue Telekommunikationsformen

tragung wesentlich geringere Anforderungen an die Übertragungskapazität, so daß entweder die Übertragungsbandbreite kleiner oder, bei gleichbleibender Bandbreite, die Übertragungsdauer kürzer sein kann.

Bürofern schreiben kennzeichnet eine Telekommunikationsform, die im Gegensatz zum Telexdienst eine etwa um den Faktor 4 höhere Schreibgeschwindigkeit und einen größeren Zeichenvorrat (große und kleine Buchstaben und viele Sonderzeichen) ermöglicht. Darüber hinaus soll die Bürofern Schreibmaschine so gestaltet sein, daß sie in Büros dezentral aufgestellt werden kann und durch vielfältige Speichereinrichtungen Möglichkeiten der Textbe- und -verarbeitung bietet. Sie soll einerseits wie eine normale Speicherschreibmaschine eingesetzt werden, andererseits aber auch durch einen entsprechenden Kommunikationsteil den Austausch von Nachrichten über öffentliche Fernmelde netze – auch ohne manuelle Bedienung, z. B. nachts – erlauben. Hierbei ist insbesondere an den Anschluß an das neue Fernschreib- und Datennetz gedacht, wobei ein Umschalten auf Telexbetrieb möglich sein soll, um auch mit Telexteilnehmern korrespondieren zu können. Eine der Voraussetzungen für die weite Verbreitung des Bürofern Schreibens ist eine Standardisierung auf nationaler und internationaler Ebene.

Bürofern schreiben verbindet Funktionen der Textniederschrift und Textbe- bzw. -verarbeitung mit denen der Telekommunikation. Bild 3.2 zeigt das Blockschaltbild einer Bürofern Schreibmaschine.

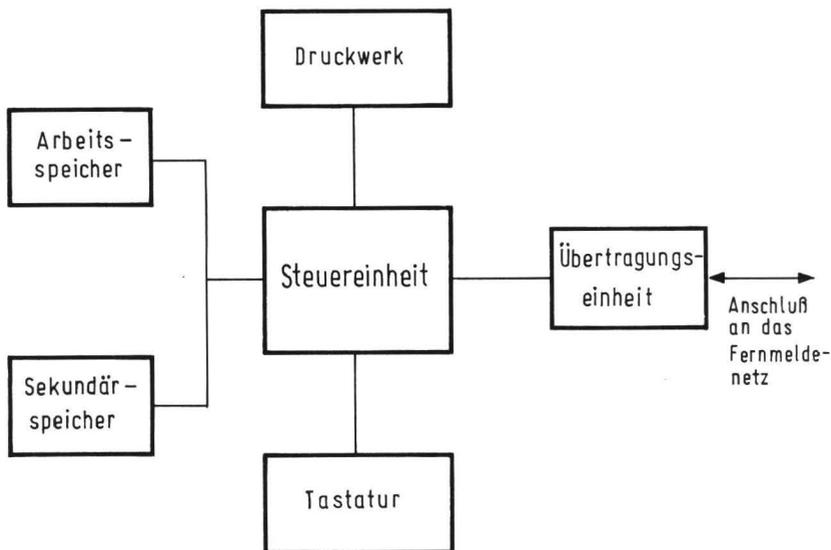


Bild 3.2 Blockschaltbild einer Bürofern Schreibmaschine

Tastatur, Druckwerk und Übertragungseinheit sind Funktionsblöcke, die dem Prinzip nach auch in den heute üblichen Fernschreibmaschinen vorkommen. Entscheidend für den Büro Einsatz sind die Funktions-

blöcke für Steuerung und Speicherung. Zur Textbearbeitung (Korrigieren und Redigieren von Texten) genügen relativ einfache Steuer- und Speichereinheiten. Dagegen benötigen Geräte zur Textverarbeitung (Einfügen von Textbausteinen) einen wesentlich höheren Aufwand an Speicher- und Verarbeitungskapazität. Derartige Geräte können zusätzlich zum Druckwerk auch noch ein Sichtgerät angeschlossen haben.

Zur Abschätzung der typischen Kosten für diese Telekommunikationsform mußten Annahmen über die Anzahl der Teilnehmer und über die Gerätepreise getroffen werden (Tabelle 3.3). Damit ergeben sich unter Zugrundelegung branchenüblicher Abschreibungszeiträume die ebenfalls in der Tabelle angegebenen Monatsmieten.

Anzahl der Teilnehmer	Stückpreis	Monatsmiete einschl. Wartung	Fixe Mehrkosten je Arbeitstag
50 000	30 000,- DM	640,- DM	33,50 DM
150 000	18 000,- DM	380,- DM	20,50 DM
500 000	12 000,- DM	260,- DM	14,50 DM

Tabelle 3.3 Kennwerte für Bürofernschreiben

Bei einer angenommenen monatlichen Grundgebühr von 100,- DM für den Anschluß an das Fernschreib- und Datennetz (300 bit/s), 20 Arbeitstagen im Monat sowie dem Ersatz einer normalen elektrischen Schreibmaschine (Monatsmiete einschl. Wartung 70,- DM) durch die Bürofernschreibmaschine ergeben sich die angegebenen fixen Mehrkosten je Arbeitstag, die zusätzlich zu den Kosten beim Schreiben auf einer elektrischen Schreibmaschine zu erbringen sind.

Da es in der Bundesrepublik etwa 2 Millionen Schreibplätze gibt und sicher nur ein kleiner Teil dieser Schreibplätze mit einer Bürofernschreibmaschine ausgerüstet wird, wurden die Zahlen für 150 000 Teilnehmer den folgenden Betrachtungen zugrunde gelegt.

Zu den in der Tabelle ausgewiesenen fixen Mehrkosten treten als variable Mehrkosten die Gebühren, die je Seite DIN A 4 (Übertragungsdauer 1 min) zu -,70 DM angenommen werden. Bild 3.4 zeigt die Mehrkosten in Abhängigkeit der pro Tag geschriebenen Seiten DIN A 4.

Durch den Einsatz der Bürofernschreibmaschinen ergeben sich aber auch Minderkosten, und zwar je Seite DIN A 4

2,60 DM wegen der durch den Einsatz der Textverarbeitungsfunktionen höheren Schreibeffizienz (35 % von 7,50 DM Personalkosten) und

1,40 DM wegen des Wegfalls des Briefportos und der mit dem Versenden des Briefes anfallenden Tätigkeiten.

Dabei ist angenommen, daß jeder Geschäftsbrief im Mittel 1,5 Seiten DIN A 4 umfaßt.

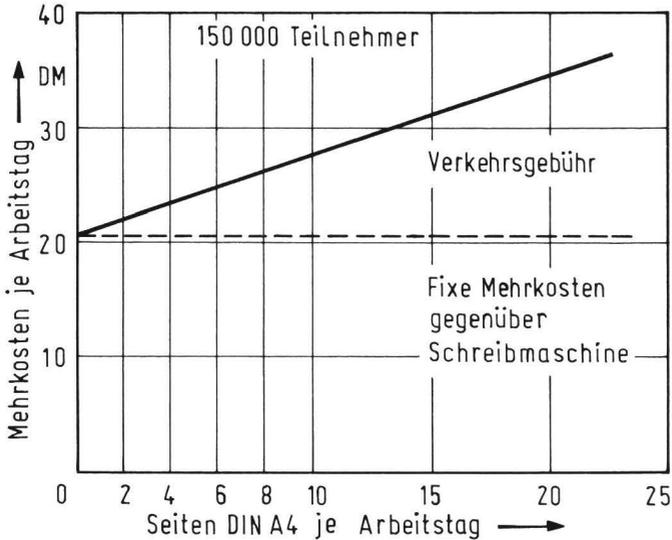


Bild 3.4 Mehrkosten für Bürofernreiben

Subtrahiert man die Minderkosten von 4,- DM je Seite DIN A 4 von den Mehrkosten, so erhält man die in Bild 3.5 wiedergegebene Kurve. Mehr- und Minderkosten halten sich gerade die Waage, wenn je Arbeitstag etwa 6 Seiten DIN A 4 geschrieben und übermittelt werden. Dieser Punkt verschiebt sich bei nur 50 000 Teilnehmern zu etwa 10 Seiten/Tag und bei 500 000 Teilnehmern zu etwa 4 Seiten/Tag.

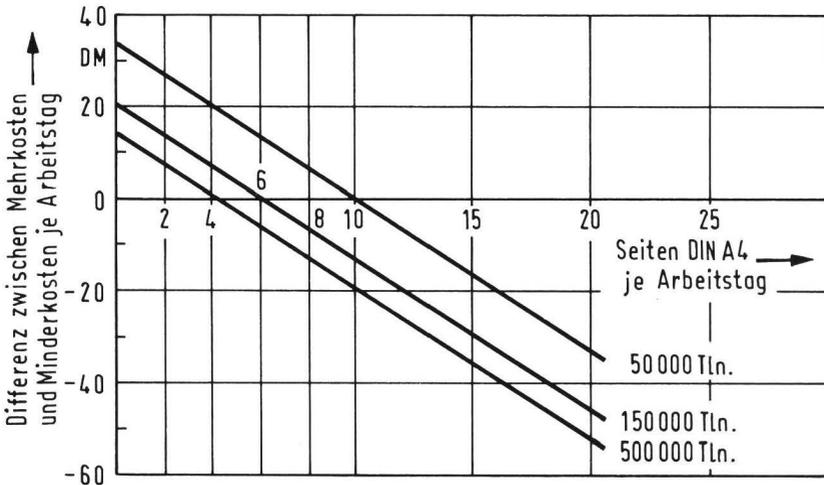


Bild 3.5 Kostenvergleich bei Bürofernreiben

Die bei Einführung des Bürofernreibens von den Teilnehmern zu tragenden Gesamtinvestitionen betragen bei 150 000 Teilnehmern 2,7 Milliarden DM.

Bei dieser vereinfachten Betrachtung sind die zusätzlichen Rationalisierungsgewinne beim Schreiben und Versenden von Telexnachrichten und betriebsinternen Schriftstücken unberücksichtigt geblieben. Es ist auch zu beachten, daß sich neben dem durch die Kostenbetrachtungen erkennbaren Nutzen weitere Vorteile durch die sofortige Übertragung ergeben.

Die charakteristische Übertragungsdauer für eine normal beschriebene Seite DIN A 4 (etwa 1950 Zeichen) beträgt bei der durch Druckwerke mit mechanischem Typendruck erzielbaren Druckgeschwindigkeit von etwa 30 Zeichen/s etwa 1 Minute. Kürzere Übertragungsdauern erreicht man, wie Tabelle 3.6 zeigt, durch die Verwendung höherer Übertragungsgeschwindigkeiten (z. B. 2400 bit/s). Allerdings muß dann der Sekundärspeicher der Bürofern Schreibmaschine eine so große Speicherkapazität besitzen, daß der gesamte Text zwischengespeichert werden kann. Höhere Druckgeschwindigkeiten erreicht man durch Seriendruckwerke mit Rasterdruck oder nichtmechanischem Druck.

Übertragungsgeschw. (bit/s)	50	200	300	600	1200	2400	
Übertragungscode	Intern. Tel.code Nr. 2	CCITT-Code Nr. 5					
Zeichengeschw. (Zeichen/s)	6 $\frac{2}{3}$	20	30	60	120	240	
Übertragungs- dauer	DIN A 4, 3900 Z. (eng beschrieben)	10 min	3 min	2 min	1 min	$\frac{1}{2}$ min	$\frac{1}{4}$ min
	DIN A 4, 1950 Z. (normal beschr.)	5 min	1 $\frac{1}{2}$ min	1 min	$\frac{1}{2}$ min	$\frac{1}{4}$ min	$\frac{1}{8}$ min

Tabelle 3.6 Charakteristische Übertragungsdauern für Textübermittlung

3.3 Fernkopieren

Das Fernkopieren (auch als Faksimile-Übertragung bezeichnet) stellt einen besonders wichtigen Teil der Festbildkommunikation dar.

Unter Festbildkommunikation versteht man die nachrichtentechnische Übermittlung feststehender Bildvorlagen, wozu auch noch die Momentbilder bewegter Vorgänge zählen sollen. Im Unterschied zur Textkommunikation liegt der Bildinhalt als uncodierte Nachricht vor. Bei der Festbildkommunikation muß nicht nur der Inhalt, sondern auch die Form der Darstellung (z. B. Handschrift, Zeichnung, Briefkopf) wiedergegeben werden. Dazu wird die Vorlage auf der Sendeseite punktwise (rasterförmig) abgetastet und auf der Empfangsseite aus den einzelnen Bildpunkten wieder zusammengesetzt. Üblicherweise erfolgt nur eine Schwarz/Weiß-Übertragung. Die originalgetreue Übermittlung von Bildern mit feingestuften Grautönen oder Farbe ist prin-

ziell möglich, verteuert aber die Endgeräte und verlängert die Übertragungsdauer. Diese ist von der Menge der pro Zeiteinheit zu übertragenden Bildpunkte (d. h. von der Bildauflösung) sowie von der zur Verfügung stehenden Übertragungsbandbreite abhängig.

Fernkopieren bezeichnet die nachrichtentechnische Übermittlung von Schriftgut, Zeichnungen und dergleichen über das Fernsprechnetz bzw. (nach Umsetzung in ein digitales Signal) über das Fernschreib- und Datennetz mit Aufzeichnung auf Papier am Empfangsort. Zwei typische Verfahren zur Abtastung bzw. Aufzeichnung sind in den Bildern 3.7 und 3.8 beispielhaft dargestellt. Die Abtasteinrichtungen wandeln die Helligkeitswerte der Vorlagen in entsprechende elektrische Signale um. Die Abtastung erfolgt durch einen Lichtstrahl, Lichtleitfasern oder eine Diodenzeile. Zur Aufzeichnung d. h. zur Reproduktion einer Faksimile-Kopie am Empfangsort verwendet man häufig Spezialpapier (elektrolytisch, elektrosensitiv oder elektrografisch). Verfahren für Normalpapier sind, abgesehen von den einfachen, aber langsamen Tintenschreibern, aufwendiger und können daher wirtschaftlich nur bei höherem Verkehrsaufkommen eingesetzt werden.

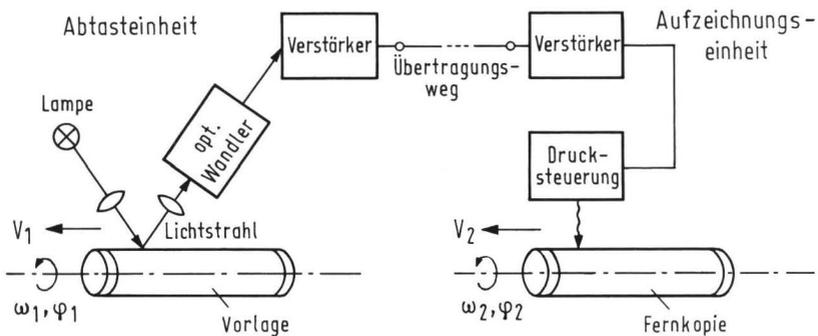


Bild 3.7 Herkömmlicher Fernkopierer in Trommelausführung (schraubenlinienförmige Abtastung bei synchroner und gleichphasiger Trommeldrehung)

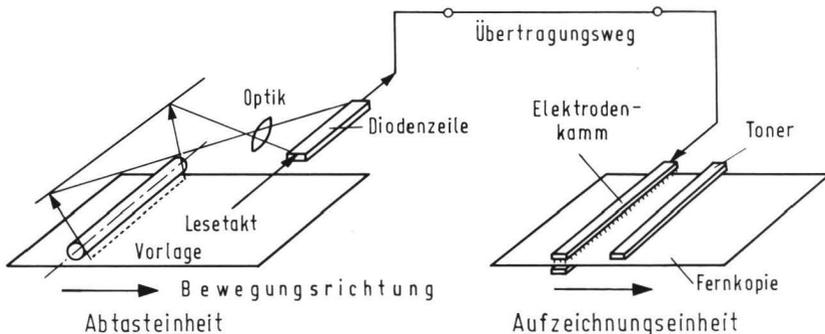


Bild 3.8 Prinzipdarstellung eines modernen Fernkopierverfahrens (Flachbettabtastung und -aufzeichnung)

Für das Fernkopieren ist die Bildauflösung so festgelegt, daß Schreibmaschinenschrift in Originalgröße mit ausreichender Qualität wiedergegeben werden kann. In begrenztem Umfang können auch Grautöne übertragen werden. Die Bilder 3.9a und 3.9b zeigen eine mit 3,8 Linien/mm geschriebene Fernkopie im Vergleich zur Originalvorlage.



Bild 3.9a Originalbildvorlage

Bereits heute sind in der Bundesrepublik Deutschland etwa 3000 Fernkopiergeräte in Benutzung. Dazu kommt eine Reihe von Spezialgeräten für spezielle Anwendungen. Die momentane Entwicklung zielt auf Geräte mit erhöhter Übertragungsgeschwindigkeit und einheitlicher Normung.

Gegliedert in die typische Übertragungsdauer für eine Seite DIN A 4 unterscheidet man drei Gruppen von Fernkopiergeräten (Tabelle 3.10). Sie sind für den Bürobereich konzipiert und werden als Tisch- oder als Standgeräte ausgeführt. Die bisher üblichen Geräte der Gruppe 1 erfordern eine Übertragungsdauer von 6 Min. je DIN A 4-Seite und sind damit für viele Anwendungen wesentlich zu langsam. Die Geräte der Gruppe 2 erlauben durch bessere Nutzung der vorhandenen Bandbreite

eine Reduzierung der Übertragungsdauer auf 3 Minuten. Nur etwa 1 Minute oder weniger benötigt man bei Geräten der Gruppe 3, bei denen durch Redundanzreduktion Bildbereiche ohne Informationsinhalt unterdrückt werden und das Bildsignal in eine Folge digitaler Zeichen übergeführt wird. Die Geräte der Gruppen 2 und insbesondere 3 bedürfen allerdings noch einer einheitlichen Normung. Die Bedienung der Geräte erfolgt überwiegend manuell, sowohl auf der Sende- als auch auf der Empfangsseite. Für die Zukunft ist zunehmend auch bedienungsfreier Empfang vorgesehen.



Bild 3.9b Qualitätsmuster einer Faksimileübertragung bei der Übertragung von Grautönen

Die unter den getroffenen Annahmen sich ergebenden typischen Gerätepreise und die sich daraus ergebenden Werte für die Monatsmiete incl. Wartung sind ebenfalls in Tabelle 3.10 eingetragen. Geräte der Gruppe 1 und 2 können für eine Grundgebühr von 3,- DM/Monat den Fernsprechananschluß mitbenutzen. Geräte der Gruppe 3 benötigen als Vielbenutzer einen eigenen Anschluß an das Fernsprechnetzz oder an das Fernschreib- und Datennetz; die dafür nötige Grundgebühr wird zu 200,- DM/Monat angenommen. Daraus ergeben sich wie beim Bürof fernschreiben die in der Tabelle angegebenen fixen Kosten je Arbeitstag.

Gruppe	Übertragungsart	Auflösung	Übertragungsdauer je Seite DIN A 4 (1 Mio. Bildpunkte)	Typischer Gerätepreis	Monatsmiete einschl. Wartung	Papierart und -kosten je DIN A 4-Seite	Mittlere Fernsprechgebühr (Tag) je DIN A 4-Seite	Fixe Mehrkosten je Arbeitstag
		Linien/mm	min	DM	DM	DM	DM	DM
1	analog	3,8	6	Bei größerer Stückzahl: 5 000,-	180,-	Spezialpapier (in der Regel) 0,20	2,24	9,-
2	analog mit erhöhter Bandbreitenausnutzung	3,8	3	Bei 100 000 Teilnehmern: 6 000,-	200,-	Spezialpapier 0,20	1,12	10,-
3	digital mit Redundanzreduktion	3,8 (typisch)	1 (typisch)	Bei 17 000 Teilnehmern: 15 000,- (ohne Modem) 20 000,- (ohne Modem)	500,- 633,-	Spezialpapier 0,10 Normalpapier 0,02	0,41	35,- 42,-

Tabelle 3.10 Gerätegruppen von Fernkopierern

Bild 3.11 zeigt die Kosten in Abhängigkeit von der Anzahl der pro Arbeitstag übertragenen Seiten DIN A 4. Für eine geringe Anzahl von Fernkopien/Tag lassen sich nur Geräte der Gruppe 2 wirtschaftlich einsetzen. Geräte der Gruppe 1 wurden nicht näher betrachtet, da sie in Zukunft nur noch geringe Marktbedeutung haben werden.

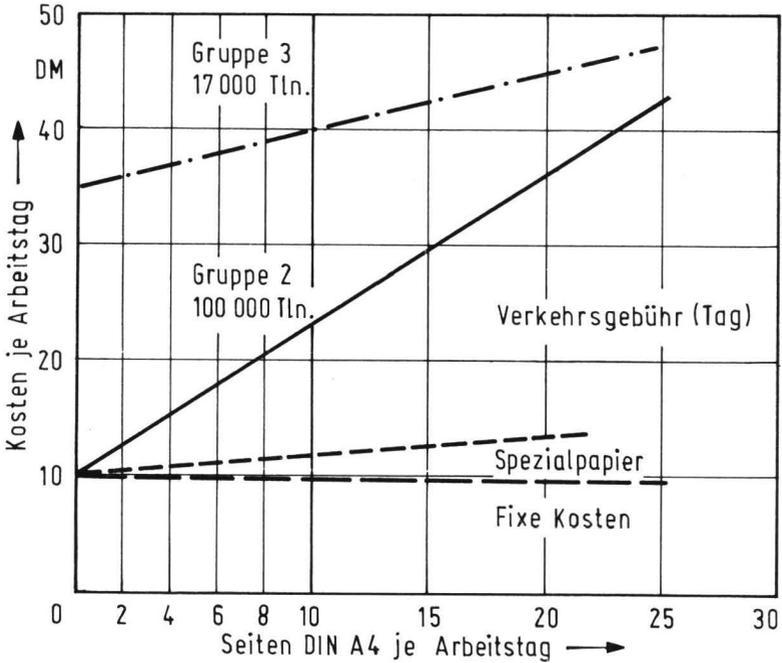


Bild 3.11 Kosten bei Fernkopieren

Im Gegensatz zum Bürofern schreiben muß die Bildvorlage bereits vorhanden sein (z. B. in Form eines Briefes, der auf einer normalen Schreibmaschine geschrieben wurde). Das Fernkopieren dient also nicht als Substitut für die Schriftguterstellung, sondern nur für seinen Transport. Den Kosten stehen daher nur die durch den Wegfall des Briefportos und der sonstigen mit dem Versenden und Empfangen von Briefen verbundenen Tätigkeiten entstehenden Kosten von etwa 1,40 DM je Seite DIN A 4 gegenüber. Bild 3.12 gibt den Kostenvergleich (Differenz Mehrkosten – Minderkosten). Man erkennt, daß die Vorzüge der sofortigen Übertragung auch bei großer Anzahl von Fernkopien mit Mehrkosten verbunden sind. Die gestrichelten Kurven zeigen die Zusatzkosten für den Fall, daß beim Versenden und Empfangen von Briefen durch zweckmäßige Gestaltung der Büroorganisation 2,- DM anstatt 1,40 DM je Seite DIN A 4 eingespart werden.

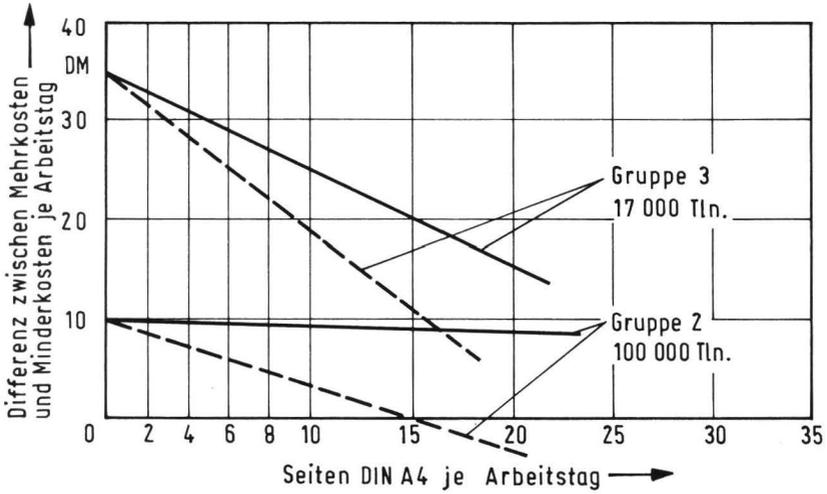


Bild 3.12 Kostenvergleich bei Fernkopieren
(Gestrichelt: Werte bei 2,- DM anstatt 1,40 DM Einsparung je Seite)

Bild 3.13 gibt einen Kostenvergleich je Seite DIN A 4 bei Bürofern schreiben und Fernkopieren im Vergleich zu herkömmlichen Methoden der Briefstellung und Briefversendung.

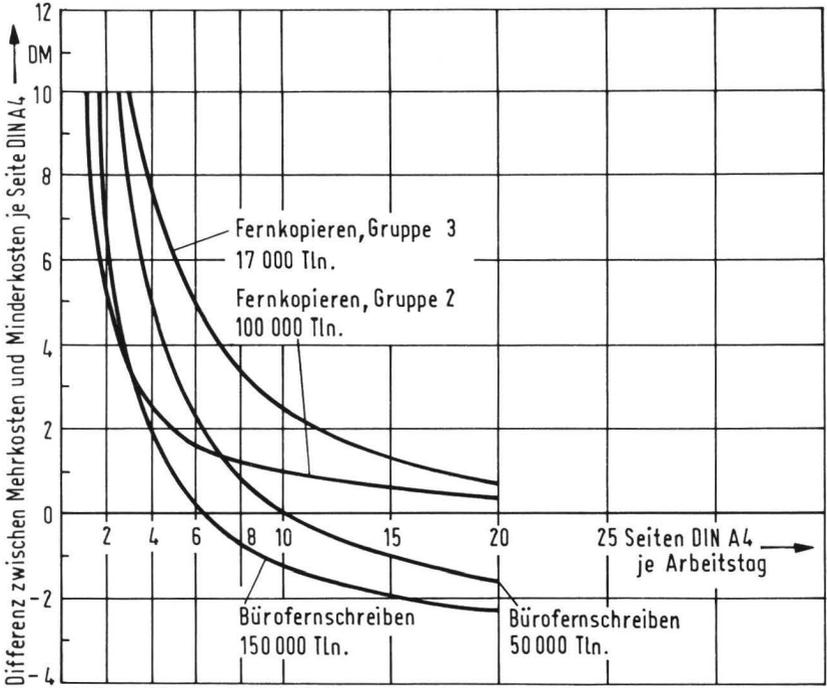


Bild 3.13 Kostenvergleich bei Bürofern schreiben bzw. Fernkopieren

3.4 Faksimilezeitung

Die Faksimilezeitung stellt einen Sonderfall des Fernkopierens dar, bei dem eine „Zeitung“ elektronisch übermittelt und dann beim Empfänger als Kopie auf einem Bogen Papier wiedergegeben wird. Denkt man an eine Verbreitung der Nachricht über ein Verteilnetz (z. B. das Fernsehsendernetz), so kann man nur relativ schmalbandige Subkanäle des Fernsehsignals nutzen. Damit ergeben sich Übertragungsdauern von etwa 1 – 2 Min. je Zeitungsseite (DIN A 3). Kürzere Werte für die Übertragungsdauer erhält man nur durch Bereitstellung von Kanälen mit größerer Bandbreite, z. B. von getrennten Kanälen in einem Kabelfernsehnetz. Bei Übertragung auf Kanälen mit Fernsprechbandbreite benötigt man je nach Qualitätsanforderung etwa 3 – 12 Minuten je Zeitungsseite.

Die relativ teuren Endgeräte, die hohen Kosten für das Spezialpapier und die Tatsache, daß der Teilnehmer selbst für den Papiervorrat etc. sorgen muß, lassen vermuten, daß diesem Dienst im Hinblick auf die vergleichsweise geringen Kosten der üblichen Zeitungszustellung sehr enge Grenzen gezogen sind.

3.5 Elektronische Briefübermittlung

(Beispiel einer Anwendung von Text- und Festbildkommunikation)

Die kombinierte Anwendung von Bürofernschreiben und Fernkopieren erlaubt die Übermittlung sowohl alphanumerisch codierter Texte als auch hand- und maschinengeschriebener Vorlagen in uncodierter Form. Sie kann daher bei geeigneter Gestaltung als System zur elektronischen Übermittlung von Briefen eingesetzt werden.

Überlegungen zum Verkehr müssen sich an der Menge und der Art des heutigen Briefsendungsaufkommens orientieren. In Anlageband 4, Kapitel 10, sind Angaben über Volumen und Struktur der Briefsendungen in der Bundesrepublik Deutschland gemacht.

Insgesamt fallen etwa 36 Millionen Briefsendungen/Tag an. Davon müssen alle diejenigen Briefsendungen abgezogen werden, die nach Abmessung, Umfang und Inhalt für eine elektronische Übertragung nicht in Frage kommen. Als elektronisch übertragbar verbleiben dann noch 20 Millionen Sendungen/Tag, von denen etwa 16 Millionen von Geschäftsteilnehmern (Wirtschaft, Behörden) und etwa 4 Millionen von Privatteilnehmern versandt werden. Bild 3.14 zeigt die Verteilung dieser Briefströme.

Unsicher ist natürlich, in welchem Umfang von der Möglichkeit der elektronischen Briefübermittlung Gebrauch gemacht wird. Dabei kann man davon ausgehen, daß viele Geschäftsteilnehmer wegen des großen bei ihnen anfallenden Briefvolumens über Geräte zum Bürofernschreiben und Fernkopieren verfügen werden, während Privatteilnehmer

derartige Endgeräte aus Preisgründen nicht in ihrem Haushalt haben werden. Eine direkte elektronische Übermittlung kommt also nur für den von Geschäftsteilnehmer zu Geschäftsteilnehmer fließenden Strom von 8 Millionen Sendungen/Tag in Frage. Nimmt man an, daß 75 % davon elektronisch übermittelt werden und daß die Aufteilung auf Bürofern schreiben und Fernkopieren im Verhältnis 2 : 1 erfolgt, so ergeben sich für

Bürofern schreiben 4 Mio. Sendungen/Tag = 11 % aller Sendungen

Fernkopieren 2 Mio. Sendungen/Tag = 5,5 % aller Sendungen

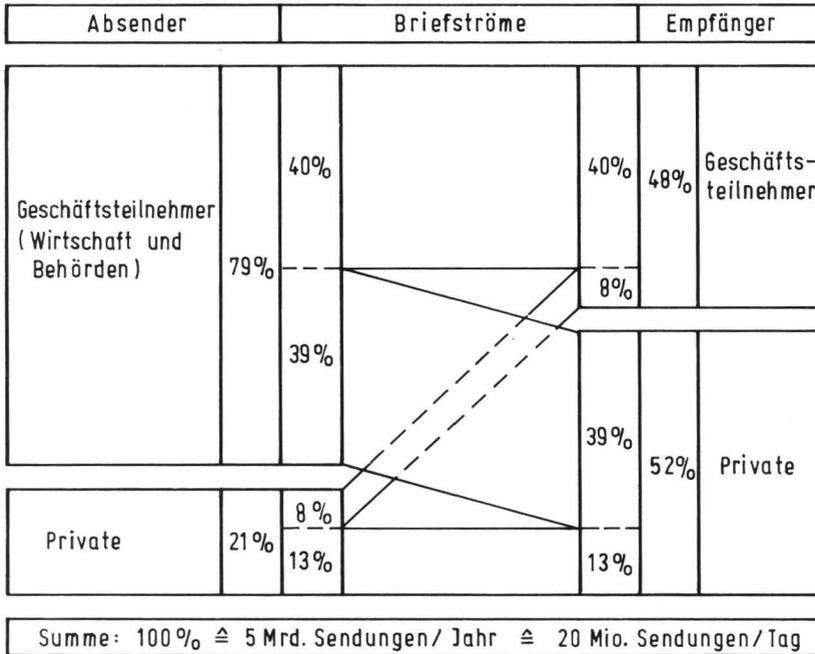


Bild 3.14 Vom Format und vom Inhalt her elektronisch übertragbare Sendungen

Dabei soll jede Sendung im Mittel 1,5 Seiten DIN A 4 umfassen. Dieser maximale Verkehr kann von etwa 400 000 Bürofern schreibmaschinen und 200 000 Fernkopierern bewältigt werden, wenn jedes Gerät im Mittel täglich ca. 10 externe Sendungen abschickt.

Um auch diejenigen elektronisch übertragbaren Briefsendungen in dieses System integrieren zu können, die nicht von Geschäftsteilnehmer zu Geschäftsteilnehmer, sondern von

Geschäftsteilnehmer zu Privatteilnehmer: 3,5 Mio. Textbriefe
2,5 Mio. Bildbriefe

und von Privat zu Privat: 3 Mio. Bildbriefe

gehen, kann man

- a) öffentlich zugängliche, einfach zu bedienende Fernkopierer als Eingabegeräte („Elektronische Briefkästen“) aufstellen und
- b) in den Zustellpostämtern Briefempfangsgeräte (Fernkopierer) installieren. Die Briefe werden dann automatisch kuvertiert und von den Briefträgern wie normale Post zugestellt.

Bild 3.15 gibt ein Prinzipschaltbild eines derartigen Systems. Briefe von Privatteilnehmern und von Geschäftsteilnehmern mit sehr kleinem Briefaufkommen werden über die „Elektronischen Briefkästen“ eingegeben. Dabei handelt es sich um Fernkopiergeräte, die nur Einrichtungen zum Senden enthalten müssen. Sie werden über festgeschaltete Anschlußleitungen an die in der Vermittlungsstelle (VSt) befindliche Speicher- und Verarbeitungseinheit (SVE) angeschlossen, so daß eine hohe Übertragungsgeschwindigkeit (z. B. 64 kbit/s) und damit eine geringe Übertragungsdauer (2 sec je Seite) möglich wird.

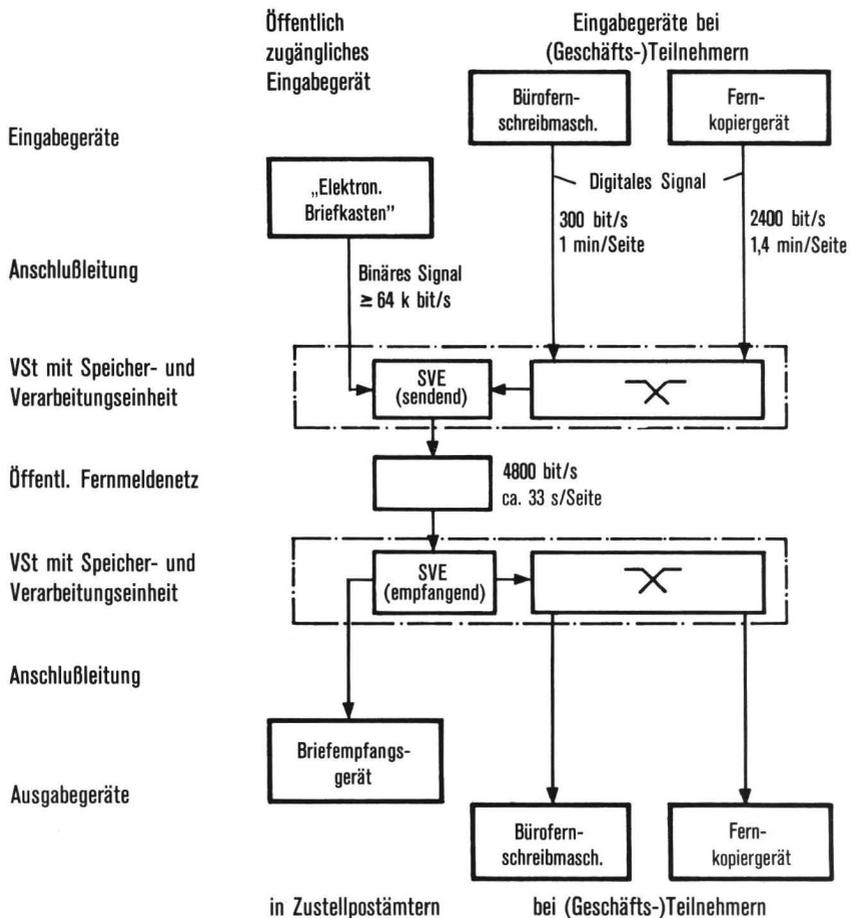


Bild 3.15 Prinzipschaltbild der elektronischen Briefübermittlung

Damit die öffentlichen Fernmeldenetze (Fernsprechnetze oder Fernschreib- und Datennetze) durch das zu erwartende Verkehrsvolumen nicht überlastet werden, erfolgt die Übertragung zu den in den Zustellpostämtern aufgestellten Briefempfangsgeräten während der verkehrsarmen Nachtstunden. Die zur Zwischenspeicherung sowohl auf der Sendeseite als auch der Empfangsseite notwendigen Speicher- und Verarbeitungseinheiten sind in ihrer Kapazität so ausgelegt, daß sie neben den von den Briefkästen kommenden Briefströmen auch noch die bei Geschäftsteilnehmern mittels Bürofern Schreibmaschine und Fernkopiergerät direkt eingegebenen Nachrichten bis zur Nachtzeit zwischenspeichern können. Damit erreicht man eine erhöhte Nutzung der bei Geschäftsteilnehmern vorhandenen Endgeräte für die Briefpost zu Privatteilnehmern und eine kostengünstige Übermittlung für nicht dringende Nachrichten.

Für das gewählte Beispiel, das 70 000 öffentliche Eingabegeräte, 15 000 Briefempfangsgeräte und 3 170 Speicher- und Verarbeitungseinheiten vorsieht, werden Gesamtinvestitionen im Fernmeldenetz in Höhe von etwa 2,4 Mrd. DM geschätzt. Unter Berücksichtigung der Kapital- und Betriebskosten ergibt sich daraus ein dienstspezifischer Kostenanteil von etwa -,16 DM je Sendung. Dazu kommen allerdings die Kosten für die Briefzustellung durch den Briefträger und die Übermittlungskosten.

Außerdem müssen bei einer Gesamtbetrachtung des Systems die von den Geschäftsteilnehmern direkt zu beschaffenden Endgeräte mitberücksichtigt werden. Tabelle 3.16 zeigt die zur Bewältigung des Verkehrsvolumens nötigen Geräte, die dafür notwendigen Investitionen sowie die jährlichen Betriebskosten (Miete und Wartung).

Endgerät	Anzahl	Geräte- Investitionen	Kosten pro Jahr
		in Mio. DM	
Bürofern Schreibmaschinen	400 000	3 700	1 080
Fernkopiergeräte Gr. 3 ¹⁾	50 000	800	320
Fernkopiergeräte Gr. 2 ¹⁾	150 000	1 500	600
	Summe:	6 000	2 000

Tabelle 3.16 Für das System der elektronischen Briefübermittlung erforderliche Geräteinvestitionen bei Geschäftsteilnehmern

Bei einem angenommenen jährlichen Volumen von etwa 2,5 Mrd. elektronischen Briefsendungen, das von Geschäftsteilnehmern über eigene Endgeräte abgesandt wird und sowohl Briefe an Geschäfts- als auch an

¹⁾ siehe Tabelle 3.10

Privatteilnehmer umfaßt, ergeben sich als Kostenanteil für Geräte beim Geschäftsteilnehmer mittlere Kosten von etwa -,80 DM pro elektronischer Briefsendung.

Andererseits bringt der Einsatz von Bürofern Schreibmaschinen und Fernkopiergeräten Einsparungen bei der Brieferstellung und beim Vorbereiten für den Versand.

Die Einsparungen wiegen den Kostenanteil des Geschäftsteilnehmers auf, so daß sich insgesamt niedrigere Kosten ergeben als wenn die Briefe in herkömmlicher Weise erstellt würden.

3.6 Videotext, Bildschirmtext, Video-Einzelbild und Fernsprech-Einzelbild

Allen vier Telekommunikationsformen ist gemeinsam, daß als Wiedergabegerät ein durch Zusatzeinheiten erweiterter Heim-Fernsehempfänger verwendet werden soll. Diese Zusatzeinheiten können entweder in den Empfänger miteingebaut werden oder in einem neben dem Empfänger stehenden Gerät untergebracht sein. Tabelle 3.17 verdeutlicht die gewählten Bezeichnungen.

	Verteilen Fernsehverteilnetz (Funk und/oder Kabel)	Abrufen Fernmeldenetz (z. B. Fernsprechkanal)
Text	Videotext	Bildschirmtext
Festbild	Video-Einzelbild	Fernsprech-Einzelbild

Tabelle 3.17 Gegenüberstellung der in Abschnitt 3.6 behandelten Telekommunikationsformen

Videotext (s. Anlageband 4, Abschnitt 8.2) bezeichnet ein Verfahren, bei dem ähnlich dem englischen Teletext (CEEFAX, ORACLE) Textnachrichten innerhalb des Fernsehbildsignals von den Fernsehsendern ausgestrahlt, am Empfangsort in Zusatzbausteinen des Fernsehempfängers decodiert und auf dessen Bildschirm sichtbar gemacht werden. Bild 3.18 veranschaulicht dieses Prinzip am Beispiel des englischen CEEFAX-Systems.

In den ungenutzten und auf dem Bildschirm nicht sichtbaren Zeilen 17 und 18 des ersten bzw. 330 und 331 des zweiten Halbbildes werden Textnachrichten in codierter Form in das Fernsehsignal eingeblendet. Bild 3.19 zeigt eine Textseite auf dem Bildschirm. Der Code erlaubt auch die Übertragung grafischer Symbole, so daß, wie Bild 3.20 zeigt, auch stilisierte Bilder mitübertragen werden können.

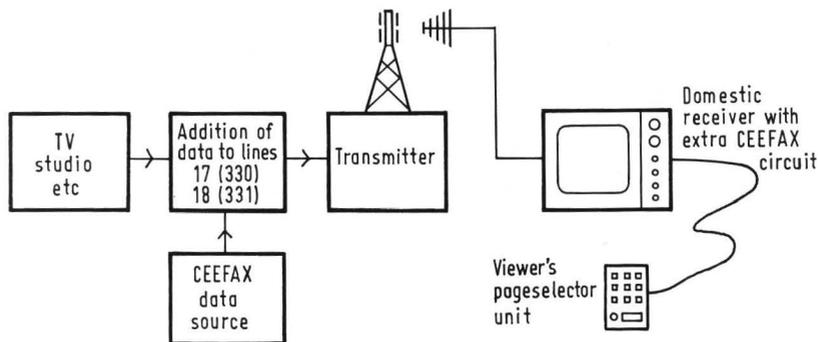


Bild 3.18 Prinzip eines Videotextsystems
(Quelle: BBC)

Werden alle sog. Leerzeilen, d. h. die Zeilen während des Bildpunkt-rücklaufs, zu diesem Dienst herangezogen, so kann jeweils eine Seite (24 Zeilen mit bis zu 40 Zeichen) aus einem Vorrat von maximal 8 Magazinen mit je 100 Seiten am Empfänger ausgewählt und betrachtet werden. Einige dieser Leerzeilen sind allerdings zur Zeit für andere Zwecke belegt. Die Wartezeit zwischen Auswahl und Abbildung einer Seite beträgt maximal 24 Sekunden. Bild 3.21 zeigt die für Videotext notwendigen Zusatzbausteine.

Die Einführung dieses Dienstes ist stark abhängig von der Attraktivität des Textangebots und den Kosten, die durch den Teilnehmer zu tragen sind. Der Preis eines Farbfernsehempfängers erhöht sich nach der in Anlageband 4, Abschnitt 8.2 angegebenen Schätzung um etwa 600,- DM unter der Voraussetzung, daß sich 500 000 Fernsehteilnehmer an diesem Telekommunikationsdienst beteiligen. Für die Videotextzentrale und den Redaktionsstab werden für ein bundesweites Magazin jährlich Gesamtkosten von etwa 10 Mio. DM erwartet. Bei einer Zahl von insgesamt 500 000 Teilnehmern (etwa 2,5 % aller Fernsehteilnehmer) bedeutet dies monatliche Zusatzkosten von ca. 1,70 DM, bei nur 100 000 Teilnehmern von ca. 8,40 DM. Werden anstatt eines überregionalen Magazins (100 Seiten) nur Untertitel (z. B. für Ausländer, Hörgeschädigte usw.) an 3 Stunden am Tag in das Bild eingeblendet, so verringern sich die Kosten für das Zusatzgerät auf etwa 300,- DM und die monatlichen Zusatzkosten auf etwa 1,50 DM bei 100 000 Teilnehmern.

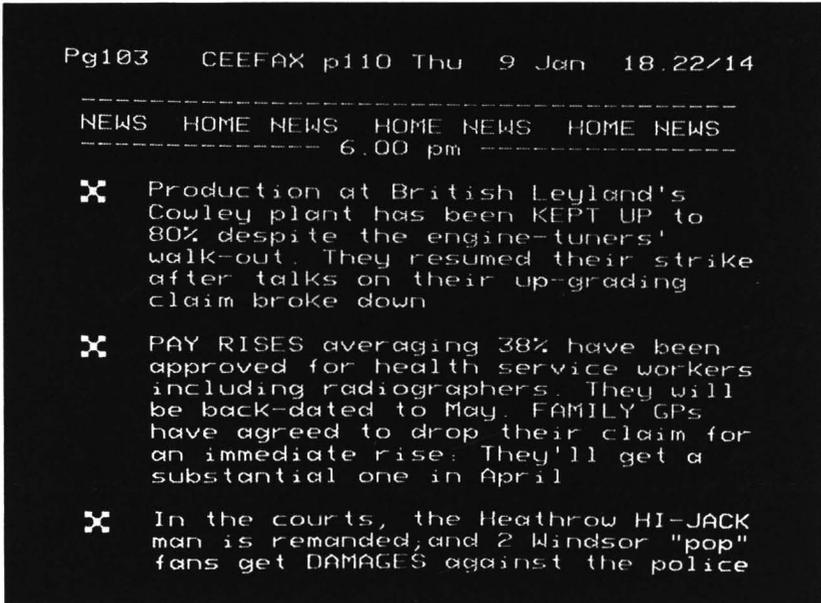


Bild 3.19 Typische Videotext-Seite, System Teletext
(Quelle: BBC)

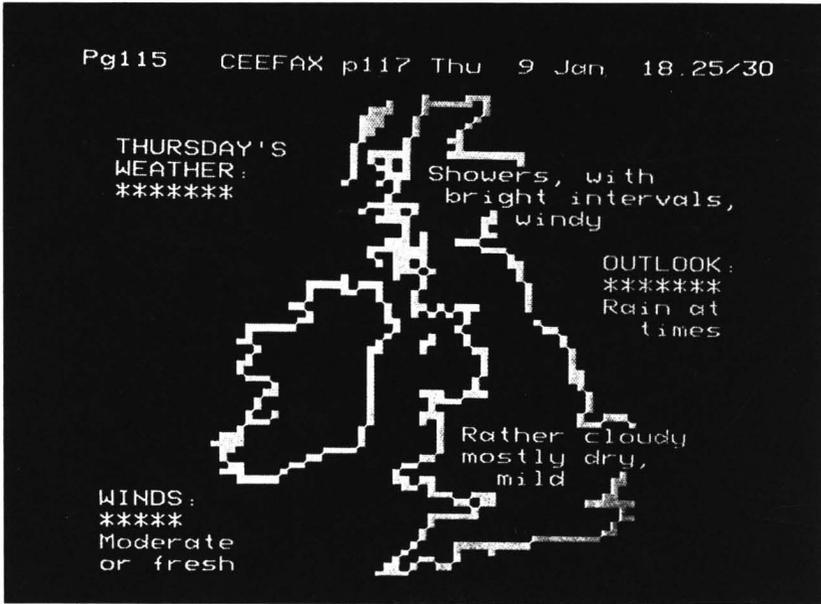


Bild 3.20 Videotext-Seite mit grafischen Elementen, System Teletext
(Quelle: BBC)

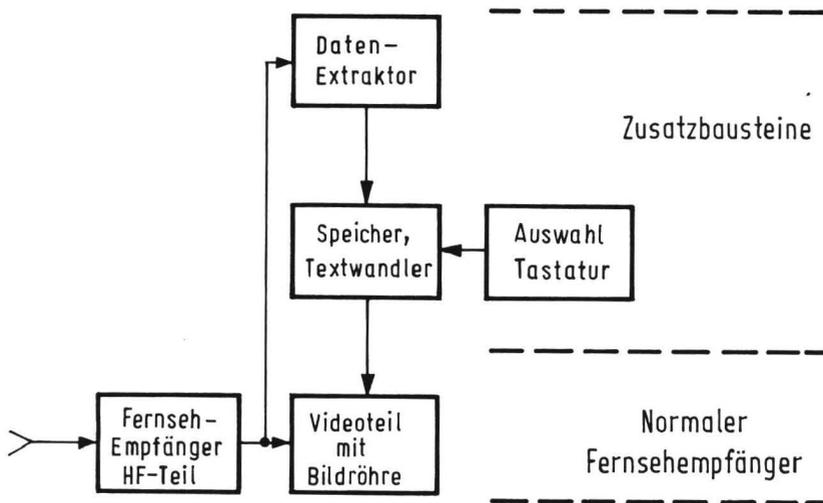


Bild 3.21 Blockschaltbild eines durch Videotext-Bausteine erweiterten Fernsehempfängers

Bildschirmtext ist eine dem Videotext verwandte Telekommunikationsform, da auch hier die übertragenen Textnachrichten auf dem Bildschirm des Heimfernsehempfängers wiedergegeben werden. Zur Übertragung verwendet man jedoch eine Verbindung des Fernsprechwählnetzes oder des Fernschreib- und Datennetzes. Dieses Verfahren ist in England unter den Namen „Viewdata“ bekanntgeworden. Da die Verbindungen dialogfähig sind, können nicht nur Texte empfangen, sondern auch Daten vom Teilnehmer zur Zentrale zurück übermittelt werden. Bild 3.22 zeigt das Blockschaltbild eines für diese Telekommunikationsform erweiterten Heimfernsehempfängers.

Im Hinblick auf die Ähnlichkeit der technischen Gestaltung von Videotext und Bildschirmtext empfiehlt sich ein einheitlicher Standard, um die Zusatzbausteine (insbesondere den darin eingebauten Speicher) teilweise gemeinsam nutzen zu können. Der Preis für diese Zusatzbausteine liegt um etwa 400,- DM höher als bei Videotext, da außerdem ein Demodulator und ein Telefonadapter eingebaut sein müssen. In diesem Preis sind Einrichtungen zur Telekommunikation vom Teilnehmer zurück zur Zentrale allerdings nicht inbegriffen. Die Kosten für diese Geräte zum Abrufen der Texte lassen sich nicht allgemein angeben, da sie in hohem Maße von der technischen Gestaltung und der Art der Nutzung abhängen.

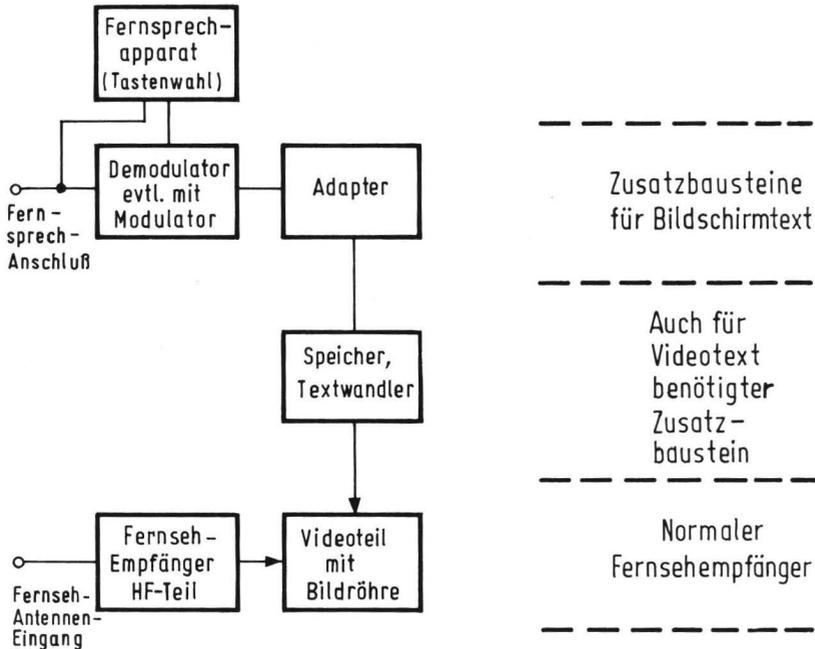


Bild 3.22 Blockschaltbild eines für Bildschirmtext ausgerüsteten Fernsehempfängers

Video-Einzelbild kennzeichnet die Übermittlung uncodierter Bildnachrichten über ein Funk- oder Kabel-Fernsehverteilnetz. Am Empfangsort werden die Bilder auf dem Bildschirm des Fernsehgerätes wiedergegeben. Erfolgt die Übertragung wie bei Videotext in den Leerzeilen des Fernsehbildes, so benötigt man 6,25 Sekunden je Bildseite anstatt der 0,24 Sekunden bei Videotext. Es können daher keine Magazine mit individueller Auswahl, sondern nur Programme mit fortlaufend wechselnden Bildseiten angeboten werden, d. h. Folgen von Einzelbildern.

Die gerätetmäßige Realisierung der Telekommunikationsform Video-Einzelbild auf der Basis der zusätzlichen Nutzung des Videosignals bzw. eines Tonkanals für uncodierte Übertragung ist bisher über das Laborstadium nicht hinausgekommen. Vermutlich sind zwei Gründe dafür maßgebend:

- Die visuelle Aufnahme detailreicher Informationen, wie sie Zeitungstext und -bild darstellen, über den nicht flimmerfreien Bildschirm ist zu ermüdend.
- Der Aufwand für den Bildwiederholpeicher ist z. Z. noch zu hoch. Die Verwendung von Speicherröhren ist ebenfalls zu aufwendig und führt nicht zu Lösungen, die mit dem Standardfernsehen kompatibel sind.

Die künftigen technologischen Entwicklungen werden zeigen, ob solche Speicher billig hergestellt werden können und damit die Grundlage für eine weitere Verbreitung von Festbild-Informationsdiensten geschaffen werden kann.

Fernsprech-Einzelbild ist eine Telekommunikationsform, bei der einzelne Bilder oder Folgen von Bildern über Verbindungen des öffentlichen Fernsprechnetzes übertragen und auf einem Bildschirm sichtbar gemacht werden. Wegen der im Vergleich zum Fernsehkanal geringeren Bandbreite des Fernsprechkanaals müssen die Bilder langsamer abgetastet werden (slow-scan-TV). Über einen Fernsprechkanal kann etwa 1 Bild pro Minute übertragen werden. Bild 3.23 zeigt ein Beispiel.

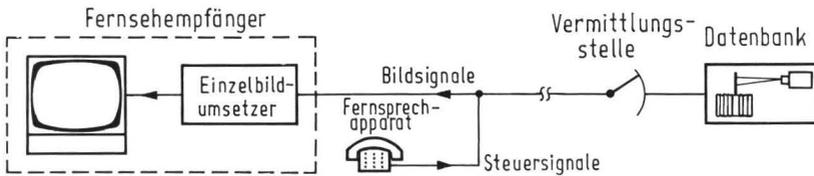


Bild 3.23 Fernsprech-Einzelbild-System mit Abruf über das Fernsprechnet

Bei Fernsprech-Einzelbild benötigt man, ebenso wie bei Video-Einzelbild, am Empfangsort einen Bildspeicher, der periodisch gelesen wird, damit der normale Fernsehapparat mit seiner Bildfrequenz von 25 Bildern/Sekunde angeschlossen werden kann.

Bei einer Jahresstückzahl von 30 000 Fernsehempfängern, die mit dem Bildspeicher und den erforderlichen Zusatzeinrichtungen ausgerüstet sind, wird ein Mehrpreis von ca. 1200,- DM je Fernsehgerät geschätzt. Beispiele für den Einsatz dieses Dienstes sind die gesprächsbegleitende Bildübertragung bei Ferngesprächen oder Fernsprechkonferenzen, der Abruf von Bildern bzw. Bildfolgen aus Bildinformationsbanken sowie die Überwachung langsam bewegter Objekte.

3.7 Weitere neue Telekommunikationsformen

Die Fernsprechkonferenz ist eine Form der Telekonferenz, bei der mehr als zwei Teilnehmer durch die Bereitstellung mehrerer Fernsprechverbindungen an einem Konferenzgespräch teilnehmen können. Sofern sich die Teilnehmer nur an zwei Orten aufhalten, kann diese Telekonferenz leicht dadurch realisiert werden, daß an die beiden Fernsprechhauptanschlüsse je nach Bedarf weitere Handapparate, Freisprecheinrichtungen oder über eine Sammelgesprächseinrichtung mehrere Sprechstellen einer Nebenstellenanlage angeschlossen werden. Befinden sich die Konferenzteilnehmer an mehr als zwei Orten bzw. Endstellenbereichen, so müssen mehrere Fernsprechverbindungen über eine Konferenzeinrichtung zusammengeschaltet werden. Dies erfolgt zweckmäßigerweise durch Handvermittlung nach Anruf beim

Fernamt, Der automatische Aufbau eines Konferenznetzes mittels Teilnehmerselbstwahl ist zwar denkbar, aber wegen der damit verbundenen technischen und betrieblichen Schwierigkeiten kompliziert und daher bis jetzt nirgendwo realisiert. Es wird vermutet, daß die Zusatzkosten für eine handvermittelte Fernsprechkonferenz annähernd den Kosten für eine vergleichbare Anzahl von Einzelverbindungen im handvermittelten Ferndienst entsprechen.

Unter Fernwirken versteht man das Überwachen bzw. Steuern räumlich entfernter Objekte von einer oder mehreren Stellen aus.

In Industrie-, Versorgungs- und Verkehrsbetrieben wird Fernwirken schon seit vielen Jahrzehnten auf Sondernetzen eingesetzt. In Zukunft könnte Fernwirken auch für die Teilnehmer in öffentlichen Fernmelde-netzen von Interesse sein. Dabei ist allerdings zu beachten, daß diese Telekommunikationsform nur begrenzte Möglichkeiten bietet, da z. Z. noch nicht alle Haushalte an die Fernmeldenetze angeschlossen sind und darüber hinaus die Teilnehmeranschlüsse zeitweise nicht verfügbar sind (z. B. Besetzfall im Fernsprechnet).

Einer der möglichen Anwendungsfälle von Fernwirken im Fernsprech-wählnetz stellt das automatische Ablesen des Standes von Elektrizitäts-, Gas- und Wasserzählern dar. Diese Methode ist zwar teurer als das bisherige Ablesen durch Kontrollpersonen, erfaßt die Daten aber EDV-gerecht und erlaubt darüber hinaus eine häufigere Ablesung.

Weitere Telekommunikationsformen wie z. B. Fernzeichnen, Fernschreibkonferenz, Videokonferenz und Video-überwachungsanlagen sind im Anlageband 4 beschrieben.

4 Telekommunikationsformen in Breitbandverteilnetzen

In einem seiner Entstehungsgeschichte nach zweiten Bericht mit dem Kurztitel „Kabelfernsehen“ (s. Anlageband 5 des Telekommunikationsberichts) hat der Arbeitskreis „Technik und Kosten“ versucht, einen Überblick zum „Fernsehen über Kabel“ zu geben. Um die für das Kabelfernsehen geeigneten technischen Möglichkeiten und die damit verbundenen Kosten für Errichtung und Betrieb aufzuzeigen, werden nicht nur Kabelfernsehanlagen, sondern auch Gemeinschafts- und Großgemeinschafts-Antennenanlagen (GA bzw. GGA) sowie die zusätzlichen Nutzungsmöglichkeiten behandelt. Alle diese Anlagen benutzen Verteilnetze. Im Gegensatz dazu benötigen Systeme zur breitbandigen individuellen Kommunikation zwischen beliebigen Teilnehmern ein Breitbandvermittlungsnetz. Diese werden im folgenden Kapitel 5 (s. auch Anlageband 6 des Telekommunikationsberichts) beschrieben.

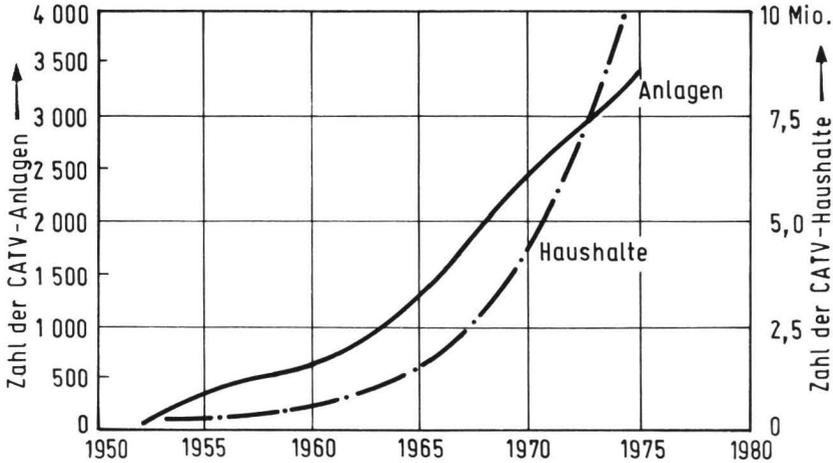
4.1 Bisherige Entwicklung

Die technische Konzeption moderner Großgemeinschafts-Antennenanlagen bietet ohne größeren Änderungs- und Ergänzungsaufwand genügend Ansätze, um neben den drahtlos empfangbaren Rundfunkprogrammen (Fernsehen, Hörfunk) noch weitere – auch nicht rundfunkspezifische – Inhalte zu verbreiten. Diese Ausweitung der Gemeinschafts- bzw. Großgemeinschafts-Antennenanlagen soll mit der Bezeichnung „zusätzliche Nutzung“ erfaßt werden. Das Kabelfernsehen stellt eine besondere Form der zusätzlichen Nutzung dar und soll wie folgt definiert werden:

Kabelfernsehen (KTV) ist die Verteilung von Rundfunkprogrammen über Kabelnetze, in denen neben den ortsüblich empfangbaren Programmen weitere, am Ort drahtlos normalerweise nicht empfangbare oder lokal erzeugte Programme übertragen werden. Im Gegensatz dazu bezeichnet der im angelsächsischen Sprachgebrauch übliche Begriff CATV (Community Antenna Television/Cable Television) großflächige Gemeinschaftsempfangsanlagen, die nicht immer zusätzliche Programme übertragen.

Bild 4.1 kennzeichnet die Situation auf dem Gebiet der CATV-Anlagen in den USA. Etwa die Hälfte der ca. 3400 Anlagen weist eine Teilnehmerzahl von weniger als 1000 auf. In Kanada sind bereits über 30% der Fernsehhaushalte an CATV-Anlagen angeschlossen.

Vergleicht man die bisherige Entwicklung von Gemeinschaftsempfangsanlagen in den europäischen Ländern mit der in den USA und Kanada, so erkennt man wesentliche Unterschiede, die nicht nur auf die Verschiedenheit der rechtlich-organisatorischen Situation, sondern auch auf die anderen geographischen Verhältnisse zurückzuführen sind.



Fernsehhaushalte in USA: 65 Mio.
 CATV-Haushalte in USA: 10 Mio. \approx 15 % (1974)
 70 % der CATV-Anlagen erzeugen lokale Programme

Bild 4.1 CATV-Anlagen in den USA

Im Gegensatz zu den Verhältnissen in Nordamerika ist die Situation in den europäischen Ländern nach dem gegenwärtigen Stand dadurch gekennzeichnet, daß die Veranstaltung von Fernseh-Rundfunkprogrammen vorwiegend Institutionen mit öffentlich-rechtlichem Status und die technische Durchführung vorwiegend staatlichen Fernmeldeverwaltungen übertragen ist. Im Sinne der hier verwendeten Begriffsbestimmung handelt es sich bei den Anlagen in Europa nahezu ausschließlich um Gemeinschafts- oder Großgemeinschafts-Antennenanlagen (GA/GGA). Nur wenige Kabelfernsehanlagen sind, meist für einen Versuchsbetrieb, genehmigt. Dabei zeigen die ersten Erfahrungen, daß die gebotenen Möglichkeiten lokaler Kommunikation bisher nur zögernd genutzt werden.

In der Bundesrepublik Deutschland einschließlich Berlin (West) basiert der Fernseh Rundfunk (und nach der gegenwärtigen Rechtsauffassung damit auch das Kabelfernsehen im obigen Sinne) auf dem Zusammenwirken zwischen den in der Kompetenz der Bundesländer liegenden Rundfunkanstalten, die die Veranstaltungen durchführen, und der Deutschen Bundespost, die für den Bereich der fernmeldetechnischen Übertragung zuständig ist.

Nach einer Statistik der Deutschen Bundespost gab es Mitte 1975 über 5500 Großgemeinschafts-Antennenanlagen mit mehr als 100 angeschlossenen Wohneinheiten.

Davon sind:

- 90 GGA mit mehr als 1000 Wohneinheiten
- 230 GGA mit 500 bis 1000 Wohneinheiten und
- 5200 GGA mit 100 bis 500 Wohneinheiten.

Aus heutiger Sicht sind vor allem Kostenvorteile gegenüber einer Einzelantennenanlage und die Verbesserung einer örtlich unzureichenden drahtlosen Fernsehversorgung bestimmend für den Entschluß, Teilnehmer an einer Gemeinschaftsanlage zu werden. Demgegenüber treten die anderen Vorteile (mehr Programme, besonders hohe Empfangsgüte, Erweiterungsmöglichkeiten in der Zukunft) bis jetzt deutlich in den Hintergrund.

4.2 Gemeinschafts- und Großgemeinschafts-Antennenanlagen

In einer Großgemeinschafts-Antennenanlage werden die Fernsehsignale an einem empfangstechnisch günstig ausgewählten Ort empfangen und nach entsprechender Aufbereitung über ein baumartig ausgebildetes Netz (Baumstruktur) von Koaxialkabeln mit dazwischenliegenden Verstärkern den einzelnen Teilnehmern (Wohneinheiten) zugeführt.

Derartige Anlagen bestehen aus

- der GGA-Zentralstelle, wo die von den Empfangsantennen aufgenommenen Signale in einer Kopfstelle aufbereitet und ggf. in andere Frequenzkanäle zur weiteren Übertragung umgesetzt werden,
- dem GGA-Verteilnetz, bei dem in hierarchisch geordneten Netzebenen (Strecken-, Linien-, Stamm-Netz) die Signale an die Empfänger weitergeleitet werden, und
- den Fernseh- bzw. Tonrundfunkempfängern.

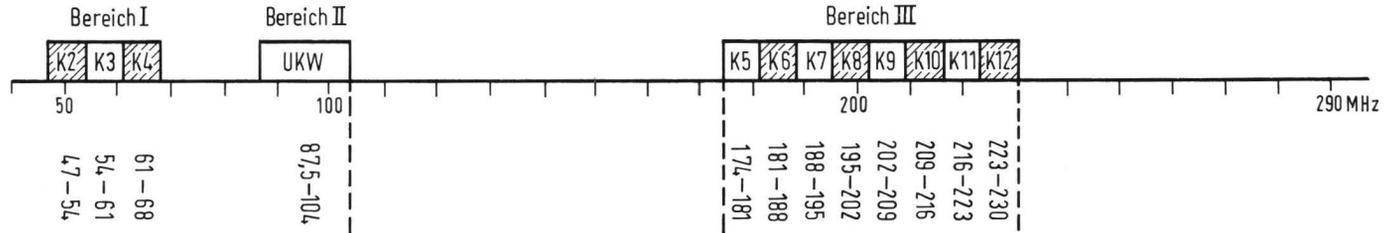
Unter einer GA versteht man dagegen ein (Haus-)Verteilssystem, das nur aus Empfangsantennen, eventuell einem Verstärker sowie dem (Haus-)Verteilnetz und den Empfängern besteht. Dieses (Haus-)Verteilssystem kann als Stammnetz in eine GGA einbezogen werden.

Die gleichzeitige Übertragung vieler Fernsehprogramme über ein Koaxialkabel geschieht in Kanälen im Frequenzbereich 47 bis 300 MHz. Wie Bild 4.2 zeigt, können in diesem Frequenzbereich etwa 30 Fernsehkanäle untergebracht werden. Heutige Fernsehempfänger sind jedoch innerhalb dieses Frequenzbereiches nur für den Empfang der Fernsehbereiche I und III ausgelegt. Außerdem weisen viele dieser Empfänger keine ausreichende Selektivität zu den unmittelbar benachbarten Kanälen auf. Verwendet man aus diesem Grund nur jeden zweiten Kanal, so kann man, wie in Bild 4.2 durch Schraffur angedeutet wurde, nur insgesamt 6 Kanäle nutzen.

Das GGA-Verteilnetz kann jedoch durch Ausnutzung von Sonderkanälen auf die Übertragung von bis zu 30 Fernsehprogrammen ausgelegt werden. Zum Empfang dieser Kanäle benötigt man dann zusätzlich zu dem handelsüblichen Fernsehempfänger einen Umsetzer, der die Sonderkanäle in den Frequenzbereich IV/V (470–790 MHz) bringt, oder aber einen speziellen Kabelfernsehempfänger.

Standardkanäle für Fernsehen und UKW-Hörfunk

Schraffiert: 6 Fernsehkanäle ohne Nachbarkanalbelegung



Sonderkanäle für Kabelverteilsysteme

Nach der Übertragung muß eine Frequenzumsetzung in das UHF-Band IV/V (470-790 MHz) vorgenommen werden.

Dies kann beispielsweise beim B-Abzweigverstärker erfolgen.

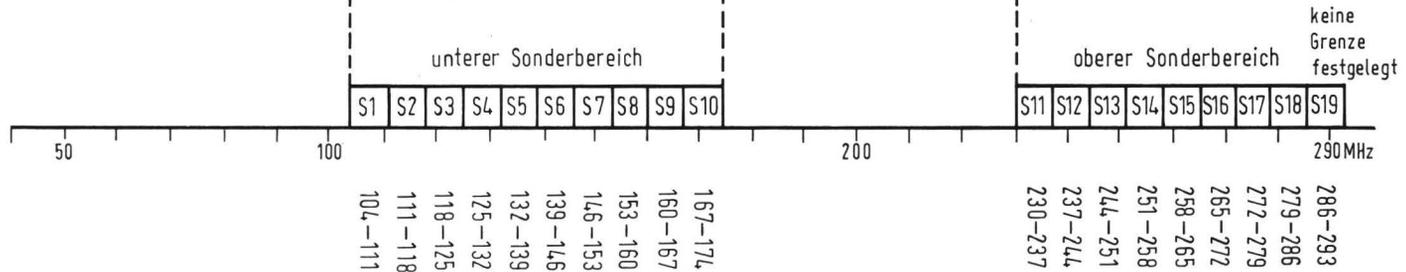


Bild 4.2 Frequenzkanäle für Kabelfernsehsysteme

4.3 Kabelfernsehanlagen

Werden in eine Gemeinschaftsanlage zusätzliche am Ort nicht drahtlos empfangbare Rundfunkprogramme eingespeist, so wird sie als Kabelfernseh(KTV)-Anlage bezeichnet. Die GGA-Zentralstelle muß dann um einen KTV-Zusatz erweitert werden, der im wesentlichen die technischen Einrichtungen zur Einspeisung dieser Rundfunkprogramme enthält und außerdem bei Bedarf ein Studio zur Erzeugung von Lokal- und sonstigen Zusatzprogrammen umfaßt.

Im Hinblick auf die Möglichkeit, übergeordnete Netze bilden zu können, muß das von einer Kabelfernseh-Zentralstelle ausgehende Verteilnetz hinsichtlich Leitungsstruktur, Kabelaufbau und Verstärkerarten nach einheitlichen Richtlinien aufgebaut sein. Bild 4.3 zeigt die Struktur eines Anschlußbereiches innerhalb eines Kabelfernseh-Ortsnetzes. Ausgehend von der Kabelfernseh-Zentralstelle werden die Signale über verschiedene, hierarchisch gegliederte Ebenen (A, B, C, D) verteilt.

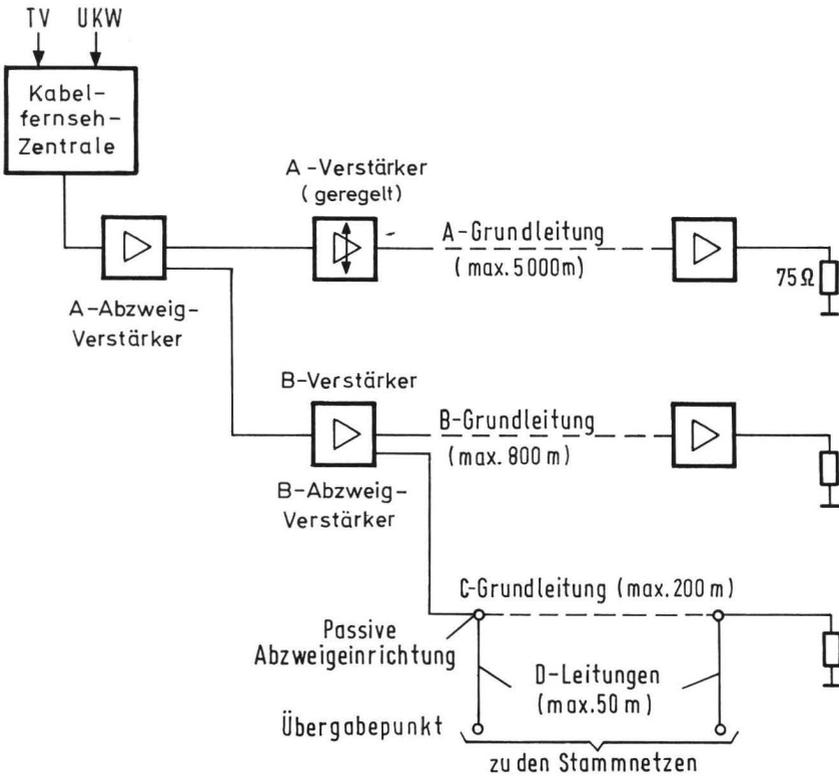


Bild 4.3 Struktur eines Kabelfernsehortsnetzes

Bei Einsatz der gegenwärtig gebräuchlichen Verstärker- und Kabeltypen aus der Technik der Großgemeinschafts-Antennenanlagen kann man z. B. in der A-Ebene etwa 5 km überbrücken und benötigt dazu Verstärker in Abständen von ca. 500 m. Die den weiteren Rechnungen zugrunde gelegten Maximallängen der anderen Ebenen sind im Bild 4.3 ebenfalls angegeben.

An den Ausläufern des Netzes in Richtung zum Teilnehmer sind Übergabepunkte, d. h. Schnittstellen mit definierten Bedingungen, vorgesehen, an die dann die privaten Hausanlagen (Stammnetze) angeschlossen sind. Die in der Kabelfernseh-Zentralstelle eingespeisten zusätzlichen Programme können über drahtgebundene oder drahtlose Weitverkehrssysteme (Koaxialkabel-, Richtfunk-, Fernsehsatellitensysteme) herangeführt oder auch im lokalen Studio erzeugt werden.

4.4 Kabelfernsehen mit Rückkanal

Die Möglichkeit, entgegengesetzt zur Verteilrichtung, d. h. in Richtung vom Teilnehmer zur Kabelfernsehendestelle, Nachrichten übermitteln zu können, bildet die Voraussetzung für die Realisierung vieler zusätzlicher Dienste, wie interaktiven Unterricht, Informationsdienste, individuelle Übertragung stehender Bilder usw.

Der Teilnehmer gewinnt durch den Rückkanal die Möglichkeit, aus seiner bisher passiven Rolle als Zuschauer herauszutreten und unmittelbar durch Zurücksendung von Signalen aktiv mit der Zentrale zu kommunizieren. Den vielen Nutzungsmöglichkeiten entsprechend gibt es eine große Vielfalt von denkbaren Endgeräten beim Teilnehmer.

Bild 4.4 veranschaulicht einige dieser Möglichkeiten. In jedem Fall hängt die Einführung von Zweiweg-Kommunikationsformen sehr wesentlich von den Kosten für derartige Teilnehmerendgeräte und für die zugehörigen zentralen Einrichtungen (wie z. B. Bildbanken) ab.

Die Netzstruktur sowie das Übertragungssystem müssen an die Art der in Rückrichtung übertragenen Signale (z. B. große oder kleine Bandbreite) angepaßt werden, was u. U. erhebliche technische und finanzielle Konsequenzen haben kann. Wichtig ist dabei auch die Frage, ob jeder oder nur einige der Teilnehmer eine Verbindungsmöglichkeit zurück zur Zentrale besitzen müssen und ob in Unterzentralen Vermittlungen angeordnet werden, die für eine Verkehrskonzentration sorgen.

4.5 Möglichkeiten des schrittweisen Ausbaus

Größere Kabelfernsehnetze können sicherlich nur schrittweise entstehen. Es ist wichtig, daß auch kleine Anlagen ausbaufähig sind und schrittweise unter Nutzung der vorhandenen Einrichtungen zu Kabelfernsehanlagen mit einer Reihe von zusätzlichen Diensten ausgebaut werden können.

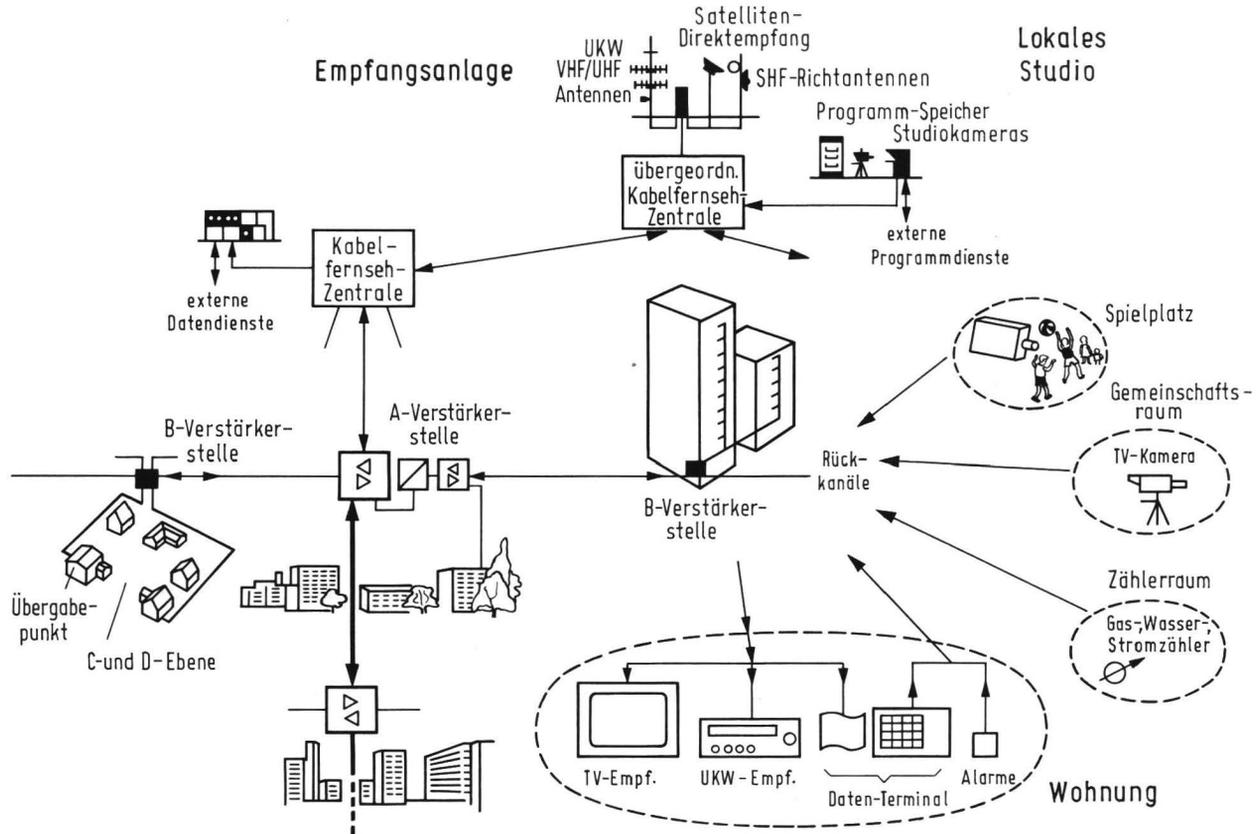


Bild 4.4 Schematische Darstellung der Einrichtungen einer Kabelfernsehanlage mit Rückkanal

Gelegentlich wird die Ansicht geäußert, daß derartige Kabelfernsehnetze den ersten Schritt zu einem allgemeinen, integrierten Breitbandkommunikationsnetz der Zukunft darstellen könnten, in dem neben Sprache, Daten, Text und Faksimile beispielsweise auch Bewegtbilder zwischen beliebigen Teilnehmern übertragen werden können. Eine Untersuchung der geeigneten Netzstruktur zeigt jedoch, daß für Kabelfernsehnetze eine Baumstruktur hinsichtlich der Ausbaufähigkeit bei tragbaren Kosten besonders geeignet ist, während ein Netz für individuelle, breitbandige Kommunikation teilnehmernahe vermittlungstechnische Einrichtungen und individuelle Anschlußleitungen z. B. in Form eines Sternnetzes (ähnliche Struktur wie im Fernsprechnetz) voraussetzt. In Bild 4.5 sind die beiden Netzstrukturen einander gegenübergestellt.

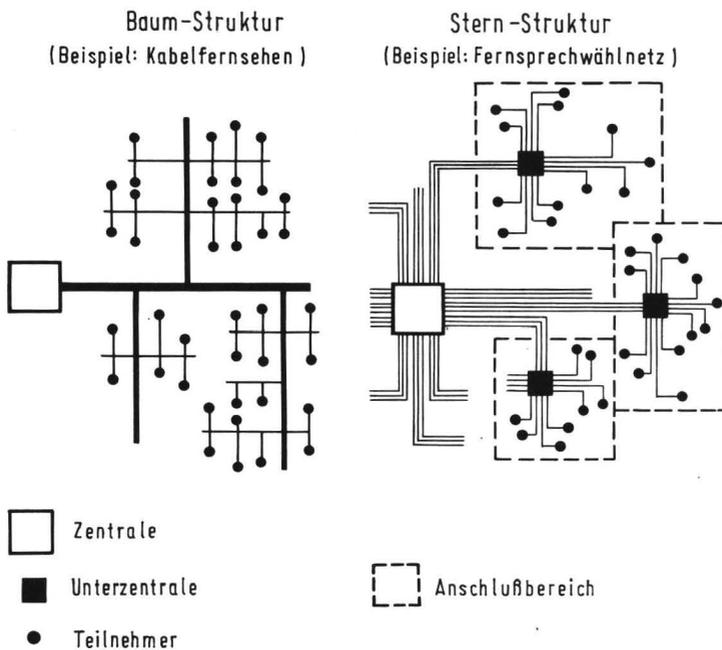


Bild 4.5 Netzstrukturen für Verteil- bzw. Vermittlungsnetz

Es ist wichtig, festzuhalten, daß ein stufenweiser Ausbau eines Kabelfernsehnetzes mit der typischen Baumstruktur in ein sternförmiges Netz, wie es für den Breitbanddialog zwischen individuellen Teilnehmern benötigt wird, nicht möglich ist.

4.6 Typische Kosten für Kabelfernsehanlagen

Die bisherigen Ausführungen zeigen, daß Kabelfernsehanlagen bis hin zu großen, überregionalen Netzen technisch realisiert werden können. Im Hinblick auf eine möglichst zweckmäßige technische Dimensionierung ist allerdings noch viel Entwicklungs- und Planungsarbeit nötig.

Die eigentlichen Probleme des Kabelfernsehens liegen bei den wirtschaftlichen, rechtlichen, gesellschaftlichen und politischen Gegebenheiten. Vor allem die Kosten für die Errichtung und den Betrieb spielen eine entscheidende Rolle. Auf typische Kosten für Kabelfernsehanlagen soll deshalb im folgenden eingegangen werden.

An Hand eines Planungsmodells werden die Investitionen für Kabelfernsehortsnetze ermittelt. Als Technik wird die heute zur Verfügung stehende Koaxialkabeltechnik zugrunde gelegt. Bei der Investitionsplanung wird fiktiv davon ausgegangen, daß 12 Fernsehprogramme verteilt werden sollen.

Ausgehend von dieser Basis zeigt Bild 4.6 die Investitionsausgaben in den verschiedenen Ebenen eines Kabelfernsehortsnetzes auf der Kostenbasis 1974.

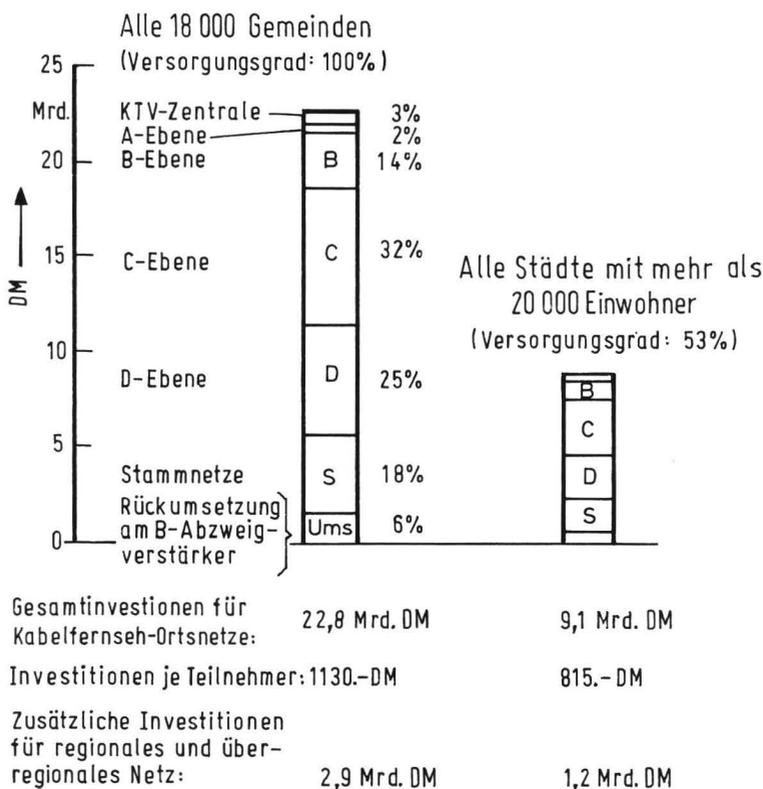


Bild 4.6 Investitions-Schätzwerte für Kabelfernsehnetze in der Bundesrepublik Deutschland¹⁾

¹⁾ Die Berechnungen gehen von der Gebäudezählung nach Gemeindegrößenklassen (GGKI) aus dem Jahr 1968 und entsprechenden Fortschreibungen (Wohnungszuwachs) aus.

Dabei wird angenommen, daß die Rückumsetzung der im VHF-Bereich liegenden Fernseh-Sonderkanäle in die entsprechenden UHF-Kanäle im B-Abzweigverstärker erfolgt. Die Variante „Rückumsetzung beim Fernsehgerät“ weist zwar noch etwas geringere Netzkosten aus. Dabei ist jedoch zu beachten, daß bei dieser Lösung spezielle Fernsehempfänger benötigt werden.

Bild 4.7 zeigt aufgetragen über dem Versorgungsgrad und den Gemeindegrößenklassen (GGKl) die sich nach diesem Planungsmodell ergebenden Gesamtinvestitionen für Kabelfernsehnetze. Zur Versorgung aller Gemeinden mit mehr als 20 000 Einwohnern (Versorgungsgrad 53%) ist unter den getroffenen Annahmen und dem Fall der Rückumsetzung am B-Abzweig-Verstärker ein Betrag von etwa 9 Mrd. DM erforderlich. Dieser Betrag erhöht sich auf 14 Mrd. DM, wenn alle Gemeinden mit mehr als 5000 Einwohnern (Versorgungsgrad 74%) mit Kabelfernsehen versorgt werden. Bei der Einbeziehung aller Fernsehhaushalte in entsprechende Kabelfernsehnetze ergibt das Planungsmodell einen Betrag von etwa 22,8 Mrd. DM. Die Versorgung abgelegener Einzelgebäude ist dabei jedoch nicht berücksichtigt.

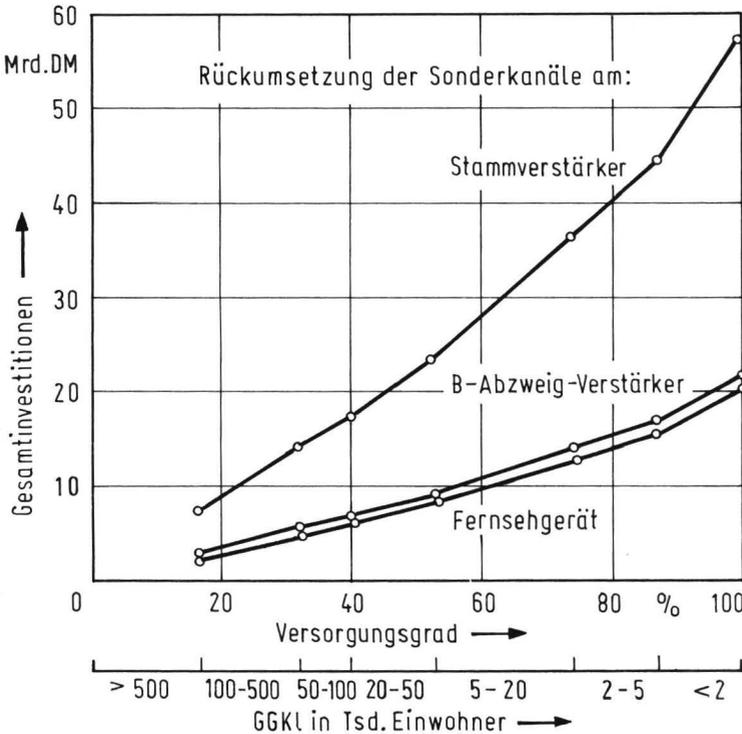


Bild 4.7 Gesamtinvestitionen für die Errichtung von Kabelfernsehnetzen¹⁾

¹⁾ Die Berechnungen gehen von der Gebäudezählung nach Gemeindegrößenklassen (GGKl) aus dem Jahr 1968 und entsprechenden Fortschreibungen (Wohnungszuwachs) aus.

Bei der Betrachtung dieses Investitionsvolumens ist zu berücksichtigen, daß die wesentlichen Investitionsausgaben, wie Bild 4.6 zeigt, in den teilnehmernahen Netzebenen (C, D und S) liegen und daher, abhängig von der noch zu bestimmenden organisatorischen Struktur, zumindest teilweise vom Teilnehmer direkt finanziert werden. Es ist auch zu beachten, daß die Kabelfernsehortsnetze erst allmählich aus Gemeinschafts-Antennenanlagen heraus zusammenwachsen und sich daher die Investitionsausgaben über einen längeren Zeitraum verteilen würden. Entscheidend sollte dabei sein, daß Wildwuchs vermieden wird und daß alle in Zukunft gebauten Gemeinschafts-Antennenanlagen technisch so ausgelegt sind, daß sie in größere Kabelfernsehortsnetze integriert werden können. Die bereits bestehenden Gemeinschafts-Antennenanlagen blieben bei der Berechnung des Investitionsaufwandes unberücksichtigt.

Bezieht man die Investitionen zur Errichtung der Kabelfernsehortsnetze auf den einzelnen Teilnehmer, so ergeben sich die in Bild 4.8 gezeigten Werte. Alle Angaben beziehen sich auf Preise des Jahres 1974 und stellen erste Schätzwerte dar.

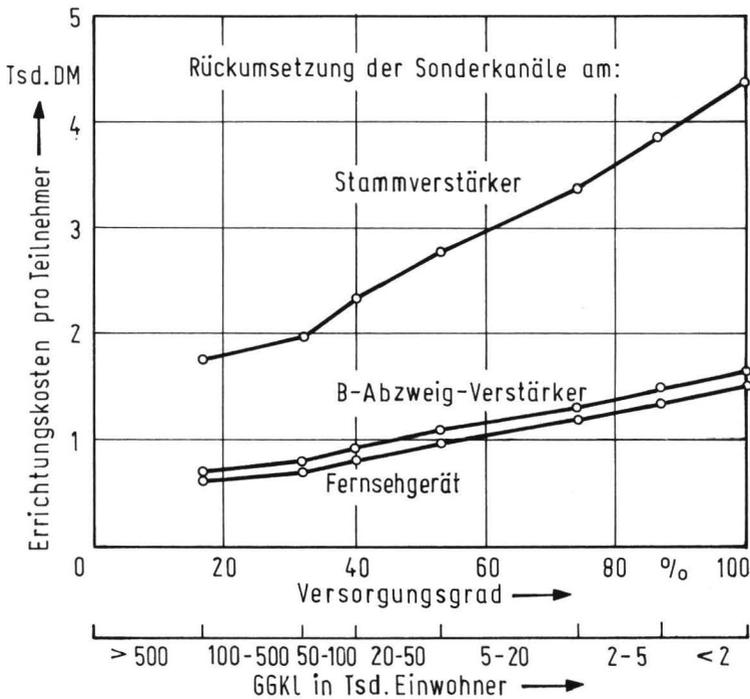


Bild 4.8 Auf den Teilnehmer bezogene Investitionen für Kabelfernsehortsnetze¹⁾

¹⁾ Die Berechnungen gehen von der Gebäudezählung nach Gemeindegrößenklassen (GGKl) aus dem Jahr 1968 und entsprechenden Fortschreibungen (Wohnungszuwachs) aus.

Die Aufwendungen für die KTV-Zentralstellen sind vergleichsweise gering. Auch der Investitionsaufwand für eine überregionale Verbindung von Kabelfernsehtnetzen zum Zweck einer bundesweiten Versorgung ist relativ niedrig. Er steigt je nach Anzahl der einbezogenen Gemeinden von 300 Mio. DM auf 2,9 Mrd. DM (Bild 4.6).

Neben den für die Errichtung von Kabelfernsehtnetzen notwendigen Investitionen sind für den Betrieb dieser Anlagen jährliche Betriebskosten einzuplanen.

Eine erste Abschätzung ergibt für Personal- und Sachkosten sowie für Abschreibung der Kabelfernsehtanlagen in einem voll ausgebauten Netz insgesamt einen Betrag von ca. 180 DM pro Teilnehmer und Jahr. Dabei muß deutlich darauf hingewiesen werden, daß dieser Wert stark von der organisatorischen Struktur und der Art der Durchführung abhängt.

Besonders unsicher sind die Schätzungen der Investitionsausgaben, die für den Rückkanal und seine Nutzung erforderlich werden. Dies liegt einmal daran, daß derartige Systeme bis jetzt nur in einigen Versuchsanlagen im Ausland realisiert wurden und daher eigenständige Erfahrungen nicht vorliegen. Andererseits verbietet die große Vielfalt der mit Rückkanal möglichen Dienste eine auch nur halbwegs allgemeingültige Aussage.

Als Beispiel sei hier die Möglichkeit betrachtet, daß der Teilnehmer über eine im Adressenmultiplex gebildete Verbindung durch das Betätigen einer Tastatur Daten mit niedriger Geschwindigkeit (max. 20 Zeichen/s) zur Zentrale senden kann und von dort aus Informationen zurückerhält (z. B. Festbilder, die mit dem Fernsehgerät wiedergegeben werden). Für diesen Fall liegen die im Verteilnetz zur Bildung des Rückkanals nötigen zusätzlichen Investitionen in der Größenordnung von 20% der Ausgaben für Kabelfernsehtnetze ohne Rückkanal (im Mittel etwa 200 DM). Dazu kommen Aufwendungen in der Zentrale von etwa 50 ... 200,- DM/Teilnehmer unter der Voraussetzung, daß sich alle Kabelfernsehteilnehmer an diesem Dienst beteiligen. Ungleich höher sind die vom Teilnehmer zu tragenden Aufwendungen für die in seiner Wohnung aufgestellten zusätzlichen Geräte. Selbst bei einfacher Ausstattung werden diese Ausgaben etwa 1500 ... 2500,- DM betragen und wegen des dann notwendigen Bildspeichers wesentlich darüber hinausgehen, wenn Festbilder empfangen werden sollen. Allerdings können dabei technologische Fortschritte in der Zukunft zu wesentlich niedrigeren Kosten führen.

4.7 Ergänzungen

Zur Verbindung der einzelnen Kabelfernseh-Ortsanlagen gibt es verschiedene drahtgebundene und drahtlose Übertragungsmittel, wobei vor allem Koaxialkabelsysteme im 60 MHz-Weitverkehrsnetz der Deutschen Bundespost und Richtfunksysteme im neu zu erschließenden 12 GHz-

Bereich in Frage kommen. Auch der Fernseh Rundfunksatellit kann als mögliche Alternative für eine drahtlose, großflächige Versorgung mit zusätzlichen Fernsehprogrammen angesehen werden. Die Realisierung eines Fernseh Rundfunksatelliten erscheint sowohl technisch als auch finanziell möglich. Er ist jedoch kein Ersatz für Kabelfernsehnetze, da er bei der jetzigen Auslegung nur vier zusätzliche Programme ausstrahlen kann und keine Möglichkeit für einen Rückkanal bietet. Dazu kommen die nicht unerheblichen Kosten für eine Einzelempfangsanlage mit Umsetzer und die noch ungelösten außenpolitischen und völkerrechtlichen Probleme. Allenfalls sind Fernseh Rundfunksatelliten geeignet, Kabelfernseh-Empfangsstellen mit zusätzlichen Programmen zu versorgen. Es bleibt jedoch zu überlegen, ob weitere Funkfrequenzen für die Verteilung von Fernsehprogrammen belegt werden sollten.

5 Telekommunikationsformen in Breitbandvermittlungsnetzen

In einem weiteren Bericht des Arbeitskreises „Technik und Kosten“ (Anlageband 6 des Telekommunikationsberichts) mit dem Kurztitel „Breitbandkommunikation“ wird versucht, einen Überblick über Kommunikationssysteme für die teilnehmerindividuelle (zwei-seitig gerichtete) Übermittlung von Bewegtbildsignalen zu geben, technische Lösungen aufzuzeigen und die zur Errichtung derartiger Breitbandnetze erforderlichen Investitionen abzuschätzen. Er ergänzt damit den Bericht „Kabelfernsehen“ (Anlageband 5), der die Übermittlung von Breitbandsignalen in (einseitig gerichteten) Verteilnetzen untersucht. Während Kabelfernseh-Verteilnetze in einigen Ländern bereits realisiert sind, in anderen bald einer Verwirklichung näherkommen, sind vermittelte Breitbandnetze und die in ihnen realisierbaren Telekommunikationsformen zunächst nirgendwo in nennenswertem Umfang erprobt und müssen daher wegen der vielen noch offenen Fragen zu den Kommunikationsformen der fernerer Zukunft gerechnet werden.

5.1 Betrachtete Telekommunikationsformen

Die Bewegtbildkommunikation benötigt zur Übertragung der bei der raster- oder zeilenförmigen Abtastung von bewegten Bildern entstehenden Signale Verbindungen mit Bandbreiten von mehreren MHz, d. h. Breitbandverbindungen mit einer im Vergleich zum Fernsprechanal etwa 1000fach größeren Bandbreite. Sollen die Bilder, wie beim Kabelfernsehen, nur in einer Richtung übertragen werden, so genügt ein Breitbandverteilstrecknetz. Wünscht man einen teilnehmerindividuellen Dialog, so benötigt man ein Breitbandvermittlungsnetz. Die dabei auftretenden Telekommunikationsformen können eingeteilt werden in

- Bildfernsprechen
- Bildfernsprech-Konferenz
- Bewegtbildabruf

Alle anderen Telekommunikationsformen können auf bestehenden Fernmeldewählnetzen (evtl. nach geringfügigen Erweiterungen) oder durch die Verwendung überlassener Breitbandleitungen (z. B. für den Rechnerverbund oder für Video-Konferenzen) abgewickelt werden.

5.1.1 Bildfernsprechen

Die Telekommunikationsform Bildfernsprechen erlaubt die optische und akustische Kommunikation zwischen beliebigen Teilnehmern, wobei die sprachliche Kommunikation durch das bewegte Bild ergänzt wird. Wie heute im Fernsprechnet, kann der Teilnehmer in einem Bildfernsprechnet einen anderen Teilnehmer durch Wahl der ent-

sprechenden Rufnummer direkt erreichen. Bild 5.1 zeigt das Prinzipbild eines Bildfernsprechgeräts mit dem zugehörigen Bedienungsteil. Das Bildfernsprechen bildet die nachrichtentechnische Grundlage für die beiden weiteren Telekommunikationsformen Bildfernsprech-Konferenz und Bewegtbildabruf.

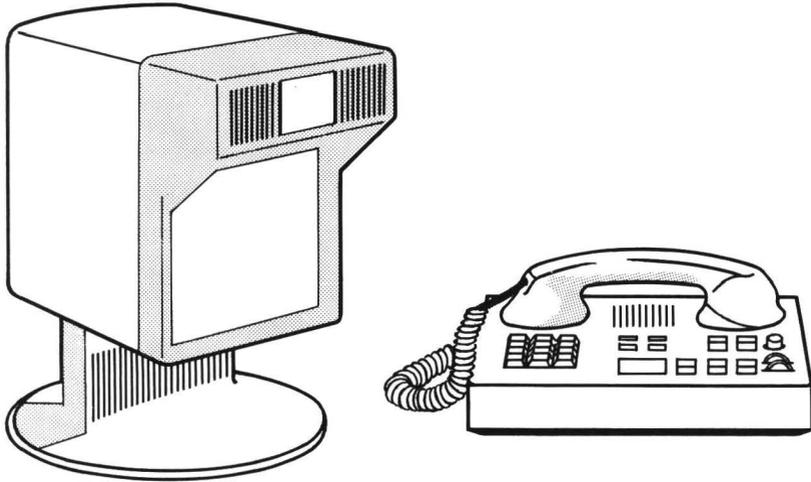


Bild 5.1 Prinzipbild eines Bildfernsprechgerätes mit Bedienungsteil

In den USA durchgeführte erste Versuche mit einem Bildfernsprechnetz mit 1 MHz-Bandbreite (im folgenden als BiF-1 MHz bezeichnet) zeigten nur ein geringes Teilnehmerinteresse. Zum Teil dürften sich in den Versuchsergebnissen die Unvollkommenheiten der 1MHz-Norm widerspiegeln. Allerdings ist auch zu vermuten, daß die wegen der niedrigen Teilnehmerzahl geringe Verwendungsmöglichkeit des Bildfernsprechers und die Ungeübtheit in der Ausnutzung möglicher Vorteile der Bewegtbildübermittlung eine positivere Beurteilung des Bildfernsprechens zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht zulassen. Besonders interessante und wichtige Anwendungsfälle werden sich sicherlich erst im Laufe eines längeren Betriebes herausstellen.

Da aufgrund der bisherigen Erfahrungen vermutet wird, daß Bildfernsprechen zunächst mehr für die Übermittlung von Texten und Zeichnungen, d. h. für die geschäftliche Kommunikation und weniger für die Übertragung von Portraitbildern eingesetzt wird, liegt den weiteren Ausführungen vor allem die 5MHz-Norm zugrunde (im folgenden als BiF-5MHz bezeichnet), da sie eine höhere Bildauflösung ermöglicht. Wo immer notwendig, werden aber die Vergleichszahlen für den 1MHz-Normvorschlag ebenfalls angegeben.

Der Arbeitskreis „Technik und Kosten“ ist in seinen Überlegungen davon ausgegangen, daß Bildfernsprechgeräte zunächst in Nebenstellenanlagen eingesetzt werden, da die bei der Übermittlung von BiF-5MHz-

Signalen auftretenden Übertragungs- und vermittlungstechnischen Probleme dort besonders leicht gelöst werden können. In einer zweiten Phase könnten dann die Bildfernsprechgeräte vor allem im geschäftlichen Bereich auch für die Fernübertragung Verwendung finden, da die relativ hohen Kosten durch mögliche Einsparungen der Firmen auf anderen Sektoren gerechtfertigt werden könnten. Und erst in einer dritten Phase werden wohl auch private Teilnehmer sich in größerer Zahl am Bildfernsprechen beteiligen. Der Zeitraum, in dem sich diese Entwicklung vollziehen wird, läßt sich nicht angeben. Um Modellrechnungen und Kostenabschätzungen überhaupt durchführen zu können, mußte der Arbeitskreis „Technik und Kosten“ von konkreten Werten für die Zahl der Teilnehmer ausgehen. Dabei werden 3 verschiedene Netzgrößen (bezogen auf die heutige Teilnehmerzahl im Fernsprechnetz) angenommen, die im weiteren als Ausbaugrad I, II und III bezeichnet werden und durch folgende Werte charakterisiert sind:

I	15 000	Geschäftsanschlüsse	≈	0,1	%	} bezogen auf 15 Mil- lionen Fern- sprechan- schlüsse
II	150 000	teils geschäftliche/ teils private Anschlüsse	≈	1	%	
III	1 500 000	vorwiegend private Anschlüsse	≈	10	%	

5.1.2 Bildfernsprech-Konferenz

Bei der Bildfernsprech-Konferenz werden mehrere Bildfernsprechverbindungen so zusammengeschaltet, daß die Teilnehmer miteinander konferieren, d. h. einander sehen und miteinander sprechen können, ohne daß sie z. B. ihren Arbeitsplatz verlassen müssen. Die Konferenzschaltung setzt voraus, daß zwischen allen Teilnehmern eine Tonverbindung besteht. Für den Konferenzverlauf wirkt es sich vorteilhaft aus, wenn auf dem Bildschirm der jeweilige Sprecher erscheint. Die Bildumsteuerung kann beispielsweise der Konferenzleiter vornehmen.

Verwandt mit der Bildfernsprech-Konferenz ist die Video-Konferenz, bei der sich Teilnehmergruppen in Videokonferenzstudios begeben, wo durch Verwendung mehrerer Fernsehschirmbilder oder Großprojektoren und Richtungslautsprecher eine möglichst gute Anpassung an die natürliche Konferenzsituation erreicht werden soll. Die beiden Konferenzstudios sind über gemietete Fernsehleitungen miteinander verbunden. Sollen die Bilder nicht in Schwarz/Weiß, sondern in Farbe gezeigt werden und möchte man auch Dokumente wiedergeben können, so benötigt man Leitungen mit 5 MHz Bandbreite. Die dafür je Stunde aufzubringenden Kosten (derzeit etwa 20 000,- DM bei 500 km Entfernung) liegen allerdings wesentlich höher als die Reisekosten der Konferenzteilnehmer. Dazu kommen noch die Kosten für die Konferenzstudios.

5.1.3 Bewegtbildabruf

Diese Telekommunikationsform bietet den Teilnehmern die Möglichkeit, eine zentrale Informationsbank anzuwählen und sich individuelle Bewegtbildinformationen (z. B. Filme), aber auch Festbilder mit hoher Auflösung, übermitteln zu lassen.

Übertragungstechnisch unterscheidet sich diese Telekommunikationsform insofern vom Bildfernsprechen und von der Bildfernsprech- bzw. Video-Konferenz, als nur in Richtung von der zentralen Bildbank zum Teilnehmer breitbandige Signale übertragen werden müssen.

5.2 Gesichtspunkte zur Normung

Die bis jetzt in Diskussion befindliche Norm für ein Bildfernsprechsignal mit 313 Zeilen und 25 Hz Bildwechselfrequenz und damit einer für die Übertragung erforderlichen Bandbreite von etwa 1,25 MHz erlaubt nur die Übertragung von Portraitbildern in Postkartengröße (siehe Bild 5.2).

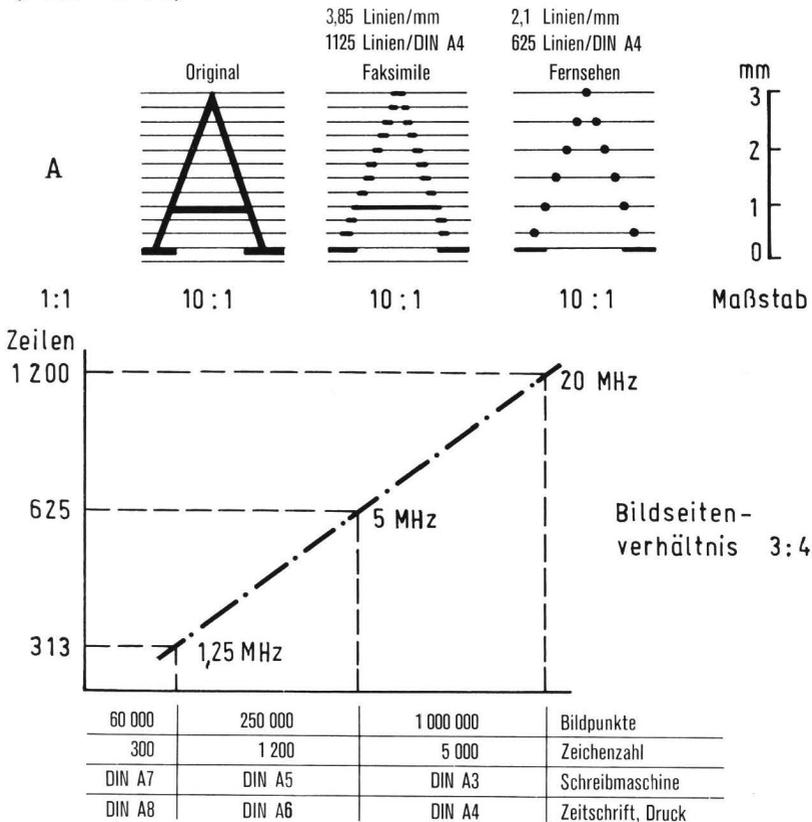


Bild 5.2 Zeichenauflösung bei Fernsehen und Faksimile

Eine bessere Auflösung bietet die übliche Fernsehnorm mit 625 Zeilen und 5 MHz Bandbreite. Bildsignale nach dieser Norm erlauben, wie man aus den Erfahrungen mit den üblichen Fernsehgeräten weiß, nicht nur die Übertragung größerer Bilder von Personen und Personen-
gruppen, sondern auch die Übertragung von Schreibmaschinentexten bis zur Größe DIN A 5 (Querformat) und von Strichzeichnungen mit meist ausreichender Auflösung. Allerdings bedingt diese Norm einen höheren Aufwand für die Einrichtungen zur Übertragung und Vermittlung der Signale. Dieser Aufwand könnte sich aber in fernerer Zukunft unter Einrechnung der erwarteten technologischen Fortschritte auf den Gebieten der Übertragungs- und Vermittlungstechnik so sehr verringern, daß dann kein wesentlicher Unterschied mehr zwischen dem Aufwand für BiF1-MHz- und BiF5-MHz-Signale besteht.

5.3 Breitbandübertragung

Wie in Anlageband 6, Kapitel 4 gezeigt wird, erlauben die heute im Fernmeldenetz vorhandenen Übertragungseinrichtungen bereits in begrenztem Umfang die Übertragung von Bildfernsprechsignalen. Erweiterte und bessere Möglichkeiten bieten die für die Zukunft erkennbaren Übertragungssysteme.

Neben dem analogen Bildsignal und seiner Übertragung über Frequenzmultiplexsysteme werden in Zukunft vor allem auch digitalisierte, d. h. durch Quantisierung und Codierung in digitale Form umgewandelte Bildsignale an Bedeutung gewinnen. Die sich dabei ergebenden Bitraten können durch eine Quellencodierung reduziert werden, ohne daß die Qualität von Bild und Ton merklich beeinträchtigt wird. Zeitmultiplexsysteme erlauben die gleichzeitige Übertragung vieler Digital-signale auf ein und demselben Übertragungsmedium.

Für die Übertragung können die bekannten Kabel- und Richtfunk-systeme Verwendung finden. Größere Übertragungskapazitäten erwartet man durch die noch in der Forschung bzw. Entwicklung befindlichen neuen Übertragungsmedien.

Insbesondere die optische Nachrichtenübertragung auf Glasfasern hat vielversprechende Ansätze gemacht und könnte zu einer Reduzierung der Kosten für die Übertragung breitbandiger Signale führen.

Hierbei wird das Nutzsignal in Form eines Lichtstrahls im Innern einer dünnen Lichtleitfaser (Glasfaser) geführt. Voraussetzung ist, daß die Faser aus einem extrem lichtdurchlässigen Glas besteht, um auf technisch verwertbare Verstärkerabstände zu kommen. In den letzten Jahren wurden bei der Entwicklung solcher Glassorten große Fortschritte erzielt.

Um den Lichtstrahl in der Faser zu führen, muß diese einen bestimmten Aufbau haben. Ein Kern aus einer Glassorte mit höherem Brechungsindex muß von einer Glassorte mit einem niedrigeren Brechungsindex umgeben sein. Dadurch wird der Lichtstrahl immer nach innen abgelenkt und bleibt deshalb im Kern. Für die technische Realisierung gibt es verschiedene Möglichkeiten, wie aus Bild 5.3 zu ersehen ist.

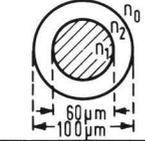
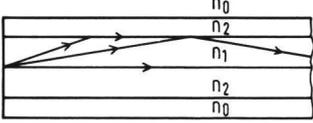
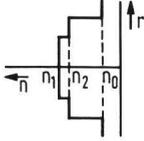
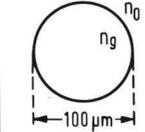
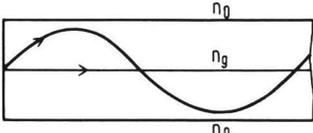
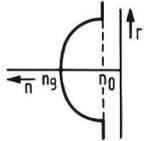
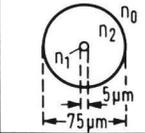
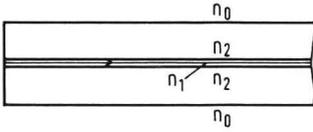
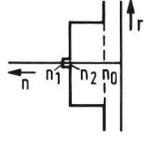
Lichtleitfaser	Querschnitt	Ausbreitung des Lichtstrahls	Brechungsindex
Kernfaser - Multimode			
Gradientenfaser			
Kernfaser - Monomode			

Bild 5.3 Aufbau und Wirkungsweise von Lichtleitfasern

Wenn der Kerndurchmesser groß gegenüber der Wellenlänge des verwendeten Lichtes ist, dann können sich viele Schwingungsformen in der Faser ausbilden und man spricht von einer Multimodefaser. Ist der Durchmesser jedoch so klein, daß sich nur ein Wellentyp ausbilden kann, dann nennt man dies eine Monomodefaser. Die Monomodefaser hat eine vergleichsweise viel höhere Übertragungskapazität, weil sich die übertragenen Lichtimpulse nicht so verbreitern, wie dies bei der Multimodefaser durch die verschiedenen Wellentypen mit unterschiedlicher Laufzeit der Fall ist. Die Impulse lassen sich deshalb zeitlich viel enger packen.

Die einzelnen Fasern werden mit einem Schutzmantel umgeben und zu einem Kabel vereinigt. Der Aufbau muß so gewählt werden, daß die Fasern keinen mechanischen Belastungen ausgesetzt sind. Das Kabel wird gewöhnlich noch einige Kupferadern für Dienstleitungen oder Fernspeisung der Zwischenverstärker enthalten.

Als weitere wesentliche Teile des Gesamtsystems sind neben den rein elektrischen Baugruppen noch die elektro-optischen Wandler an beiden Enden der Glasfaser zu nennen (Bild 5.4). Dabei treten weitere Probleme auf, deren Lösung noch nicht abgeschlossen ist. So soll die Lichteinkopplung aus dem Laser oder der Lichtemissionsdiode in die Glasfaser mit hohem Wirkungsgrad stattfinden, obwohl der Querschnitt der Faser sehr klein ist. Das gleiche gilt für die Lichtauskopplung am Ende der Faser. Ein ähnliches Problem tritt auf, wenn zwei Fasern miteinander verbunden werden sollen.

Trotz dieser noch offenen Punkte verspricht das Glasfaserkabel ein neues Übertragungsmedium zu werden, mit dem sich breitbandige Signale wirtschaftlich auch über große Strecken übertragen lassen. Hinzu kommt, daß sich der Grundstoff Glas in beliebiger Menge produzieren läßt.

5.4 Breitbandvermittlung

Es wird angenommen, daß die Vermittlung von Breitband-Analogsignalen im Raumvielfach erfolgt. Das Koppelnetz soll 5MHz-Breitbandsignale durchschalten. Für die Steuerung der Breitbandkoppelfelder und die Signalisierung wird vorausgesetzt, daß an den Orten, an denen sich Bildfernsehteilnehmer befinden, EWS-Vermittlungsstellen vorhanden sind.

Wenn die Übertragungstrecken des Breitbandnetzes in Digitaltechnik ausgeführt werden, ist es vorteilhaft, auch für das Durchschalten in den anschließenden Vermittlungsstellen die Digitalform der Breitbandsignale beizubehalten. Wegen der hohen Bitrate je Kanal kann dies beim heutigen Stand der Technik nur kanalweise geschehen; d. h., das Koppelnetz wird als reine Raumvielfach-Anordnung ausgeführt. Als obere Grenze für die Bitrate je Kanal können 64 Mbit/s angesehen werden.

Inwieweit in fernerer Zukunft digitale Breitbandsignale wirtschaftlich über Zeitvielfach-Koppelanordnungen durchgeschaltet werden können, ist heute noch nicht zu übersehen.

5.5 Netze zur Breitbandkommunikation

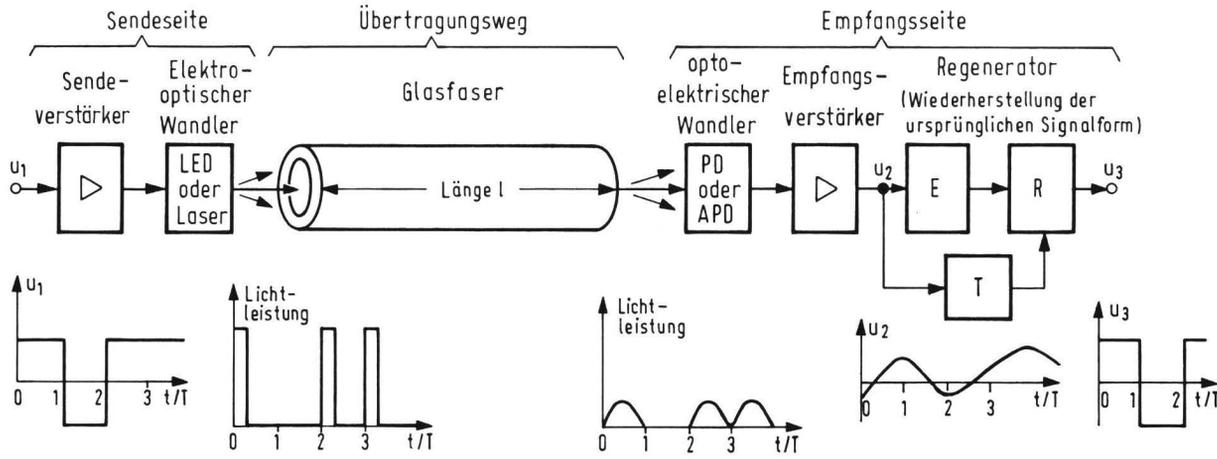
Vier verschiedene Lösungsvarianten für Breitbandvermittlungsnetze werden näher betrachtet und den Berechnungen zugrunde gelegt:

Lösung A – Breitbandnetz mit analoger Übertragung im Orts- und Fernnetz auf heute verfügbaren Medien

Lösung B – Breitbandnetz mit analoger Übertragung im Ortsnetz und digitaler Übertragung in der Fernebene auf heute verfügbaren Medien

Lösung C – Variante von Lösung B, bei der die Übertragung im Fernnetz auf Glasfaserkabeln erfolgt

Lösung D – Digitales Breitbandnetz mit dezentraler Vermittlung im Ortsnetz und optischer Nachrichtenübertragung



Glasfaser	Mögliche Bitrate	Sendeelement + -leistung	Empfangelement + notw. Leist.	Koppelverluste	Faserdämpfung	Verstärkerfeldlänge
Multimode - Faser	bis $40 \frac{\text{Mbit}}{\text{s}}$	LED 1 mW	APD 10 nW	20 dB	$5 \frac{\text{dB}}{\text{km}}$	6 km
Gradienten - Faser	ca. $100 \frac{\text{Mbit}}{\text{s}}$	Laser 10 mW	APD 10 nW	12 dB	$8 \frac{\text{dB}}{\text{km}}$	6 km
Monomode - Faser	ca. $1000 \frac{\text{Mbit}}{\text{s}}$	Laser 10 mW	APD 10 nW	15 dB	$5 \frac{\text{dB}}{\text{km}}$	7 km

LED: Lichtemissionsdiode
 PD: Photodiode
 APD: Avalanche-Photodiode
 E: Leitungsentzerrer
 T: Schaltung zur Taktrückgewinnung
 R: Schaltung zur Signalregenerierung
 Den Tabellenwerten zugrunde liegende Fehlerrate: 10^{-7}

Bild 5.4 Aufbau eines Glasfaser-Systems und Übertragungskapazität

Das analoge Breitbandnetz (Lösung A) baut auf dem vorhandenen Fernsprechnetz mit seiner Stern-Maschen-Struktur und seiner hierarchischen Gliederung auf. Die Übertragung und Durchschaltung der Bildsignale erfolgt in allen Netzebenen analog. Dabei können im Fernnetz die vorhandenen bzw. geplanten Frequenzmultiplex-Weitverkehrssysteme eingesetzt werden. Im Ortsnetz müssen für die Übertragung der breitbandigen Signale getrennte Aderpaare für die Hin- bzw. Rückrichtung eingesetzt werden. Dazu muß das Anschlußleitungsnetz – zumindest teilweise – modifiziert und gegebenenfalls ausgebaut, und das Verbindungsleitungsnetz durch Verlegen neuer, bündelgeschirmter, symmetrischer Kabel erweitert werden. Die Sprachübertragung erfolgt über das vorhandene Fernsprechnetz. Für die Vermittlung der Bildfernsprechsignale müssen Raummultiplex-Breitbandvermittlungen geschaffen werden. Ein derartiges Breitbandnetz könnte in mehreren Entwicklungsstufen in Erweiterung des heutigen Fernsprechnetzes entstehen.

Im Hinblick auf die hohen Kosten der Übertragung im Fernnetz ist von mehreren Fernmeldeverwaltungen vorgeschlagen worden, im lokalen Netz Bildfernsprechen nach der 5 MHz-Norm durchzuführen und diese Signale dann für den Weitverkehr, insbesondere auch bei internationalen Verbindungen, in Signale nach der 1 MHz-Norm umzuwandeln. Auch diese Variante der Lösung A (Lösung A') und ihre Kosten werden kurz betrachtet.

Lösung B unterscheidet sich von Lösung A nur insofern, als die Bildfernsprechsignale in der Fernebene (oberhalb des Ortsnetzes) digital anstatt analog übertragen werden. Damit wird der möglichen Entwicklung neuer, digitaler Weitverkehrs-Übertragungssysteme auf Koaxialkabeln Rechnung getragen.

Die Digitalisierung der Vermittlungen erscheint vorteilhaft, weil in dem auf diese Weise entstehenden integrierten Digitalnetz die teuren Analog/Digital-Umsetzer zwischen Übertragungstrecken und Vermittlungen weitgehend entfallen. Die Vermittlung erfolgt nach dem Raummultiplexverfahren. Ein Betrieb der Vermittlungsstellen im Zeitmultiplexverfahren erscheint wegen der hohen Bitrate der Breitbandsignale (64 Mbit/s) nicht sinnvoll.

Die Lösungen C und D sind am weitesten in die Zukunft projiziert, da sie von der noch in der Forschung befindlichen optischen Nachrichtenübertragung auf Glasfaserkabeln mit einer Bitrate von 1,2 Gbit/s ausgehen. Lösung C unterscheidet sich von Lösung B dadurch, daß die digitale Übertragung im Fernnetz auf Glasfaserkabeln anstatt auf Koaxialkabeln erfolgen soll. Dieses Glasfasernetz müßte parallel zum vorhandenen Übertragungsnetz erstellt werden.

Bei Lösung D wird das Bildfernsprechsignal einschließlich der Sprache bereits beim Teilnehmer digitalisiert und voll digital im Zeitmultiplex in allen Netzebenen übertragen. Dazu ist notwendig, auch in der Ortsebene ein völlig neues Netz aufzubauen, wobei angenommen

wird, daß zu diesem Zeitpunkt die Technik der optischen Übertragung technologisch ausgereift und wirtschaftlicher als die bisherige Übertragungstechnik ist. Das Fernnetz hat eine Stern-Maschen-Struktur wie bei den Lösungen A, B und C.

Dagegen wird im Ortsnetz das neue Prinzip der dezentralen Vermittlung eingesetzt. Bei diesem Verfahren sind alle Teilnehmer einer Netzgrundeinheit beispielsweise in Form eines Verzweigungsnetzes an einen einzigen, breitbandigen Strang aus zwei Glasfasern angeschlossen und senden bzw. empfangen ihre Nachrichten durch Belegen von Zeitplätzen eines Zeitrahmens auf der Sende- bzw. Empfangsfaser (Zeitmultiplex). Die an die Ein- und Auskoppelschaltungen angeschlossene Teilnehmerschaltung erfüllt dezentral Vermittlungsfunktionen. Da die Bitrate im Übertragungskanal sehr groß ist, können mehrere Dienste bzw. Telekommunikationsformen in einem derartigen System integriert werden, so z. B. Fernsprechen, Datenkommunikation, Bildfernsprechen und Kabelfernsehen. Bild 5.5 veranschaulicht dieses Prinzip.

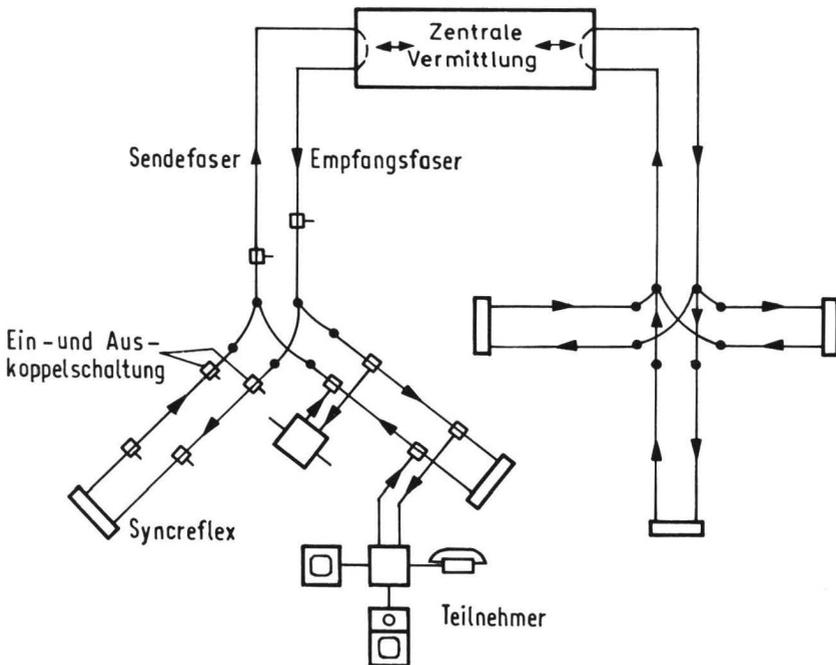


Bild 5.5 Prinzip einer dezentralen Vermittlung

5.6 Typischer Investitionsaufwand für Breitbandvermittlungsnetze zum Bildfernsprechen

Bevor die besonders wichtige Frage nach dem typischen Investitionsaufwand für Breitbandnetze behandelt wird, müssen zunächst einige Voraussetzungen für den Kostenvergleich genannt werden.

Betrachtet werden die Lösungen A, B, C und D, jeweils mit den Bedarfsannahmen (Ausbaugrade) I, II und III. Die Aufwendungen für diese Planungsmodelle basieren auf den Preiserwartungen 1975, umfassen weder die zusätzlichen Ausgaben während der Einführungsphase noch für den laufenden Betrieb und haben wegen der modellmäßigen Vereinfachungen nur orientierenden Charakter. Die angegebenen Zahlen sind selbstverständlich um so unsicherer, je weiter der Modellentwurf in die Zukunft weist. Während sich die Investitionsaufwendungen für das Netzmodell Lösung A noch mit ausreichender Genauigkeit übersehen lassen, sind die Kosten für das Netzmodell Lösung C und insbesondere Lösung D mit der dezentralen Vermittlung und der optischen Übertragung der Signale auf Glasfasern auf Vermutungen nach dem heutigen Stand des Wissens angewiesen.

Der angegebene Investitionsaufwand berücksichtigt die Übertragung und Vermittlung von Farb-Bildfernsehsprechsignalen mit 5 MHz Bandbreite. Die Möglichkeit, auch Farbbilder in einem Breitbandnetz für Bildfernsehen übertragen zu können, sollte von Anfang an bei einer evtl. Netzplanung berücksichtigt werden. Allerdings sind in diesem Fall die Kosten für das Endgerät beim momentanen Stand der Technik noch wesentlich höher als bei einem Schwarz/Weiß-Gerät. Bild 5.6 gibt eine graphische Darstellung der für die Übermittlung von Farb-Bildfernsehsprechsignalen erforderlichen Investitionen je Breitbandteilnehmer. Dabei wird vorausgesetzt, daß der zugehörige Fernsehanschluß bereits vorhanden ist. Trifft dies nicht zu, so müssen die dafür nötigen Investitionen von ca. 5000 DM je Teilnehmer noch hinzugefügt werden.

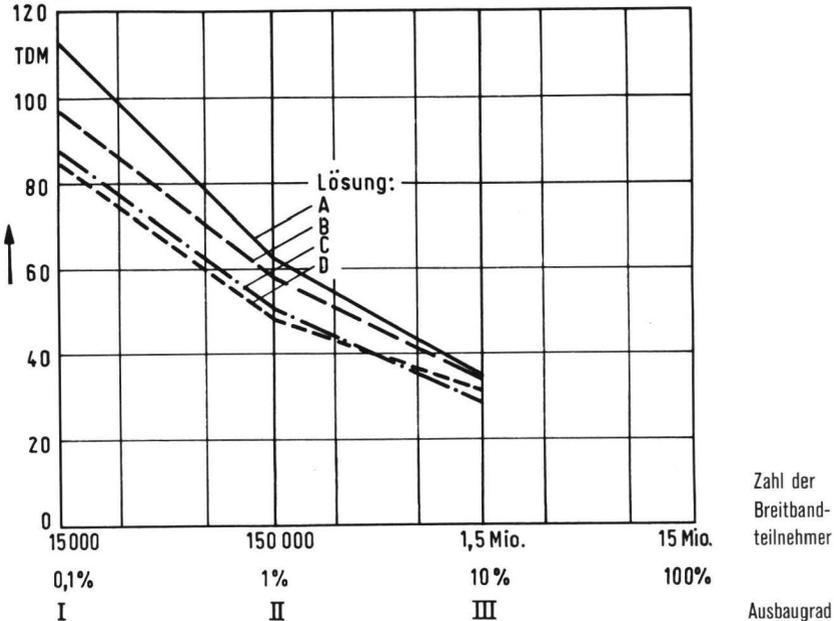
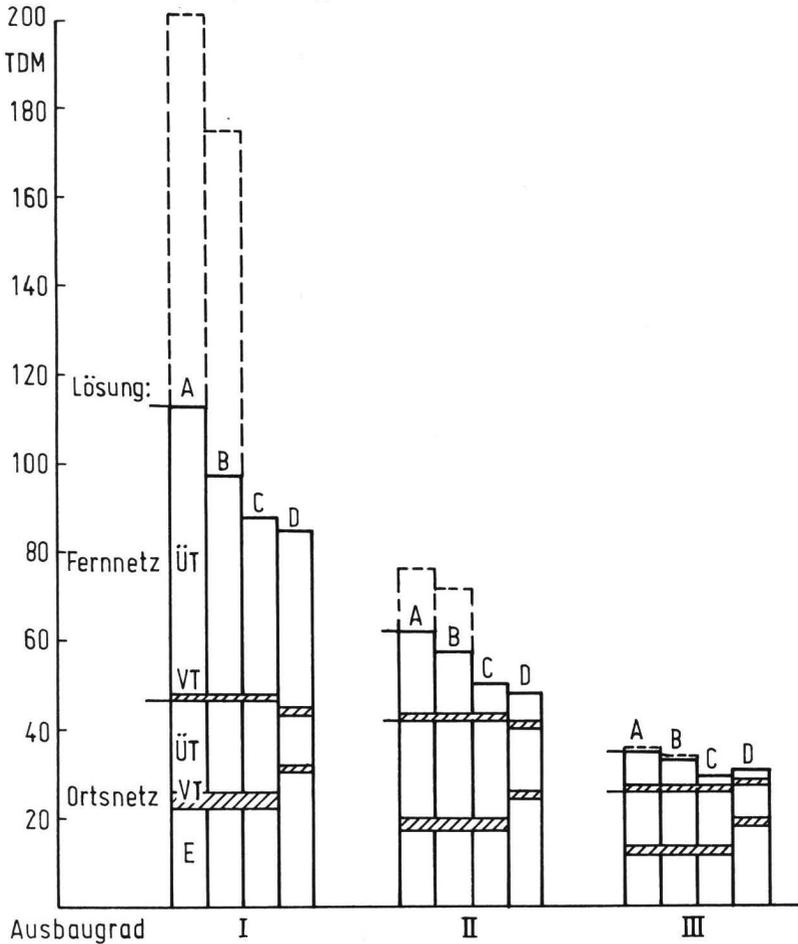


Bild 5.6 Investitionen je Breitband-Teilnehmer (5 MHz, Farbe)

Eine Gliederung der Investitionsanteile für die verschiedenen Netzlösungen (A bis D) und Ausbaugrade (I, II, III) für ein farbträchtiges Bildfernsehnetz ist in Bild 5.7 dargestellt. Man erkennt, daß bei niedrigen Ausbaugraden die Lösungen C und D weniger Investitionen als die beiden anderen Lösungen benötigen. Dies ist nahezu ausschließlich auf die niedrigeren Übertragungskosten über Glasfaserkabel im Fernnetz zurückzuführen, wobei die dafür eingesetzten Werte besonders unsichere Schätzwerte darstellen, da die wirklichen Kosten für die optische Übertragung über Glasfasern noch unbekannt sind. Im Ortsnetz sind die einzelnen Investitionsanteile zwischen den Lösungen A bis C einerseits und der Lösung D andererseits verschieden; die Summe der drei Anteile ist jedoch praktisch konstant.



Gestrichelt: Zusatzinvestitionen, falls bei Lösung A und B Kabel im Fernnetz neu verlegt werden müssen, die ausschließlich für Breitbandsignale genutzt werden.

Bild 5.7 Investitionsanteile je Breitband-Teilnehmer (5 MHz, Farbe)

Die Bilder 5.8 und 5.9 zeigen die Investitionen je Breitbandteilnehmer für Schwarz/Weiß-Signale nach der 5 MHz-Norm bzw. dem 1 MHz-Normvorschlag.

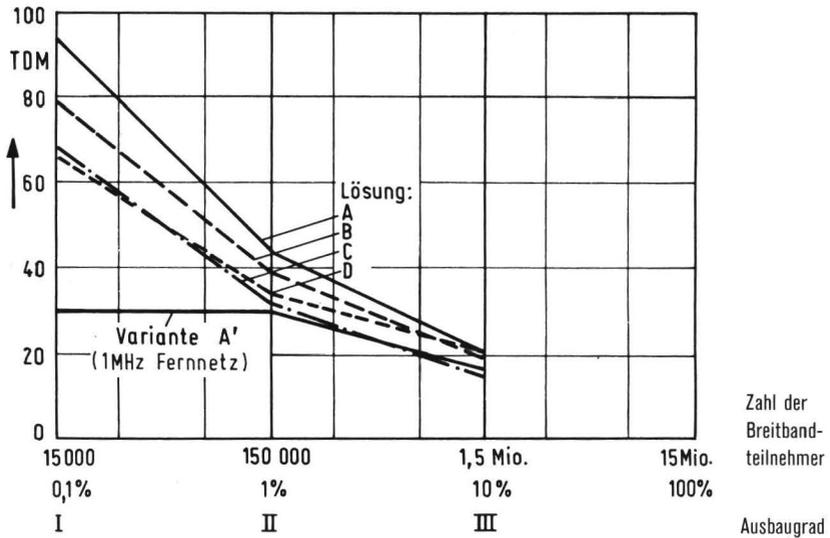


Bild 5.8 Investitionen je Breitband-Teilnehmer (5 MHz, Schwarz/Weiß)

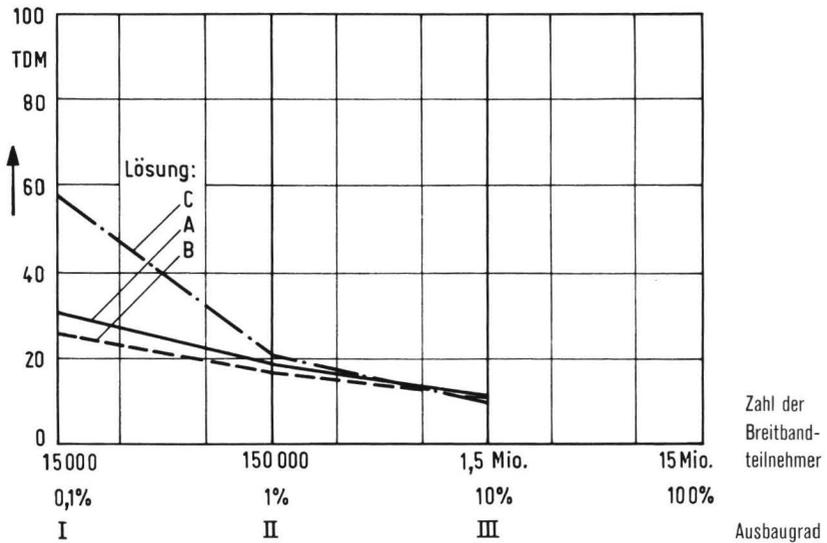


Bild 5.9 Investitionen je Breitband-Teilnehmer (1 MHz, Schwarz/Weiß)

Wie bereits erwähnt, bestehen Vorschläge bei Schwarz/Weiß-Bildfern- sprechen und Lösung A die 5 MHz-Norm im Ortsnetz und (mittels Normwandlung) die 1 MHz-Norm im Fernnetz einzusetzen. Bei dieser Variante A' der Lösung A würden sich, wie Bild 5.8 zeigt, merkliche Einsparungen ergeben, solange die Teilnehmerzahl gering ist. Allerdings ist damit auch eine Verringerung der Wiedergabequalität von Bewegtbildern verbunden.

Bei einer vergleichenden Betrachtung des Investitionsaufwandes für die Lösung D einerseits und die Lösungen A bis C andererseits ist zu beachten, daß die Lösung D nicht nur im Fernnetz, sondern auch im Ortsnetz neue Kabel (Glasfaser) verlegt werden müssen. Im Gegen- satz dazu wird bei den Lösungen A bis C für den Fall des Schwarz/ Weiß-Bildfernsprechens eine teilweise Mitbenutzung der im Ortsnetz bereits liegenden Kupferkabel vorgesehen. Falls bei Lösung D während der Einführungsphase das Glasfaserkabel nicht bis zum Teilnehmer, sondern nur bis zum Kabelverzweiger geführt wird, verringern sich die Investitionen bei Ausbaugrad II um ca. 11 000 DM, bei Ausbaugrad III um 8000 DM.

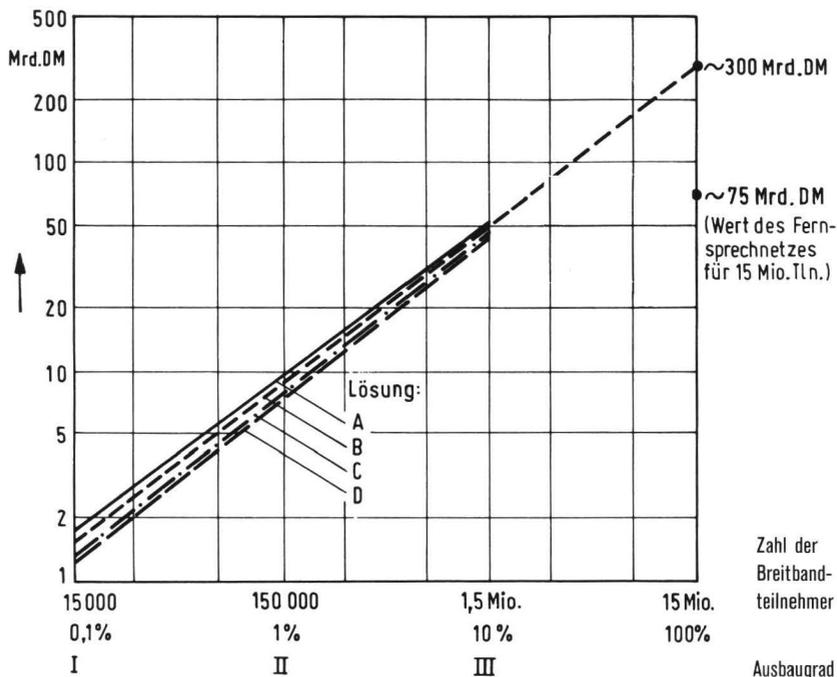


Bild 5.10 Gesamtinvestitionen für Breitbandnetz (5 MHz, Farbe)

Die Bilder 5.10 und 5.11 zeigen die für derartige Breitbandnetze erforderlichen Gesamtinvestitionen, wobei die Kurven – vorsichtig und selbst- verständlich mit großer Unsicherheit behaftet – auf den 100%-Wert extrapoliert wurden. Für den Fall, daß alle 15 Millionen Fernsprech- teilnehmer einen Bildfernsprechanschluß erhalten sollen, sind je nach

Norm und damit Qualitätsansprüchen, Investitionen in Höhe von etwa 100 bzw. 150 bzw. 300 Milliarden DM erforderlich. Sie sind zusätzlich zu den für 15 Mio. Hauptanschlüsse im Fernsprechnetz anzusetzenden, im wesentlichen bereits getätigten Investitionen in Höhe von etwa 75 Milliarden DM notwendig.

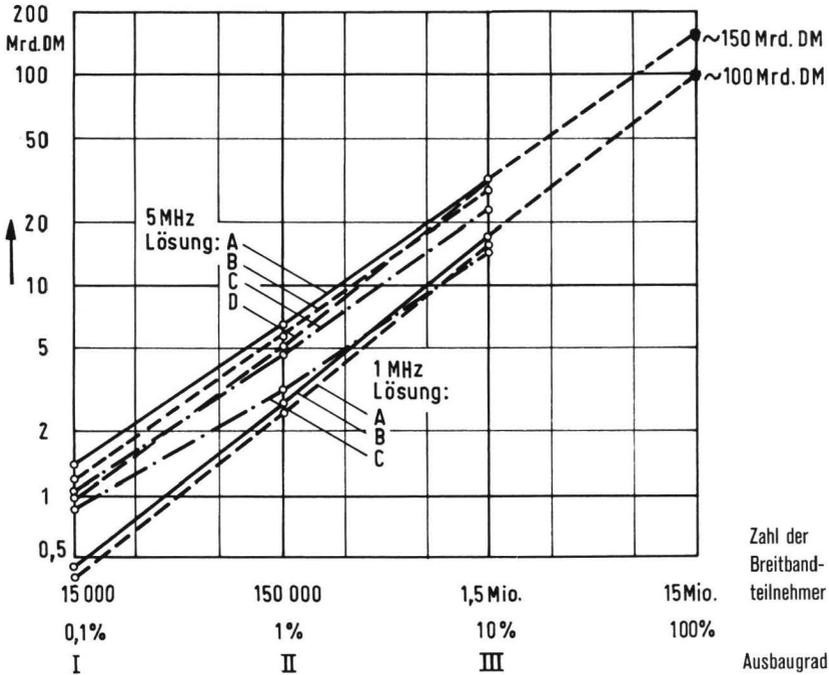


Bild 5.11 Gesamtinvestitionen für Breitbandnetz (Schwarz/Weiß)

Eine grobe Abschätzung ergab auch, daß die bei einer Integration eines Kabelfernseh-Verteilnetzes mit einem Breitbandvermittlungsnetz durch gemeinsame Nutzung der Kabel in den Netzausläufern möglichen Einsparungen gering sind und in der Regel nicht realisiert werden können, da die beiden Teilnehmergruppen meist geographisch anders verteilt sind und der Ausbau in verschiedenen Zeiträumen erfolgt.

Die in diesem Bericht für die Breitbandkommunikation aufgezeigten Netzmodelle können nur realisiert werden, wenn durch intensive Forschung und Entwicklung das zu beschreitende Neuland erschlossen und technisch einsatzfähige, kostengünstige Lösungen erarbeitet worden sind. Dies gilt vor allem für die mehr in die Zukunft gerichteten Netzmodelle C und D und die darin verwendete optische Übertragung auf Glasfasern.

6 Zusammenfassende Wertung

6.1 Breitbandvermittlungsnetz

Untersucht man die Möglichkeiten für zukünftige Formen der Telekommunikation, so taucht die Vision auf von einem Telekommunikationssystem der Zukunft, in dem jeder Teilnehmer mit jedem anderen in Ton und Bild und durch den Austausch von Daten kommunizieren kann. Sollen dabei auch Bewegtbilder, wie sie beispielsweise beim Bildfernsprechen auftreten, mit zufriedenstellender Qualität übermittelt werden, so sind Kanäle erforderlich, die im Vergleich zum Fernsprechanal etwa 1000fach größere Bandbreite besitzen. Es ist evident, daß das für die Sprachübertragung geschaffene Fernsprechnet nicht in der Lage ist, diese zweiseitig gerichtete, teilnehmerindividuelle Breitbandkommunikation zu ermöglichen. Derartige Anforderungen können nur in einem neuen Breitbandnetz mit vermittelten Verbindungen verwirklicht werden. Eher gilt, daß ein so gestaltetes Breitbandnetz weitere schmalbandige Dienste, wie z. B. Fernsprechen oder auch Datenkommunikation mittragen könnte, so daß dann das Konzept eines vollintegrierten Kommunikationsnetzes entstehen würde.

Breitbandnetze mit vermittelten Verbindungen weisen weit in die Zukunft und sind bisher nirgendwo in nennenswertem Umfang erprobt. Vor ihrer Verwirklichung bedarf es noch der Klärung vieler technischer Fragen in intensiver Forschung und Entwicklung. Es bedarf aber auch der Untersuchung der von den Teilnehmern geäußerten Bedürfnisse und des sich notwendigerweise an der Kostenfrage orientierenden Bedarfs. Denn gerade hier klaffen der allgemeine Wunsch nach zukünftiger Kommunikation und die wirtschaftliche Kraft, ihn zu verwirklichen, besonders stark auseinander.

Wie die Untersuchungen des Arbeitskreises „Technik und Kosten“ gezeigt haben, würde ein bundesweites Breitbandvermittlungsnetz für Bildfernsprechen beim heutigen Stand der Technik Investitionen in Höhe von 100 bis 300 Mrd. DM erfordern. Neue Ansatzpunkte für eine kostengünstigere Realisierung des Netzes könnten in fernerer Zukunft von technologischen Fortschritten (z. B. von der optischen Übertragung auf Glasfasern) ausgehen. Entscheidend für die Einführung des Bildfernsprechens im privaten Bereich ist vor allem auch der Preis für das Bildfernsprechgerät selbst. Der Arbeitskreis „Technik und Kosten“ hat in der in Kapitel 5 beschriebenen Untersuchung der für ein Bildfernprechnet nötigen Investitionen den Preis für ein Schwarz/Weiß-Endgerät, abhängig von der Stückzahl, auf DM 2500,- bis DM 4500,- geschätzt. Sollten diese Werte durch größere technologische Fortschritte merklich unterschritten werden, so verbessern sich die Einführungschancen dieser Telekommunikationsform wesentlich.

Bild 6.1 zeigt den nachrichtentechnischen Aufwand verschiedener Telekommunikationsnetze. Das nur in einem Breitbandvermittlungsnetz durchführbare Bildfernsprechen erlaubt nicht nur den höchsten Grad

an Individualität, es benötigt wegen der Übertragung von Bewegtbildern außerdem Videobandbreite und erfordert daher auch den größten Aufwand. Bei einem Versorgungsgrad von 100% entfallen auf den einzelnen Bildfernsehteilnehmer Investitionen von mehr als 10 000,- DM für die Bildübertragung zuzüglich zu den Investitionen für den dazugehörigen Fernsprechananschluß (5000,- DM). Die Annahme, daß jeder Fernsprechteilnehmer auch am Bildfernsehen teilnehmen möchte, ist jedoch unrealistisch. Bei kleineren Teilnehmerzahlen erhöhen sich die Investitionen je Teilnehmer beträchtlich.

6.2 Breitbandverteilstz

Auch für den Fernseh Rundfunk müssen Bewegtbildsignale mit 5 MHz Bandbreite übertragen werden. Im Gegensatz zum Bildfernsehen weist der Fernseh Rundfunk - ebenso wie der Hörfunk - jedoch den niedrigsten Grad an Individualität auf, da die Fernseh- und Hörfunkprogramme über Funknetze an alle Teilnehmer ausgestrahlt werden. Soll die Programmvielfalt erhöht werden, so muß man wegen der Frequenzknappheit ein Kabelverteilstz einsetzen. In Form der Großgemeinschafts-Antennenanlagen gibt es bereits eine Vielzahl derartiger Verteilstze. Der Schritt zum Kabelfernsehen ist dann nicht mehr eine Frage der Technik, sondern der Nutzung.

Wie Bild 6.1 und die in Kapitel 4 angegebenen Schätzwerte zeigen, liegen die Investitionskosten für Verteilstze wesentlich niedriger als für Vermittlungsnetze. Trotzdem würde der Investitionsaufwand für ein bundesweites Kabelfernsehtz einschließlich der regionalen und überregionalen Verbindungen immer noch in der Größenordnung von 25 Mrd. DM liegen. Im Mittel ergibt sich ein Betrag von etwa 1100 DM je Teilnehmer. Wenn auch momentan kein akuter Bedarf für die Realisierung eines derartigen Kabelfernsehtzes besteht, so sollte doch darauf geachtet werden, daß die in den Städten und Gemeinden entstehenden Großgemeinschafts-Antennenanlagen als Netzinseln später in einem überregionalen und bundesweiten Netz Verwendung finden können.

Natürlich bietet sich auch an, dieses Kabelnetz zusätzlich zu nutzen. So kann durch Einführen von Zwei-Wege-Verbindungen der Fernsehteilnehmer aus seiner Zuschauerrolle heraustreten und sich aktiv am Kommunikationsprozeß beteiligen. Derartige Kabelfernsehtze stellen wegen ihrer Verteilststruktur aber keinen ersten Schritt zu einem allgemeinen, integrierten Breitbandkommunikationsnetz der Zukunft dar, in dem Bewegtbilder zwischen beliebigen Teilnehmern übertragen werden könnten. Die technische Gestaltung des Rückkanals und insbesondere die Art der auf ihm verwirklichten Telekommunikationsformen und der dazu notwendigen Endgeräte ist noch offen und sollte daher in Pilotprojekten näher untersucht werden.

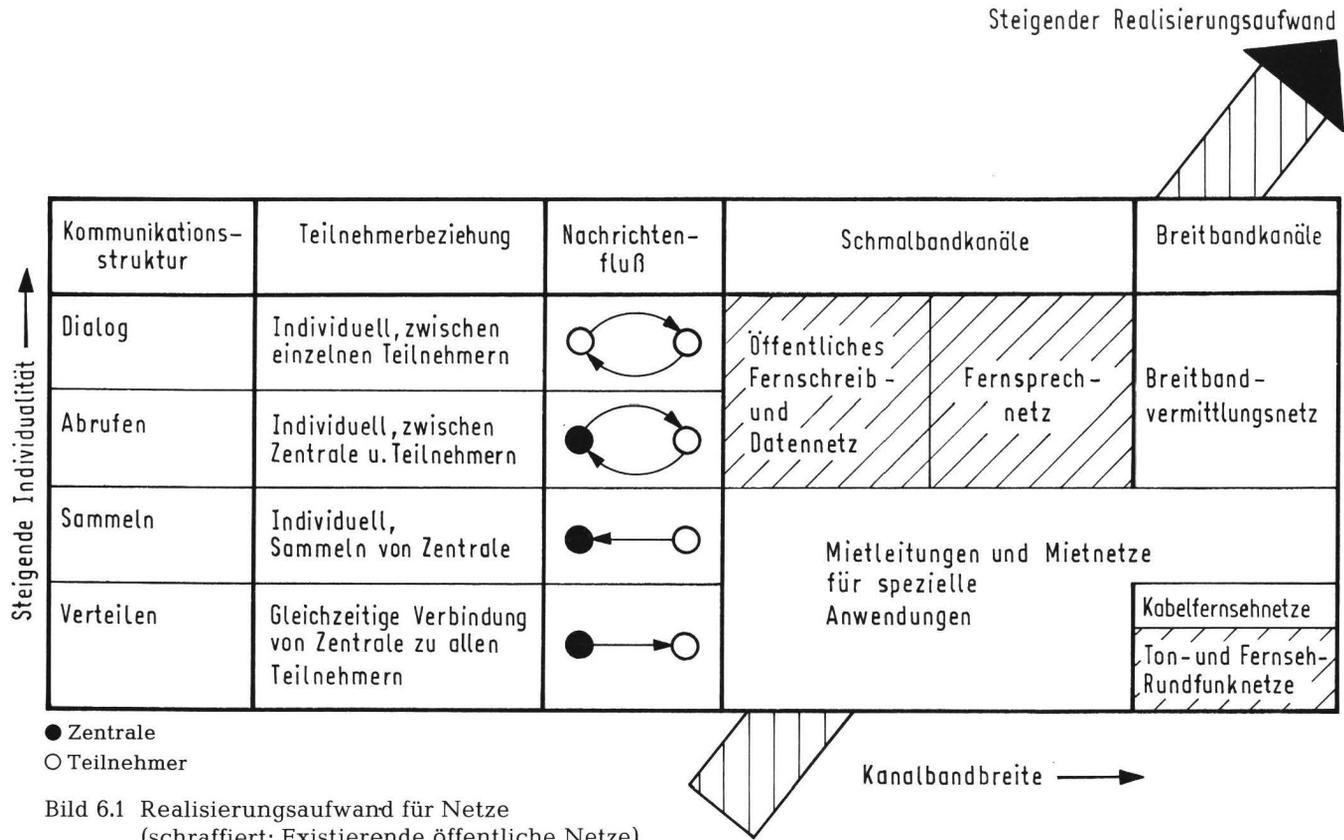


Bild 6.1 Realisierungsaufwand für Netze
(schraffiert: Existierende öffentliche Netze)

6.3 Bestehende Netze und die in ihnen realisierbaren Telekommunikationsformen

Wie die Untersuchungen des Arbeitskreises „Technik und Kosten“ gezeigt haben, benötigt man Breitbandvermittlungs- bzw. -verteilnetze nur für die Übermittlung von Bewegtbildern. Alle anderen bestehenden oder neuen Telekommunikationsformen lassen sich im schmalbandigen Fernsprech- bzw. im Fernschreib- und Datennetz, d. h. in existierenden Netzen, abwickeln. Eine weitere Verbreitung dieser Netze bringt mit relativ geringem Investitionsaufwand die bestehenden Möglichkeiten einer individuellen Telekommunikation nicht nur einer größeren Zahl von Mitbürgern nahe; sie stellt auch die Basis für die in Kapitel 3 beschriebenen neuen Telekommunikationsformen dar.

Vor der Einführung dieser neuen Telekommunikationsformen muß geprüft werden, ob die vorhandenen Netze den zu erwartenden Verkehr aufnehmen können. Tabelle 6.2 stellt die Schätzwerte für den Verkehr einiger besonders wichtiger, neuer Telekommunikationsformen den Verkehrskapazitäten der bestehenden Netze gegenüber. Alle anderen der in Kapitel 3 behandelten Telekommunikationsformen tragen in nur geringem Maße zum Verkehr in den existierenden Netzen bei.

Das Fernsprechnet (genauer der Anteil des Weitverkehrsnetzes) weist mit 72 000 Erlang sowohl vom Verkehr als auch von der übertragbaren Informationsmenge her gesehen mit Abstand die größte Kapazität auf. (Wenn jede Leitung mit 4800 bit/s genutzt wäre, würde die übertragbare Informationsmenge ca. $1240 \cdot 10^9$ bit in der Stunde erreichen.)

Die im Telexnetz und im öffentlichen Fernschreib- und Datennetz übertragbare Informationsmenge ist viel niedriger. Der größte Anteil der Leitungen ist hier für 50 bit/s vorgesehen.

Dementsprechend ergeben sich aufgrund des Verkehrs der betrachteten neuen Kommunikationsformen folgende Konsequenzen für die Netze:

- Bei Einführung des Bürofern Schreibens müßte die Kapazität des Fernschreib- und Datennetzes mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 300 bit/s entsprechend ausgebaut werden. Im Fernsprechnet wäre kein Mehrausbau erforderlich, doch müßten Modems eingesetzt werden.
- Bildschirmtext und Fernkopieren (Gruppe 2) sind, vom Gesamtverkehr her gesehen, im Fernsprechnet ohne besonderen Mehrausbau übertragbar.
- Fernkopieren (Gruppe 3) würde für die Leitungen mit 2400 bit/s des Fernschreib- und Datennetzes eine merkliche Verkehrssteigerung bedeuten, die durch entsprechenden Ausbau zu berücksichtigen wäre.

Neue Telekommunikationsform	Übertragungsgeschwindigkeit (digital) bzw. Bandbreite (analog)	Teilnehmeranzahl	Vorgänge pro Tag und Teilnehmer	Vorgangsdauer ¹⁾ (Belegungsdauer)	Informationsmenge pro Tag und Teilnehmer (bei digitaler Übertragung)	Hauptverkehrsstunde (HVSt)	Verkehr pro Teilnehmer in HVSt (abgehend)	Gesamtverkehr in HVSt ²⁾	äquivalente Informationsmenge in HVSt (bei digitaler Übertragung)
							(bei jeweiliger Bandbreite bzw. Übertragungsgeschwindigkeit)		
Bürofern schreiben	300 bit/s	150 000	6 Seiten	80 s	144 000 bit	16 – 17 h	0,04 Erl	6 000 Erl (300 bit/s)	$6,5 \cdot 10^9$ bit
Bildschirmtext	1 200 bit/s	150 000	0,2 Dialoge	15 min	216 000 bit	18 – 19 h	0,05 Erl	7 500 Erl (1 200 bit/s)	$32 \cdot 10^9$ bit
Fernkopieren (Gr. 2) ⁶⁾	3 400 Hz	100 000	10 Seiten	3 min	–	16 – 17 h	0,06 Erl	6 000 Erl (3 400 Hz)	–
Fernkopieren (Gr. 3) ⁶⁾	2 400 bit/s	17 000	25 Seiten	75 s	$4,5 \cdot 10^6$ bit	16 – 17 h	0,06 Erl	1 000 Erl (2 400 bit/s)	$8,65 \cdot 10^9$ bit
Elektronische Briefübermittlung	4 800 bit/s ³⁾ (Fernnetz)	–	–	ca. 30 s	–	23 – 7 h	–	18 000 Erl ⁴⁾ (4 800 bit/s)	$300 \cdot 10^9$ bit
Telexnetz (1975)	50 bit/s	105 000	10 Fernschr.	70 s	35 000 bit	16 – 17 h	0,085 Erl	8 900 Erl (50 bit/s)	$1,6 \cdot 10^9$ bit
Fernschreib- und Datennetz (1980) ⁵⁾	50 bit/s 300 bit/s 2 400 bit/s	130 000 7 000 5 000	10 Fernschr.	70 s 80 s 20 s		16 – 17 h	0,085 Erl 0,1 Erl 0,1 Erl	11 050 Erl (50 bit/s) 700 Erl (300 bit/s) 500 Erl (2 400 bit/s)	$7 \cdot 10^9$ bit
Fernsprechwählnetz (1975; Fernnetz)	3 400 Hz 2 400 bit/s 4 800 bit/s ³⁾	$15 \cdot 10^6$	–	190 s (Fernsprechen)	–	10 – 11 h		72 000 Erl (3 400 Hz)	$620 \cdot 10^9$ bit $1 240 \cdot 10^9$ bit

¹⁾ einschl. Verbindungsauf- und -abbau sowie erfolglose Anrufversuche

²⁾ Verkehrswerte dürfen nur nach Umrechnung auf die gleiche Übertragungsgeschwindigkeit verglichen oder addiert werden

³⁾ unter der Annahme, daß für die elektronische Briefübermittlung Modems für 4 800 bit/s eingesetzt werden können

⁴⁾ unter der Annahme, daß 15 Mio. Sendungen/Tag übertragen werden

⁵⁾ ohne Bürofernschreibverkehr, mit Telexverkehr

⁶⁾ siehe Tabelle 3.10

Tabelle 6.2 Schätzwert zum Verkehr ausgewählter Telekommunikationsformen

- Elektronische Briefübermittlung kann nur dann ohne Mehrausbau des Fernsprech-Weitverkehrsnetzes eingeführt werden, wenn der Verkehr in Zeiten außerhalb der heutigen Hauptverkehrsstunden abgewickelt wird.

Da beide Netze, das Fernsprechnet und das öffentliche Fernschreib- und Datennetz, wenn auch mit unterschiedlicher Dichte, flächen-deckend sind und damit jeden Teilnehmer erreichen, wird man je nach Telekommunikationsform das eine oder das andere Netz bevorzugen. Für analoge Signale, z. B. Sprache, ist nur das Fernsprechnet geeignet. Für digitale Signale kommt vorzugsweise das Datennetz in Frage. Im Prinzip können digitale Signale auch im Fernsprechnet übertragen werden, doch benötigt man dazu Modems. Das Datennetz weist im Vergleich zum Fernsprechnet weniger Störungen auf und hat spezielle auf die Datenübermittlung abgestimmte Leistungsmerkmale.

Die Verbreitung der neuen Telekommunikationsformen hängt weniger von den Netzen als vielmehr von der Art der Nutzung und insbesondere vom Preis der Endgeräte ab. Hier könnten technologische Fortschritte einen tiefgreifenden Einfluß haben.

