

Zeitschrift:	Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri
Herausgeber:	Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe
Band:	58 (1980)
Heft:	9
Artikel:	Neue internationale Normen für die Datenübertragung. 1. Teil
Autor:	Kündig, Albert
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-875892

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 24.01.2026

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

Neue internationale Normen für die Datenübertragung (1. Teil)

Albert KÜNDIG, Bern

006(100):621.376.037.37.37:654.146::621.376.037.37:681.327.8

Zusammenfassung. Nachdem sich die Datenübertragung bisher fast ausschliesslich festgeschalteter oder vermittelter Kanäle des Telefonnetzes bedient hat, ist mittelfristig eine Verlagerung auf neue, spezialisierte Datennetze vorauszusehen. Verschiedene internationale Gremien haben dafür Empfehlungen aufgestellt, die weit über die bisherigen Normen für Modems hinausgehen. Begriffe wie netzsynchrone Datenübertragung, Paketvermittlung und Architektur von Datennetzen nehmen einen wichtigen Platz ein; sie werden kurz erläutert und die wichtigsten Normen in ihrem gegenseitigen Zusammenhang erklärt. Als Ausblick wird auch auf die Frage eingegangen, wie längerfristig die Datenübertragung in dienstintegrierten digitalen Fernmeldenetzen abgewickelt werden könnte.

Nouvelles normes internationales concernant la transmission de données (1^{re} partie)

Résumé. Jusqu'ici, la transmission de données s'est déroulée presque exclusivement sur des voies de circuits point à point ou commutés du réseau téléphonique. A moyenne échéance, on peut prévoir un décalage en faveur de nouveaux réseaux de données spécialisés. A cet effet, de nombreux organismes internationaux ont publié des recommandations qui dépassent largement les normes actuellement en vigueur pour les modems. Des notions telles que transmission de données sur réseau synchrone, commutation par paquets et architecture de réseaux de données prennent une place importante; l'auteur les explique succinctement ainsi que les relations qui les caractérisent. Au chapitre des perspectives, on examine comment les transmissions de données se dérouleront à longue échéance dans des réseaux numérisés avec intégration de services.

Norme internazionali nuove per la trasmissione di dati (1^a parte)

Riassunto. A media scadenza si tende a servirsi di reti speciali nuove per la trasmissione dei dati, al posto dei canali fissi o commutati via la rete telefonica finora usati quasi esclusivamente. Diversi organi internazionali hanno elaborato delle raccomandazioni in merito, che non si limitano soltanto alla descrizione delle presenti norme per modem. I termini come trasmissione sincrona di dati, trasmissione a pacchetto e struttura di reti di dati sono di notevole importanza. L'autore li descrive brevemente e spiega il nesso tra le singole norme più importanti. Per terminare è sollevato il problema come, a lunga scadenza, la trasmissione di dati può continuare a far capo alle reti delle telecomunicazioni digitali integrate nei servizi esistenti.

1 Einleitung

In den sechziger Jahren hat sich für die Datenübertragung eindeutig das Telefonnetz durchgesetzt, und noch heute werden fast alle Datenverbindungen über festgeschaltete oder vermittelte Kanäle dieses ursprünglich gar nicht so universell konzipierten Systems aufgebaut. Kernstück der Datenübertragung im Telefonnetz ist das *Modem*, das die Anpassung (*Modulation* und *Demodulation*) der digitalen Datensignale an die Eigenschaften des analogen Telefonkanals vornimmt. Da sich die Datenübertragung im übrigen vollumfänglich an die Gegebenheiten des Telefonnetzes anpasste, also praktisch ausnahmslos auf besondere Massnahmen bei der Signalisierung, der Durchschaltung in Zentralen und in der Übertragungstechnik verzichtet wurde, lag auch das Schwergewicht der Normierung bei der Spezifikation von Modems und deren Schnittstellen zu den Datengeräten des Teilnehmers.

Mit den Fortschritten der elektronischen Technologie ging in den vergangenen 15 Jahren die Entwicklung immer leistungsfähigerer Modems einher. Begünstigt wurde diese Tendenz durch eine allgemeine Hebung der Übertragungsqualität des Telefonnetzes selbst, die sich zum Beispiel in der Beseitigung stark pupinisierter Übertragungsstrecken und der Ausbreitung der Vierdrahttechnik kennzeichnet. Heute scheint man mit dieser Entwicklung an Grenzen zu stossen, die in Datenübertragungsgeschwindigkeiten von 4800 bit/s für Teile des Wählnetzes und 9600 bit/s für ausgesuchte Mietleitungen liegen.

Es sind aber nicht vornehmlich diese Geschwindigkeitsgrenzen, die vor etwa zehn Jahren Studien und Entwicklungsarbeiten in Richtung neuer Datenübertragungs- und -vermittlungstechniken auslösten, sondern auch die folgenden Gründe:

- die für gewisse Anwendungen mangelhafte Dienst- und Übertragungsqualität
- die durch die moderne Technologie gegebenen Möglichkeiten, die Datenübertragung über besondere Stromkreise kostengünstiger zu betreiben (Multiplextechnik)
- neue Forderungen an die Gestaltung von Datenübertragungsnetzen, die mit der Tendenz zur Dezentralisierung in der Datenverarbeitung einhergehen

Dieser Entwicklung konnten sich auch die Schweizerischen PTT-Betriebe nicht verschliessen, und bereits 1970 wurden Studien für folgende Projekte in Angriff genommen:

- digitales Standleitungsnetz für Übertragungsgeschwindigkeiten bis 64 kbit/s
- Datenwählnetz (*Elektronisches Telegrafie- und Datenwählsystem EDW*) für Übertragungsgeschwindigkeiten von 50 Bd bis 9600 bit/s

Während das digitale Standleitungsnetz auf der Mittelandtransversale Genf-Zürich in Betrieb steht und laufend weiterausgebaut wird [1], erwies es sich als wesentlich schwieriger, ein befriedigendes Konzept für das Datenwählsystem EDW zu finden. Dies nicht zuletzt wegen der während Jahren unklaren Verhältnisse der internationalen Normierung und der Absichten anderer Länder. Erst Studien, die 1978 abgeschlossen wurden und über die in einem weiteren Beitrag berichtet wird, führten zu einem sogenannten *Datenkonzept*. Dieses sieht vor, den künftigen Datenübertragungsbedürfnissen auf vier verschiedene Arten zu entsprechen:

1. Mit dem PCM-Fernleitungsnetz für Telefonie, Datenübertragung und Telex
2. Mit dem System EDWA zur Vermittlung von Telex- und asynchronen Datenkanälen bis 300 Bd [2]

3. Mit dem System EDWP [3] zur Vermittlung und Übertragung paketformer Daten, ergänzt durch einen Anschluss an das europäische Paketvermittlungsnetz EURONET [4]
4. Mit der Leitungsvermittlung von Datenkanälen

Die erste EDWA-Zentrale wurde 1979 in Betrieb genommen, und das EDWP-Netz soll seine Funktion voraussichtlich 1981 aufnehmen. Die Leitungsvermittlung befindet sich noch im Studium, wobei vor allem die Verwendung des in erster Linie für die Telefonie entwickelten IFS-Systems [5] im Vordergrund steht.

Mit diesen Systemen wird es nötig, technische Vorschriften aufzustellen, die weit über das Teilnehmeranschlussgerät (bisher das Modem) hinausgehen und neben neuen Schnittstellen auch die Signalisierung, die Multiplextechnik und die Vermittlung umfassen. Ziel dieses Artikels ist es, die internationalen Normen, die solchen Vorschriften zugrunde liegen, im Zusammenhang darzustellen und gleichzeitig die wichtigsten Begriffe der modernen Datenübertragungstechnik zu erläutern.

2 Bisherige Datenübertragungstechnik als Ausgangspunkt für neue Normen

Die Ansätze für neuartige Formen der Datenübertragung ergeben sich natürlicherweise aus einer kritischen Einschätzung der Möglichkeiten und Grenzen der bisherigen Technik. Im Rahmen einer solchen Betrachtung soll dieser Abschnitt auch einen Abriss der wichtigsten bisherigen Normen enthalten. Diese sind als Serie V der CCITT-Empfehlungen bekannt und in [6] enthalten.

Bei der Datenübertragung im Telefonnetz sind zwei Möglichkeiten zu unterscheiden:

- *Benutzung des Telefonwählnetzes*

Das Telefonwählnetz eignet sich für die Datenübertragung, wenn die Endgeräte nur gelegentlich in Betrieb sind und an die Qualität der Übertragung beziehungsweise die Geschwindigkeit nicht zu hohe Ansprüche gestellt werden. Figur 1 zeigt schematisiert ein derartiges Datennetz, im besonderen auch, dass die Telefonzentralen zur Verkehrskonzentration herbeigezogen werden. Der Benutzer des Telefonwählnetzes besitzt ferner den Vorteil, unterbrochene oder gestörte Verbindungen neu aufzubauen (solange seine Teilnehmerleitung in Ordnung ist).

- *Benutzung von Standleitungen («Mietleitungen»)*

Die Benutzung von festgeschalteten Leitungen drängt sich vor allem auf, wenn an die Übertragungsqualität und die Geschwindigkeit höhere Ansprüche gestellt werden sowie wenn die gleichen Endgeräte über längere Zeit miteinander Daten austauschen. Figur 2 zeigt ein typisches Standleitungsnetz in der Form eines *Mehrpunktnetzes*, in dem mit *Verzweigungsschaltungen* (im Prinzip eine Parallelschaltung) die Zahl der nötigen Leitungen beziehungsweise deren totale Länge minimal gehalten wird.

Die abwechslungsweise Benützung einer Leitung durch verschiedene Endgeräte kann nur auf Kosten der mittleren Datenrate je Endgerät erreicht werden. Außerdem muss mit *Steuerprozeduren* der Datenverkehr geregelt werden. Meistens übernimmt ein besonders ausgezeichnetes Endgerät die entsprechenden Steuerfunktionen. Man spricht dann von einem *zentralisierten Mehrpunktnetz*.

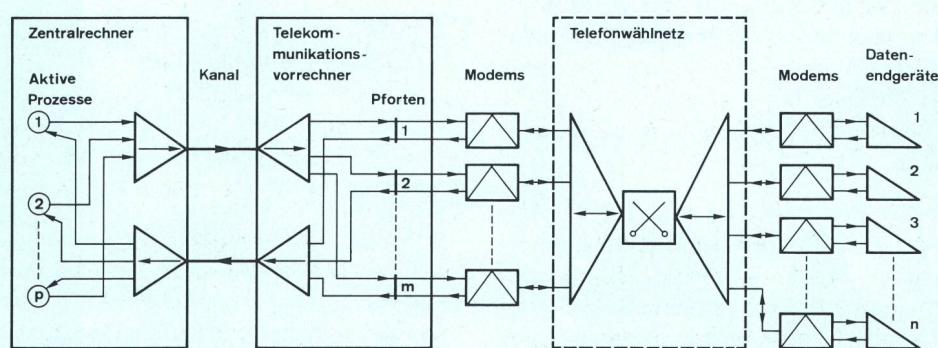


Fig. 1
Datennetz auf der Basis des Telefonwählnetzes

Normalfall: Totale Zahl Endgeräte $n \geq$ Anzahl Pforten m (Zahl der aktiven Endgeräte $p \leq m$)

▷ Multiplexierung, Konzentration

▷ Demultiplexierung, Expansion

☒ Modem (Datenanschlussgerät, DCE)

△ Datenendgerät (DTE)

☒ Leitungsvermittlung

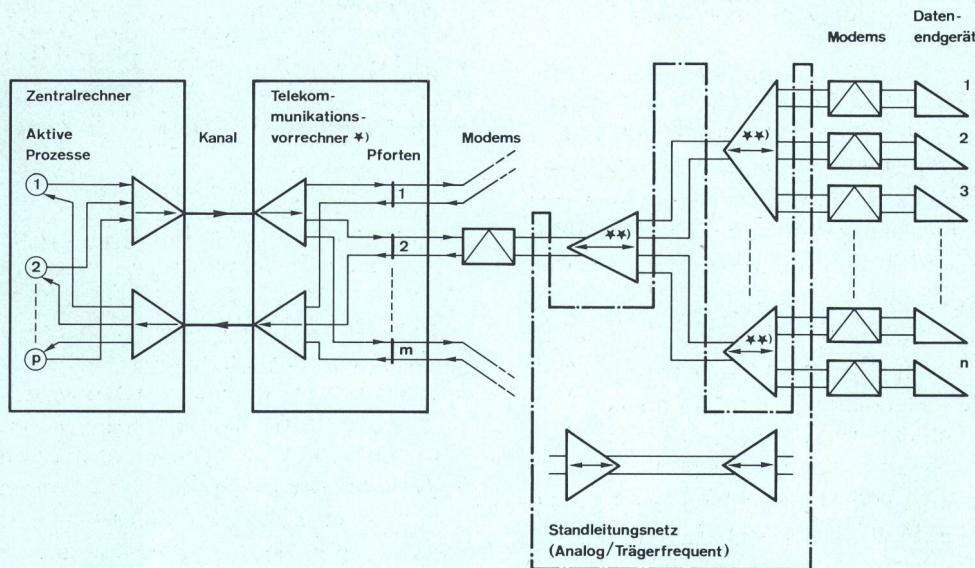


Fig. 2

Mehrpunkt-Standleitungsnetz (Ausschnitt: Ast einer Pforte)
Netto-Datenrate je Endgerät < (Datenrate je Pforte): n

- ▷ Multiplexierung, Konzentration
 - ▷ Demultiplexierung, Expansion
 - ☒ Modem (Datenanschlussgerät, DCE)

21 Teilnehmerschnittstelle

Von grosser Bedeutung ist die Definition einer einheitlichen Schnittstelle zwischen Datenendgerät (DTE = *Data-Terminal Equipment*) und PTT-Netz mit dem Modem als Endpunkt (DCE = *Data-Circuit Terminating Equipment*) gemäss *Figur 3*. Diese wurde für die Datenübertragung im Telefonnetz wie folgt festgelegt:

- funktionelle Kennwerte: CCITT-Empfehlungen V.24 und V.25
 - elektrische Kennwerte: CCITT-Empfehlung V.28
 - mechanische Kennwerte
 - Stiftbelegung: ISO-Standard 2110—1972
 - Stecker: IEC-Normenentwurf 48 B/96/1975

Obschon mit diesen Normen die Datenübertragung über das Telefonnetz stark vereinheitlicht werden konnte, bestehen vor allem zwei unbefriedigende Problemkreise:

- Wie in Figur 3 angedeutet, enthält die Empfehlung V.24 zwar 8...10 unerlässliche Stromkreise, die praktisch bei allen Modems vorkommen, aber dazu noch über 40 fakultative Leitungen. Die Folge ist eine grosse Vielfalt der Modemtypen und — was noch viel tiefgreifendere Folgen hat — bei den Datenendgeräten und der Datenübertragungs-Software. In diesem Sinne bedeutet die vielgepriesene «Steckerkompatibilität» tatsächlich oft nur Kompatibilität der Stecker.

- △ Datenendgerät (DTE)
 - * Der Telekommunikations-Vorrechner steuert den Datenfluss auf dem Mehrpunktnetz
 - ** Verzweigungsschaltungen

und eben nicht die Auswechselbarkeit unter Wahrung der funktionellen Eigenschaften! Dem Praktiker sind die Probleme hinlänglich bekannt, die sich aus einer falschen «Strappung» eines Modems ergeben können.

- Die durch die Empfehlung V.28 gegebenen übertragungstechnischen Eigenschaften (zum Beispiel Reichweite, Störfestigkeit) sind nicht befriedigend

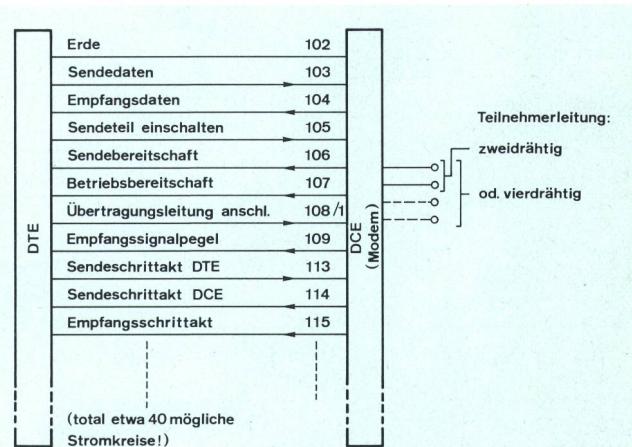


Fig. 3
Funktionelle Schnittstelle Datenendgerät (DTE)-Datenanschlussgerät (DCE) gemäss CCITT V.24 (Auswahl der wichtigsten Stromkreise, ohne Berücksichtigung zusätzlicher Steuerleitungen für automatische Wähler- und Antworteinrichtungen gemäss CCITT V.25)

und könnten mit den heutigen technologischen Möglichkeiten wesentlich verbessert werden.

22 Datenanschlussgeräte (Modems) für das Telefonnetz

Mit den bestehenden CCITT-Empfehlungen für Modems werden die Möglichkeiten der heutigen Technik einerseits und die Gegebenheiten des konventionellen Telefonnetzes (Frequenzmultiplex-Übertragungssysteme, elektromechanische Zentralen) anderseits schon sehr weitgehend ausgeschöpft. Tabelle I gibt eine Übersicht dieser Empfehlungen und zeigt die wesentlichen Modemeigenschaften auf. Sie enthält auch bereits ein erst provisorisch spezifiziertes neues Modem (V.22) für die Duplexübertragung mit 1200 bit/s. Eine wesentliche Erhöhung der über das Telefonnetz möglichen Übertragungsgeschwindigkeiten kann nicht mehr erwartet werden.

Für eine Erläuterung der verschiedenen Übertragungsverfahren muss auf die Literatur (zum Beispiel [7, 8, 9]) verwiesen werden.

23 Dienstqualität

Bei der konventionellen Datenübertragung kann, vom Kunden her gesehen, die Dienstqualität im wesentlichen mit den Parametern *Fehlerrate*, *Verfügbarkeit* und *kurzfristige Unterbrüche* sowie *Verbindungsaufbauzeit* umschrieben werden. Tabelle II gibt dazu einige Richtwerte, wobei beachtet werden muss, dass die Reduktion auf einen einzigen Mittelwert je Parameter eine grobe

Tabelle II. Richtwerte zur Dienstqualität

Parameter	Telefonwählnetz	Standleitungen Telefonnetz
Bitfehlerrate (Richtwert)	5 · 10 ⁻⁵	5 · 10 ⁻⁶
Verfügbarkeit (Schätzung) Ausfallzeit je Störung, ohne Kurzzeitunterbrüche	1 – 2 · 10 ⁻⁴ (0,9998)	1 – 10 ⁻⁴ (0,9999)
Verbindungsaufbauzeit national international Blockierungswahrscheinlichkeit, ohne dass der Teilnehmer besetzt ist	3...15 s 5...30 s ≤ 1 %	— — —

Tabelle I. CCITT-Empfehlungen für Modems

	Übertragungsgeschwindigkeit	Übertragungsverfahren	Betriebsart	Netz	Bemerkungen
V.15	§	§ (Akustikkoppler; die Empfehlung enthält nur grundsätzliche Richtlinien)	§	W	
V.16	§	1 oder 3 Kanäle FM für Analogdaten 1 Kanal FSK für Digitaldaten	sx dx	W W	Für die Übertragung analoger medizinischer Daten
V.19	<18 Z/s	Paralleldatenübertragung: 1 Zeichen wird mit Frequenzcode «2 × (1 aus 4)» dargestellt (gemäss CCITT Q.23)	sx	W	Rückkanal AM 5 Bd oder FSK 75 Bd möglich
V.20	<40 Z/s	Paralleldatenübertragung: 1 Zeichen wird mit Frequenzcode «2 × (1 aus 4)» dargestellt (Grundversion) oder «3 × (1 aus 4)»	sx	W	Rückkanal AM 5 Bd oder FSK 75 Bd möglich
V.21	200/300 Bd	FSK, Kanal 1, 1080 Hz ± 100 Hz; Kanal 2, 1750 Hz ± 100 Hz	dx	W	
V.22	600/1200 bit/s	4stufige DPSK. Trägerfrequenzen 1200 beziehungsweise 2400 Hz. Scrambler; Kompromissentzerrer	dx	W	
V.23	600/1200 Bd	FSK. 1500 Hz ± 200 Hz (600 Bd) oder 1700 Hz ± 400 Hz (1200 Bd)	hdx	W	Hilfskanal FSK 75 Bd möglich
V.26	2400 bit/s		dx	S	
V.26bis	1200/ 2400 bit/s	4stufige DPSK, Trägerfrequenz 1800 Hz	hdx	W	Hilfskanal FSK 75 Bd möglich
V.27	4800 bit/s	4- oder 8stufige DPSK, Trägerfrequenz 1800 Hz, Scrambler	Manueller Entzerrer	S	Hilfskanal FSK 75 Bd möglich
V.27bis					
V.27ter	2400/ 4800 bit/s		Automatischer Entzerrer	W	
V.29	4800/7200/ 9600 bit/s	Kombiniert AM/PM, Trägerfrequenz 1700 Hz, Scrambler, automatischer Entzerrer	dx	S	Integrierter Multiplexer möglich
V.35	48 kbit/s	SSB-AM mit unterdrücktem Träger (100 kHz), Scrambler	dx	S (P)	
V.36	56/64/72 kbit/s	Partial Response Klasse IV	dx	S (P)	

§	Unbestimmt	W	Wählnetz (2-Draht)
sx	Simplex	S	Standleitung (4-Draht)
hdx	Halbduplex	P	Primärgruppe 60...108 kHz
dx	Duplex		

Vereinfachung in sich schliesst. In Wirklichkeit müssten die Werte mindestens mit Hilfe einer statistischen Verteilung umschrieben werden, zum Beispiel wäre bei der Verfügbarkeit die Häufigkeit von Ausfällen in Abhängigkeit von der Ausfalldauer anzugeben. Wenn auch die Werte der Tabelle II für die Telefonie genügen, so ist dies für verschiedene Anwendungen der Datenübertragung leider nicht der Fall. Erst eine radikale Änderung in der Vermittlungs- und Übertragungstechnik, nämlich ihre Digitalisierung und die Einführung speicherprogrammierter Steuerungen, verspricht eine wesentliche Verbesserung. Die heutige Dienstqualität ist weitgehend systembedingt:

<i>Dienstqualitätsparameter</i>	<i>Haupteinfluss</i>
– Fehlerrate	– Impulsartige Störungen von elektromechanischen Bauelementen und durch Übersprechen von Hochpegelsignalisiersystemen
– Verfügbarkeit und kurzzeitige Unterbrüche	– Wartungs- und Ersatzschaltungskonzept
– Verbindungsauflaufzeit	– Signalisierverfahren

Dieser Umstand erklärt — neben anderen — die heutige Tendenz zu Mietleitungsnetzen, können doch bei diesen Kanäle besserer und vor allem gleichbleibender Qualität ausgesucht werden. Außerdem treten in modernen Mietleitungsnetzen an die Stelle blosser Verzweigungsschaltungen intelligente Multiplexer und Konzentratoren, die letztlich Aufgaben der Vermittlungstechnik, der Mehrfachausnutzung von Leitungen, der Netzverwaltung (Network Management) und des Unterhalts von der Kundenseite her lösen.

24 Datenfernverarbeitung und Multiplextechnik

In einem Punkt unterscheiden sich die heutigen Anwendungen der Datenübertragung ganz wesentlich von jenen der Telefonie: Wie die Figuren 1 und 2 bereits gezeigt haben, verbinden Datenkanäle meistens *eine zentrale Rechenanlage mit einer grösseren Zahl von Außenstellen oder Datenendgeräten*, während die Telefonverbindung normalerweise zwei von Menschen bediente, überaus einfache Endgeräte miteinander in Beziehung bringt. Das Telefonsystem kommt damit den Bedürfnissen der Datenübertragung in zweierlei Hinsicht schlecht entgegen:

1. Auf der einen Seite sind computerintern die verschiedenen Datenkanäle auf Sammelschienen («Kanal») im Zeitmultiplex zusammengefasst. Auch die Fernmelde-systeme verwenden anderseits zur besseren Leitungsausnutzung sehr weitgehend Multiplexsysteme (Frequenzmultiplex: Trägersystem; Zeitmultiplex: PCM-System). Die Teilnehmeranschlusstechnik der Telefonie ist jedoch auf den Einzelkanal ausgerichtet. Deshalb und der inkompatiblen computerinternen sowie der

fernmeldetechnischen Multiplextechnik wegen muss somit beim Computeranschluss vorerst eine unwirtschaftliche Ausfächerung und anschliessend wieder eine Zusammenfassung der Datenkanäle vorgenommen werden.

2. Dank der Intelligenz der Gesprächspartner kann man sich in der Telefonie darauf beschränken, die Teilnehmer durch ganz wenige Signale beim Verbindungs-aufbau und -abbau in der Gesprächsabwicklung anzu-leiten (Wahlraufforderungssignal, Besetztton usw.). Während der aktiven Gesprächsphase ist eine Unter-stützung nicht notwendig. Bei der Datenübertragung hingegen sind durchaus die verschiedensten Dienst-leistungen denkbar oder sogar notwendig, zum Bei-spiel

- Massnahmen zur Feststellung und allfälligen Kor-rektur fehlerhafter Daten
- automatische Umleitung von Datenblöcken bei ge-störten Übertragungswegen oder überlasteten Ver-mittelknoten
- Übersetzung zwischen verschiedenartigen Codes und Prozeduren bei der Verbindung ungleicher End-geräte

Solche Dienste setzen notwendigerweise eine zum voraus definierte *Strukturierung der Daten* voraus, das heisst Massnahmen, um individuelle Zeichen oder Datenblöcke eindeutig im Bitstrom erkennbar zu machen.

Diese beiden Forderungen könnten in dem Sinne kombiniert werden, als die vorgegebene Strukturierung der Daten auch bei der Multiplexbildung und der Vermittlung im Fernmeldenetzen ausgenutzt wird — eine Technik, die nicht nur in allen Mehrpunkt-Mietleitungs-netzen angewendet wird, sondern die sich in weiterent-wickelter Form in den modernen paketvermittelten Da-tennetzen wiederfindet (siehe Abschnitt 5).

25 Zusammenfassung

Die 20jährige Entwicklung der Datenübertragung über das Telefonwählnetz und festgeschaltete analoge Leitungen hat heute einen sehr hohen Stand erreicht. Neben leistungsfähigen Modems führen programmierbare Multiplexer oder Konzentratoren, Telekommunikations-vorrechner zu Computern, Terminalkontrolleinheiten sowie Netzüberwachungseinrichtungen auf Kundenseite Funktionen aus, die sich durchaus mit jenen des öffentlichen Telefonnetzes messen können. Die heutigen komplexen privaten Mehrpunktnetze könnten gewissermaßen als «Fernmeldesystem im Fernmeldesystem» bezeichnet werden. Ihre Technik, namentlich was die Da-tenübertragungsprotokolle und die Vermittlung betrifft, bildete — wie noch zu zeigen sein wird — den Aus-gangspunkt für die Normen der neuen öffentlichen Da-tennetze.
(Schluss folgt)