Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 71 (1980)

Heft: 15

Artikel: Einführung in die Technik und das Konzept neuer Datennetze

Autor: Kündig, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-905268

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: 10.12.2025

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

BULLETIN des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
de l'Association Suisse des Electriciens
des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke
de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité

Elektrotechnik — Electrotechnique

STEN 1980: Datennetze – eine schweizerische Standortbestimmung

Réseaux de données – définition de points de vue au niveau Suisse

Einführung in die Technik und das Konzept neuer Datennetze

Von A. Kündig

681.324;

Ausgehend vom heutigen Stand der Datenübertragung in der Schweiz wird der gegenwärtige Trend zur Schaffung spezialisierter neuer Datennetze kurz beschrieben und begründet. Die wichtigsten Begriffe der neuen Technik und die entsprechenden internationalen Normen werden erläutert. Schliesslich wird das technische Konzept der PTT für den weiteren Ausbau der Datenübermittlung vorgestellt, mit einem Ausblick auf die zukünftige Entwicklung dienstintegrierter digitaler Fernmeldenetze.

En partant de l'état actuel de la transmission de données en Suisse, la tendance à créer de nouveaux réseaux de données spécialisés est décrite et justifiée. Les notions essentielles de la nouvelle technique et les normes internationales sont expliquées, puis le concept technique des PTT pour la poursuite de l'aménagement de la transmission de données est exposé, avec un aperçu de l'évolution future de réseaux numériques à intégration de services (RNIS).

1. Was ist Datenübermittlung?

Im Rahmen der Beiträge zur diesjährigen STEN sollen mit dem Begriff *Datenübermittlung* alle Verfahren und Systeme zur Übertragung und Vermittlung digitaler Information unter Ausschluss der reinen Telefonie verstanden werden. Diese weit gefasste Definition im Sinne des englischen *non-voice communication* schliesst zum Beispiel auch Fernschreiben und Faksimile mit ein. Die Erweiterung über eine blosse Bereitstellung digitaler Kanäle hinaus soll vor allem anregen, sich auch auf technischer Seite vermehrt mit Fragen der Benutzeranwendungen auseinanderzusetzen.

Als Ausgangspunkt für die Beantwortung der im Titel gestellten Frage soll versucht werden, einige entscheidende Unterschiede zur Telefonie hervorzuheben. Generell kann man zunächst feststellen, dass die Anforderungen an ein *Telefonnetz* ziemlich einfach umreissbar sind:

1. Das Telefonnetz soll einen transparenten Kanal von einem Teilnehmer A zu einem beliebigen Teilnehmer B weltweit vermitteln können.

Die folgenden Aufsätze entsprechen den Vorträgen der 34. Schweizerischen Tagung für elektrische Nachrichtentechnik (STEN) vom 19. Juni 1980 in Bern.

Les articles suivants correspondent aux conférences données à l'occasion de la 34e Journée Suisse de la technique des télécommunications, le 19 juin 1980 à Berne.

2. Der Mensch als direkter Nachrichtenempfänger ist gegenüber Störungen des Übertragungskanals äusserst tolerant: Er besitzt ein phantastisches, in weiten Grenzen anpassungsfähiges Gehör; er bedient sich einer stark redundanten Sprache; und schliesslich ist er von frühester Kindheit an gewohnt, sich mit einem Gesprächspartner auch unter widrigen äusseren Voraussetzungen zu verständigen.

3. Der von den Telefonteilnehmern erzeugte Nachrichtenverkehr (z. B. beschrieben durch die Gesprächsdauer und die Anrufhäufigkeit) kann recht genau statistisch erfasst und gut prognostiziert werden.

Im Gegensatz dazu ist das Anforderungsprofil bei der *Datenübermittlung* viel weiter gespannt:

1. Neben der Datenübermittlung auf globaler Ebene, zum Beispiel für die Textkommunikation und die Datenbankabfrage, kommen namentlich bei professionellen Anwendungen den Netzen mit äusserst *limitierten Verkehrsbeziehungen* recht grosse Bedeutung zu – im Grenzfall zum Beispiel der festgeschalteten Leitung zwischen Computeranlage und fernem Endgerät.

2. Als direkte Nachrichtenempfänger treten Maschinen auf. Nur mit wohldefinierten *Übertragungsprotokollen* gelingt es diesen an sich «dummen» Geräten, einen sicheren und effizienten Nachrichtenaustausch zu verwirklichen. Vom Datennetz

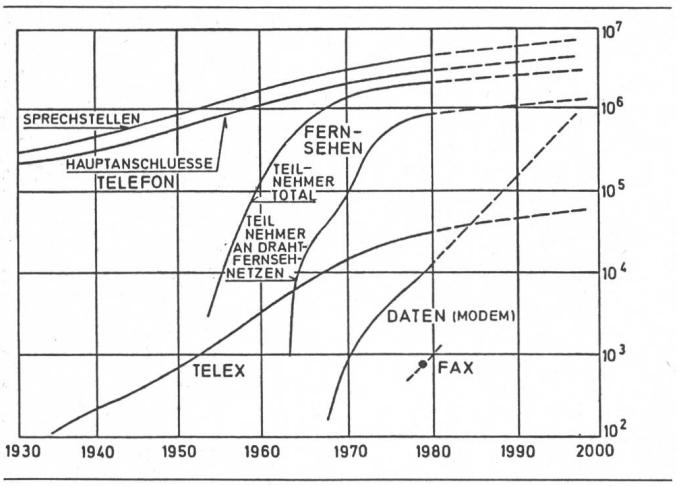

Fig. 1 Entwicklung der Teilnehmeranschlüsse an verschiedene schweizerische Fernmeldenetze

wird dabei eine je nach Anwendung schwächere oder stärkere Unterstützung dieser Protokolle erwartet. Zwischen den beiden Extremen *Transparenz* und eigentlicher *Informationsverarbeitung* sind zum Beispiel folgende Aufgaben zu lösen:

- dynamische Multiplexierung der Datensignale verschiedener intermittierender Quellen zur besseren Leitungsausnützung;
- abschnittweise Fehlererkennung und Wiederholung fehlerhafter Datenblöcke zur Hebung der Übertragungsqualität;
- Protokoll-, Format- und Geschwindigkeitskonversionen;
- Zwischenspeicherung von Meldungen; Verteilung einer Meldung an mehrere Adressaten.

3. Das Verkehrsaufkommen von Datenquellen bewegt sich in weitesten Grenzen, zum Beispiel zwischen den Extremen der sporadischen Übertragung einiger Zeichen durch ein fernschreiberähnliches Gerät und der stundenlangen kontinuierlichen Übertragung grosser Datenmengen beim Überspielen von Magnetbändern. Verkehrsmässig wird eine Datenquelle daher mit folgenden Parametern umschrieben:

- Verbindungshäufigkeit
- Verbindungsdauer
- Datenrate
- *Aktivitätsfaktor* als prozentualer Anteil der Zeiten mit aktiver Datenübertragung an der gesamten Verbindungsdauer

Zusammenfassend erkennt man also: Datenübertragungsdienste müssen ein äusserst weites Spektrum von Anforderungen abdecken. In Datennetzen können zudem Vermittlungs- und Übertragungsfunktionen im Gegensatz zur Telefonie von der Struktur oder sogar vom Inhalt der übermittelten Nachrichten abhängen.

2. Die Entwicklung 1960–1980

Die Bedeutung der Datenübermittlung im Vergleich zu andern Fernmeldediensten geht aus Fig. 1 hervor. Diese zeigt deutlich, dass die anfänglich sehr bescheidenen Teilnehmerzahlen die Errichtung eines speziellen Datennetzes nicht rechtfertigten. Vielmehr drängte es sich auf, für die Datenübermittlung soweit wie möglich die Infrastruktur des bestehenden Telefonnetzes mitzubenutzen. Dieses ist allerdings für die Bedürfnisse der Sprachübertragung optimiert und bietet als Grundeinheit den analogen Übertragungskanal mit einem Band von 0,3...3,4 kHz (im Ortsbereich und im Anschlussbereich von Hauszentralen 0...ca. 12 kHz) an. Diese Charakteristiken erfordern die Umwandlung der Datensignale in eine für die Übertragung geeignete Form. Diese Umwandlung muss, wenn Eingriffe in die Infrastruktur des Telefonnetzes vermieden werden sollen, notwendigerweise beim Teilnehmer selbst erfolgen, und zwar durch ein Modem (*Mo*dulator-*Dem*odulator). Damit ergeben sich die folgenden Techniken für die Datenübermittlung:

Benutzung des Telefonwählnetzes

Es werden damit Datenverbindungen zwischen beliebigen Teilnehmeranschlüssen möglich, soweit bei diesen kompatible Modem eingesetzt sind. Der Attraktivität dieser Lösung – weltweite Verbindungsmöglichkeiten – stehen aber einige Beschränkungen und Nachteile gegenüber:

- Die von Verbindung zu Verbindung verschiedenen Charakteristiken des Übertragungskanals setzen der übertragbaren *Bitrate* Grenzen bei etwa 4800 bit/s (halbduplex) bzw. 2400 bit/s (vollduplex).
- Die namentlich von elektromechanischen Elementen und Hochpegelsignalisierverfahren herrührenden Störungen können unter Umständen *Fehlerraten* bis zu 10^{-4} bewirken.
- Für gewisse Anwendungen sind *Verbindungsaufbauzeiten* von über 10 s nicht akzeptabel.
- Das für die Bedürfnisse des Telefonnetzes optimierte Konzept der Wartung und Störungsbehandlung resultiert in *Verfügbarkeitswerten,* welche bei einer Reihe von Datenapplikationen nicht toleriert werden könnten.

Mietleitungsnetze

Mit dem Aufbau von Netzen aus festgeschalteten, zum Teil speziell ausgesuchten Leitungen konnte bei Vorliegen besonderer Anforderungen den Nachteilen des Telefonwählnetzes weitgehend ausgewichen werden. Bei den zumeist professionellen Applikationen stehen häufig feste Verkehrsbeziehungen im Vordergrund. Auf Mietleitungsnetzen sind beispielsweise Bitraten von 9600 bit/s (im Lokalbereich 19200 bit/s) durchaus möglich.

Im Rahmen der Modemtechnik, welche heute nahe an die Grenzen des technisch Praktikablen heranreicht, steht eine breite Palette von CCITT[1])-standardisierten Geräten [1] zur Verfügung. Tabelle I zeigt daraus einen Ausschnitt.

Von grosser Bedeutung ist ausserdem, dass die Schnittstelle zwischen Modem und Teilnehmergerät mit den CCITT-Empfehlungen V.24, V.25 und V.28 für alle Modem einheit-

[1]) CCITT = Comité consultatif télégraphique et téléphonique.

Wichtigste CCITT-normierte Modem Tabelle I

CCITT-Empfehlung	Max. Übertragungsgeschwindigkeit bit/s	Übertragungsverfahren	Netz/Leitungsart
V.21	300	dx	W/2d
V.22	1 200	dx	W/2d
V.23	1 200	hdx	W/2d
V.26	2 400	dx	M/4d
V.26bis	2 400	hdx	W/2d
V.27	4 800	dx	M/4d
V.27bis	4 800	dx	M/4d
V.27ter	4 800	dx	W/2d
V.29	9 600	dx	M/4d
V.36	72 000	dx	M/4d (Primärgruppe)

dx duplex oder halbduplex
hdx halbduplex
M Mietleitungen
W Telefonwählnetz
2d Zweidraht
4d Vierdraht

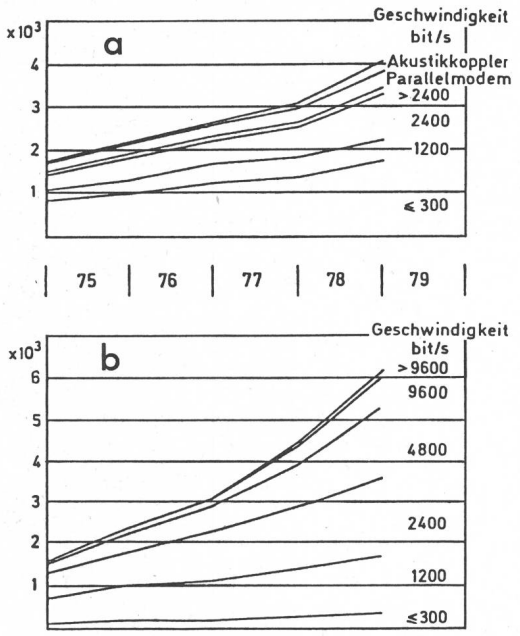

Fig. 2 Entwicklung der Modemtechnik: Anzahl Modem
a auf Telefonwählnetz
b auf Mietleitungen

lich festgelegt wurde. Allerdings haftet dieser Norm unter anderem der Schönheitsfehler an, dass aus einer Liste von möglichen Schnittstellenstromkreisen viele Untervarianten gebildet werden können: Zwei Geräte der gleichen Norm sind also noch nicht a priori kompatibel.

Wie in andern industrialisierten Ländern hat die Datenübertragung mit Modem auch in der Schweiz in den letzten Jahren einen unerhörten Aufschwung genommen. Fig. 2 dokumentiert diese Entwicklung und zeigt zugleich eine zunehmende Bedeutung der Mietleitungsnetze sowie eine Verlagerung zu höheren Übertragungsgeschwindigkeiten.

Zusammen mit Fig. 3, welche die extreme räumliche Konzentration der Datenendgeräte auf wenige städtische Ballungsgebiete zeigt, wird mit diesen Feststellungen die heutige grosse Bedeutung der Datenübertragung für professionelle Anwender ausgewiesen.

3. Eine kritische Beleuchtung der konventionellen Datenübertragungsdienste

Wie angetönt wurde, hat die «Huckepack»-Technik (Modem auf dem Telefonnetz) einen hohen Stand erreicht. Aber nicht das Anstossen an technischen Grenzen allein führte vor etwa 10 Jahren zur Suche nach effizienteren Lösungen für die Datenübermittlung. Zunächst zeigt Fig. 1, dass die Zahl der Datenanschlüsse (etwa im Vergleich zum Telex) ab Mitte der siebziger Jahre durchaus ein spezielles Netz rechtfertigen würde, welches dank neuen Zentralen und ausgesuchten Verbindungswegen eine bessere Dienstqualität anbieten könnte. Aufgrund von Fig. 3 ist auch offensichtlich, dass bereits mit wenigen Vermittlungsknoten ein grosser Teil der potentiellen Datenanschlüsse erfasst werden könnte.

Aber erst eine kritische Analyse vor allem der heutigen Mietleitungsnetze vermochte die Anforderungen an neue Datennetze besser zu erhellen. Die wesentlichen Elemente eines solchen Mietleitungsnetzes sind in Fig. 4 dargestellt. Ein derartiges Datenfernverarbeitungsnetz ist generell dadurch charakterisiert, dass jedem aktiven Endgerät auf Computerseite ein (Software-)Prozess zugeordnet werden kann. Die Kommunikation zwischen Endgerät und Prozess wird durch ein *Protokoll* unter Aufsicht des Telekommunikationsvorrechners geregelt. Der Aufbau der Netze und die Protokolle selbst sind im Laufe der Zeit von Computerherstellern und Anwendern individuell darauf hin optimiert worden, bei vorgegebenen Werten für die Dienstqualität (Antwortzeiten, Datenrate, Verfügbarkeit usw.) möglichst tiefe Kosten für Modem und Leitungen zu erreichen. Die entsprechenden, anfänglich unkoordinierten Entwicklungen mahnten aber sowohl die Computerhersteller wie auch die Fernmeldeverwaltungen und Benützer – wenn auch nicht alle aus gleicher Sicht – zum Aufsehen und zu einer Neuorientierung:

1. Die Computerhersteller erkannten, dass mit Hilfe von konzeptionellen Normen und der Definition von universellen Schnittstellen ein langfristiges harmonisches Wachstum der immer bedeutenderen Datenfernverarbeitungsnetze sichergestellt werden musste: Der Begriff der *Datennetz-Architektur* (Computer network architecture) entstand.

2. Mit dem Einbau von privaten Überwachungseinrichtungen, Vermittlungsknoten und Multiplexausrüstungen in die Mietleitungsnetze drohte die Rolle der Fernmeldeverwaltungen auf das blosse Bereitstellen von Übertragungskanälen zusammenzuschrumpfen. Die Verwaltungen erkannten aber aufgrund von Fig. 4 zwei Chancen, ein neues öffentliches Datennetz attraktiv zu gestalten:

– Mit der Normierung einer *Mehrkanalschnittstelle* Richtung Computer kann die mehrmalige Multiplexierung/Demultiplexierung vermieden werden, mit einer Reduktion der Leitungs- und Modemkosten.

– Mit der Normierung von Schnittstellen Richtung Endgerät und der Definition von Protokollen für die Kommunikation mit der

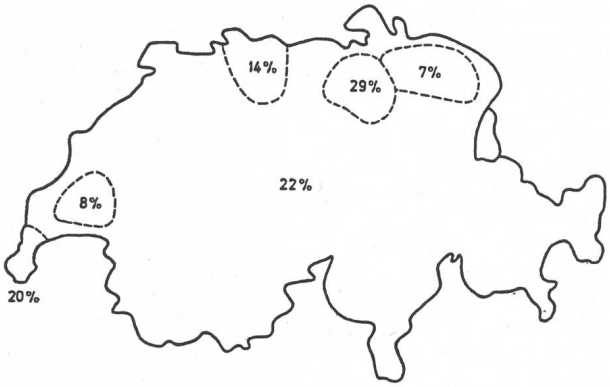

Fig. 3 Geographische Verteilung der Datenendgeräte

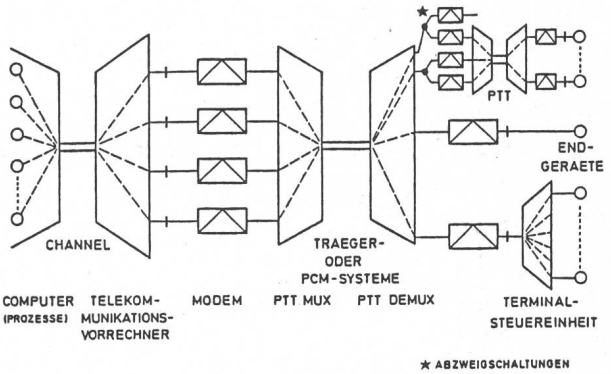

Fig. 4 Typisches Mehrpunkt-Mietleitungsnetz konventioneller Art

computerseitigen Schnittstelle wird den Kunden eine bisher nicht gekannte Freizügigkeit in der Wahl von zentralen und dezentralen Datengeräten ermöglicht.

Diese Neuorientierung, abgestützt auf die immensen Möglichkeiten der modernen Technologie, führte zu einem Satz von Normen für neue Datennetze, welche in ihren Grundzügen im nächsten Abschnitt vorgestellt werden sollen (Serie X der CCITT-Empfehlungen [2]).

4. Neue Datennetze: Begriffe und Normen

Fig. 5 definiert zunächst die wichtigsten funktionellen Elemente eines Datennetzes. Sie lässt auch erkennen, dass der Datenaustausch offenbar mit verschiedenen Protokollen geregelt werden muss:

DTE-DCE: Teilnehmer/Netz–Protokoll
DTE-DTE: Teilnehmer/Teilnehmer–Protokoll
DSE-DSE: Protokoll zwischen den Netzknoten

Man beachte, dass die Funktionsteilung zwischen dem Datenanschlussgerät und den Datenvermittlungseinrichtungen in den neuen Normen vorläufig *nicht* definiert und auch für den Benutzer nicht relevant ist: Das Datenanschlussgerät wird als dezentrales Element des Netzes betrachtet; welche Aufgaben ihm zugeteilt werden, kann zum Beispiel noch von den technologischen Möglichkeiten abhängen.

4.1 Architektur von Datennetzen

Die beiden Normierungsorganisationen ISO [2]) und CCITT haben ein Referenzmodell für die Architektur von Kommunikationssystemen erarbeitet, wie es Fig. 6 zeigt. Dieses Modell entsprang der Erkenntnis, dass sich der Informationsaustausch je nach Verbindungsphase gleichzeitig oder nacheinander auf verschiedenen Schichten (layers) abwickelt. Im wesentlichen können den Schichten folgende Aufgaben zugeordnet werden:

Schicht	Funktion (Beispiele)
Physische	Übertragung eines synchronen Bitstromes auf einem physischen Medium
Link	Abschnittweise Sicherung der Datenübertragung durch Wiederholung fehlerhafter Blöcke
Netz	Auf- und Abbau von Verbindungen, Routing
Transport	End-zu-End-Steuerung der Datenübertragung
Session	Gegenseitige Identifizierung, Endgerätesteuerung
Präsentation	Definition von Bilddarstellungsparametern. Eigentliche Anwendung

Je nach Datendienst sind die Übermittlungseinrichtungen auf mehr oder weniger Schichten aktiv. Beispiele von Extremfällen sind einerseits eine Mietleitung (nur unterste Schicht) und anderseits die Meldungsvermittlung (Funktionen selbst auf Applikationsebene).

Im zeitlichen Ablauf finden sich die Aktivitäten auf den einzelnen Schichten hierarchisch ineinander verschachtelt.

4.2 Funktionelle Schnittstelle zu allen Endgeräten

Bei den neuen Datennetzen werden mit der CCITT-Empfehlung X.24 die erwähnten Nachteile der bisherigen Schnittstelle V.24 weitgehend eliminiert. Fig. 7 zeigt, dass die Zahl der Stromkreise auf ein Minimum reduziert wurde und nur noch eine fakultative Leitung (B) für eine eventuelle Zeichen-(Oktett-) Synchronisation einschliesst. Die Stromkreise T und R dienen der eigentlichen Datenübertragung, C und I im wesentlichen der Belegung des physischen Kanals, und S stellt die Bitsynchronisation sicher.

4.3 Paketvermittlungsnetze und die Teilnehmerschnittstelle X.25

Mit der CCITT-Empfehlung X.25 wird die in Abschnitt 3 anvisierte Mehrkanal-Schnittstelle realisiert. Ihre Funktionsweise wird in den Figuren 8 und 9 in den Grundzügen erläutert.

Aus Fig. 8 geht zunächst hervor, dass oberhalb der physischen Schicht auf der *Link-Ebene* das durch die ISO normierte Protokoll HDLC [3]) verwendet wird. Gemäss Fig. 9 wird bei diesem Protokoll jeder Nutzdatenblock mit einer nicht imitierbaren *Flag* gestartet und mit einem 16 Bit langen Fehlererkennungscode (FCS) abgeschlossen. Fehlerhafte Datenblöcke werden zur Wiederholung beim Partner abgerufen, wobei die entsprechenden Prozeduren sich des Adressfeldes (Kennzeichnung von Sender und Empfänger) und des Steuerfeldes (z.B. Laufnummer für die Datenblöcke) bedienen. Schliesslich zeigen die Figuren 8 und 9, dass in der *Netzebene* der Protokolle jedem Prozess bzw. Endgerät ein Informations-*Paket* zugeteilt werden kann. Diese Zuteilung erfolgt dynamisch; jedes Paket wird daher neben der Typenbezeichnung mit der Nummer eines sogenannten *logischen Kanals* markiert, welche auf den zugehörigen Prozess verweist. Diese dynamische Zuteilung von Transportkapazität durch ein *Paketvermittlungsnetz* hat zur Bezeichnung *virtuelle Verbindung* geführt. Jede virtuelle Verbindung braucht ihren individuellen Auf- und Abbau. Die Schnittstelle X.25 erlaubt im Maximum 4095 gleichzeitige virtuelle Verbindungen auf einem einzigen physischen Träger. Man vergleiche auch die Figuren 4 und 8, um die Weiterentwicklung deutlich zu erkennen

Die Datenübertragung zwischen Paketvermittlungsknoten wird durch die CCITT-Empfehlung X.75 geregelt, welche dem Protokoll X.25 ähnlich ist.

4.4 Neue Datennetze mit Leitungsvermittlung

Für jene Anwendungen, wo eine dynamische Zuteilung von Übertragungskapazität nicht vorteilhaft ist, zum Beispiel bei der kontinuierlichen Übertragung grosser Datenmengen, sind Normen für neuartige Leitungsvermittlungssysteme entwickelt worden. Diese gestatten, zwischen zwei Endgeräten einen transparenten Kanal bei einer streng vorgegebenen Bitrate zu schalten. Auf die entsprechenden CCITT-Normen

X.20 Funktionelle Schnittstelle für Start/Stop-Endgeräte
X.21 Funktionelle Schnittstelle für synchrone Endgeräte
X.22 Mehrfachkanalschnittstelle
X.60 Interzentrale Signalisierung mit gemeinsamem Signalkanal für Synchronnetze
X.70 Interzentrale Signalisierung mit dezentralen Kanälen für asynchrone Netze
X.71 Interzentrale Signalisierung mit dezentralen Kanälen für Synchronnetze

soll aber hier nicht näher eingegangenen werden.

4.5 Übertragungssysteme für Synchrondaten

Bekanntlich werden für die Telefonie zunehmend digitale Übertragungssysteme eingesetzt. Es liegt auf der Hand, diese auch für die Datenübertragung herbeizuziehen, sei es für interzentrale Verbindungen, für die Herbeiführung entfernter Teilnehmergruppen (vgl. Fig. 3), oder für Mietleitungsnetze. Aufgrund der CCITT-Normen X.50 oder X.51 können 64-kbit/s-Kanäle dieses digitalen Netzes in Subkanäle von 0.6, 2.4, 4.8 oder 9.6 kbit/s aufgeteilt werden. Eine praktische Anwendung dieser Technik wird in [3] vorgestellt.

[2]) ISO = International Organization for Standardization.
[3]) HDLC = High Level Data Link Control.

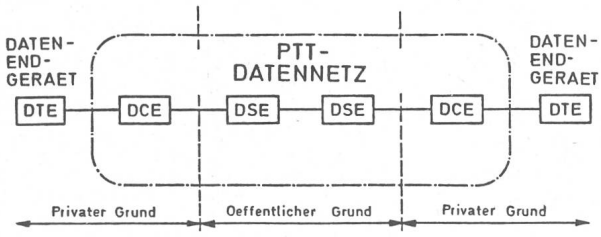

Fig. 5 Funktionelle Grundeinheiten eines Datennetzes

DTE Datenendgerät (Data Terminal Equipment)

DCE Datenanschlussgerät (Data Circuit Terminating Equipment)

DSE Datenvermittlungseinrichtung (Data Switching Exchange)

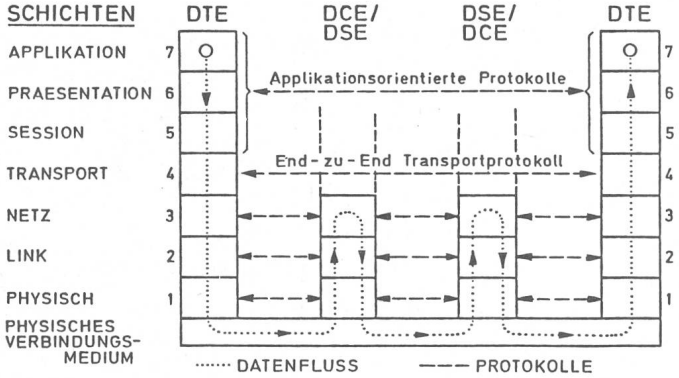

Fig. 6 Netzarchitektur ISO/CCITT

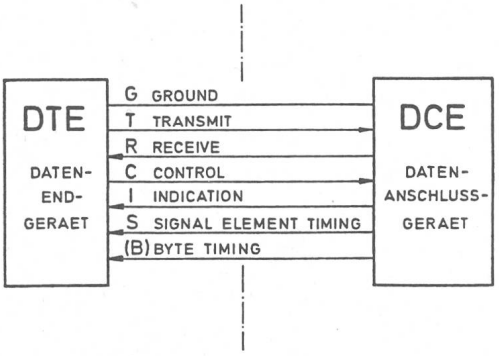

Fig. 7 Schnittstelle CCITT X.24

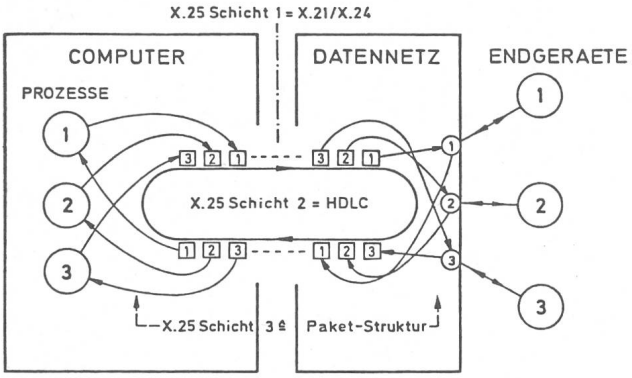

Fig. 8 Schnittstelle CCITT X.25

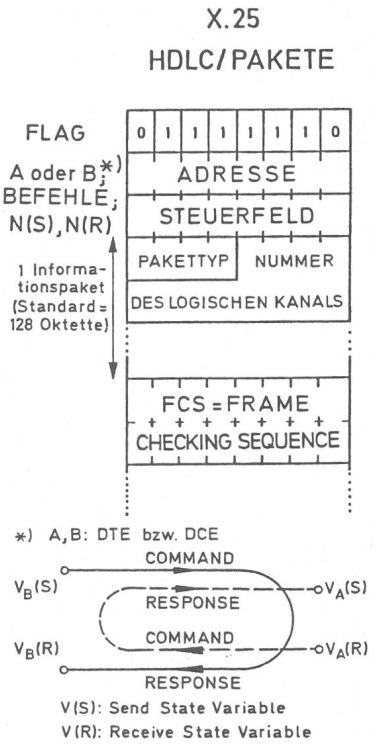

Fig. 9 Datenformate zur Schnittstelle X.25
(Schichten 2 und 3)

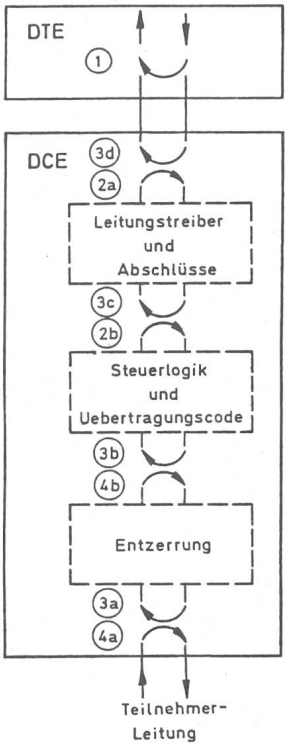

Fig. 10 Mögliche Schleifen für die Fehlereingrenzung gemäss CCITT-Empfehlung X.150

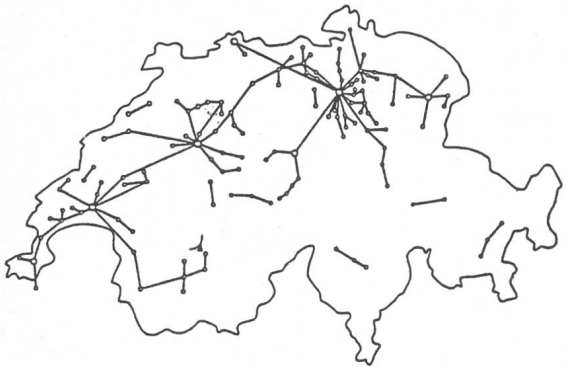

Fig. 11 Digitales Fern- und Bezirksnetz der Schweiz 1980
2 Mbit/s, PCM und Daten

4.6 Zusammenarbeit von Paketvermittlungsnetzen mit bestehenden Datengeräten

Um die Zusammenschaltung von bestehenden Datenendgeräten, welche am Telefon- oder Telexnetz angeschlossen sind, mit der paketorientierten Schnittstelle X.25 zu ermöglichen, wurde mit dem Satz von Empfehlungen X.3, X.28 und X.29 eine *Protokollkonversion* definiert. Solche Endgeräte arbeiten meistens mit zeichenorientierten Protokollen; ein Konverter (PAD = Packet Assembly/Disassembly) sorgt deshalb für das Zusammenfügen von Zeichen in Pakete und umgekehrt.

4.7 Hilfsmittel für Fehlersuche und Wartung

Im Hinblick auf eine rationelle Fehlereingrenzung sind in modernen Datennetzen viele Hilfsmittel vorgesehen. Einen wichtigen Platz nimmt dabei die Möglichkeit der Bildung von *Schlaufen* (loops) im Datenanschlussgerät ein. Fig. 10 enthält die vom CCITT festgelegten Möglichkeiten, wobei voraussichtlich nur die Schlaufe 2 vom Netz her ferngesteuert werden soll. Die Schlaufen 1 und 3 sind manuell, falls überhaupt vorhanden.

5. Das technische Konzept der PTT

Das technische Konzept der PTT für die Datenübermittlung lehnt sich weitgehend an die skizzierte internationale Normierung an. Zusätzlich sind folgende Prioritäten gesetzt worden:

– Weiterausbau des digitalen Fernnetzes auf der Basis von 2 Mbit/s-PCM-Systemen. Der gegenwärtige Ausbaustand ist in Fig. 11 zusammengefasst. Beschaffung von Multiplexausrüstungen für den Aufbau eines digitalen synchronen Mietleitungsnetzes für jene Anwendungen, die nicht mit Vermittlungssystemen abgedeckt werden können [3].

– Aufbau eines Paketvermittlungsnetzes (EDWP) als Basis-Vermittlungssystem für Daten [4]. Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass bei den heutigen Daten-Übermittlungsapplikationen interaktive (intermittierende) Übertragungsarten vorherrschen, für welche sich die Paketvermittlungstechnik besonders gut eignet.

– Festlegung bestimmter Zusammenarbeitsnormen zwischen verschiedenartigen Netzen und Endgeräten, in der Form der Fig. 12.

Die PTT werden dieses Datenkonzept laufend den neuen Gegebenheiten anpassen und auch verfeinern. Beispielsweise wird heute studiert, wie das Paketvermittlungsnetz als universelles Transportsystem zwischen Datenbanken einerseits und VIDEOTEX-Zentralen [5] anderseits eingesetzt werden kann. Fig. 13 zeigt eine entsprechende Lösung und dokumentiert in aller Deutlichkeit, dass mit der Einführung der neuen Datenübermittlungsnormen zwischen Computern (hier in der Form von Datenbanken) und Endgeräten standardisierte Schnittstellen eingeschoben werden. Mit Fig. 13 soll auch gezeigt werden, dass die dank dynamischer Multiplexierung geringen Übertragungskosten im Paketvermittlungsnetz eine beliebige Aufstellung der Datenbanken wirtschaftlich möglich machen (mithin «föderalistische» Strukturen erlauben!).

Das VIDEOTEX-System könnte übrigens die Datenübertragung über das Telefonwählnetz zu einer neuen Blüte brin-

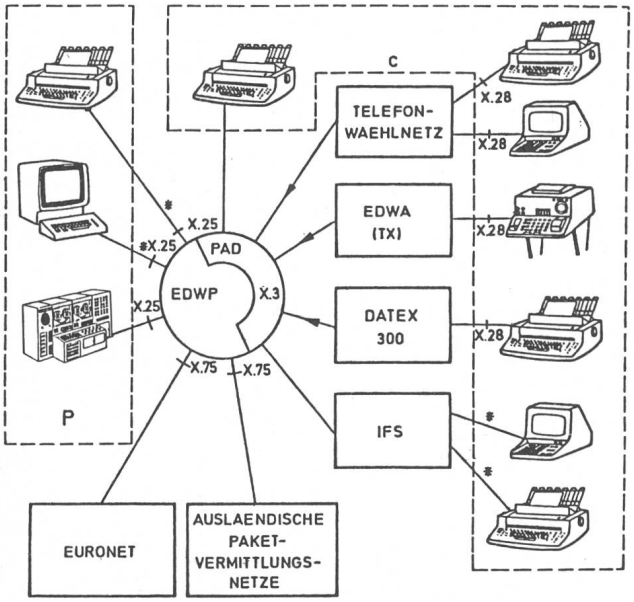

Fig. 12 Technisches Konzept der PTT für die Datenübermittlung
P Paketorientierte Endgeräte
C Zeichenorientierte Endgeräte
* Für diese Anwendungen sieht das CCITT eine neue Mehrzweckschnittstelle vor

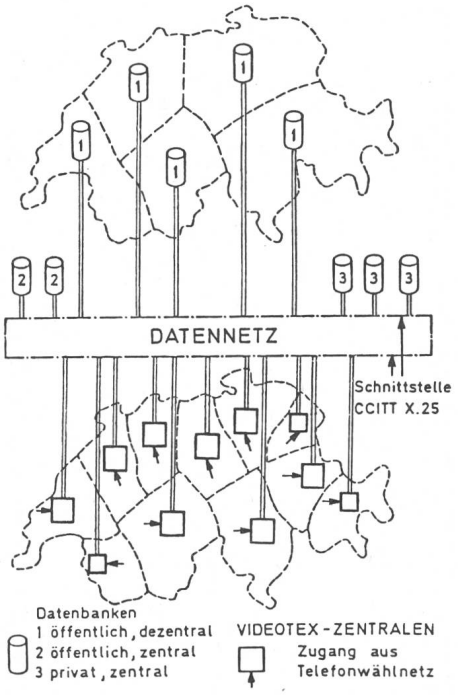

Fig. 13 Netzkonzept VIDEOTEX als Anwendungsbeispiel des Datenkonzeptes

gen, macht man sich doch hier – bei nicht allzu hohen Anforderungen an die Übertragungsqualität – die bestehende Infrastruktur mit den über 3 Millionen Sprechstellen in höchstem Masse zunutze.

6. Ausblick

Die vorstehenden Ausführungen sollen einen kurzen Überblick über die Datenübermittlungstechnik der 80er-Jahre geben. Zweifellos stehen aber jetzt schon Entwicklungen am Horizont, welche diese Technik noch einmal umwälzen könnten. Gemeint ist dabei die sich heute klar abzeichnende Digitalisierung des Telefonnetzes und die Weiterentwicklung zu eigentlichen Dienstintegrierten Digitalnetzen (ISDN = Integrated Services Digital Networks [6]). Diese werden eine zunehmende Verschmelzung der Begriffe Telefonie und Datenübertragung mit sich bringen und auch neue Dienste erlauben, wie zum Beispiel die kombinierte Übertragung von Sprache und Bildern.

Literatur

[1] CCITT 6th plenary assembly. Orange book, vol. VIII.1. Geneva, International Telecommunications Union, 1977.

[2] CCITT 6th plenary assembly. Orange book, vol. VIII.2. Geneva, International Telecommunications Union, 1977.

[3] *R. Vallotton:* Übertragung synchroner Daten auf festgeschalteten Leitungen des Fernnetzes der PTT. Bull. SEV/VSE 71(1980)15, S. 806...808.

[4] *J. Abt* und *M. Schaeren:* Elektronisches Datenwählnetz mit Paketvermittlung EDWP. Bull. SEV/VSE 71(1980)15, S. 813...818.

[5] *J. Padrutt:* Die Videotex-Pilotanlage. Techn. Mitt. PTT 57(1979)12, S. 453...464.

[6] Progress toward an integrated services digital network. International conference on communication (ICC), Boston, 11...14 June 1979; session 29.

Adresse des Autors

Dr. sc. techn. *A. Kündig*, Generaldirektion PTT, Abt. Forschung und Entwicklung, 3000 Bern 29.