

KRIEG IM AETHER

Vorlesungen an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich
im Wintersemester 1984/1985

Leitung:

Bundesamt für Übermittlungstruppen

Divisionär J. Biedermann, Waffenchef der Übermittlungstruppen

Entwicklungsperspektiven der Vermittlungstechnik

Referent: P. Burger, Dipl. El. Ing. ETH

6-1

ENTWICKLUNGSPERSPEKTIVEN DER VERMITTLUNGSTECHNIK

P. Burger, Dipl. El. Ing. ETH

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung
2. Digitale Vermittlungstechnik und Digitalisierung
 - 2.1 Transport- und Vermittlungs - Typen
 - 2.2 Hauptaufgaben einer Vermittlungseinrichtung
 - 2.3 Signalisierung
3. Konsequenzen der Einführung digitaler Vermittlungseinrichtungen
 - 3.1 Der Schritt zum integrierten, digitalen Netz (IDN)
 - 3.2 Der Schritt zum dienstintegrierten, digitalen Netz (ISDN)
 - 3.3 Integrierte Vermittlung
4. Zusammenfassung und Ausblick
5. Literaturangaben

Adresse des Autors:

Peter Burger, Dipl. El. Ing. ETH
GD PTT
Forschung und Entwicklung
3029 Bern

"Krieg im Aether", Folge XXIV

1. EINLEITUNG

Die Fernmeldetechnik, und damit auch die Vermittlungstechnik, stehen vor einem Umbruch; die Einführung prozessorgesteuerter, digitaler Vermittlungssysteme hat weltweit mit grosser Intensivität eingesetzt (Fig. 1).

Dass wir dabei mitten in einer längerdauernden Entwicklung stehen, mag z.B. eine Auswahl wichtiger Fragenbereiche mit grosser Bedeutung für die Vermittlungstechnik illustrieren, die im CCITT in der bevorstehenden Studienperiode 1985 bis 1988 behandelt werden sollen (Fig. 2).

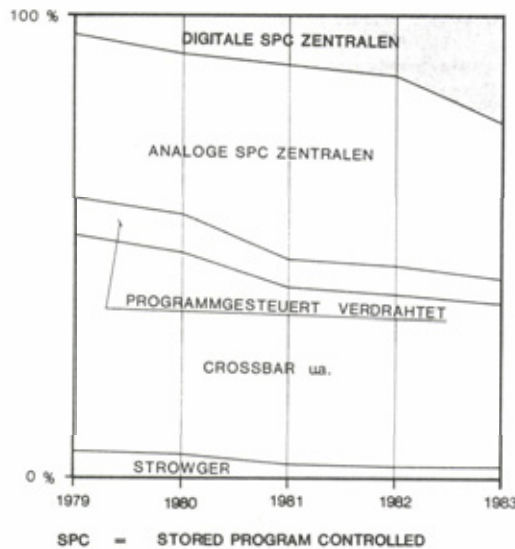


Fig. 1 Relative jährliche Lieferungen von Anschlusseinheiten

- Signalsiersystem Nr 7 (Meldungstransfer, Anwenderteile, Netz)
- Teilnehmersignalisierung (D-Kanal Protokoll)
- Vermittlungsfunktionen (Zusatzdienste)
- Technische Anforderungen an Vermittlung (Interfacefunktionen, neue technische Parameter, Dienstqualität, Messverfahren)
- Betriebs- und Unterhaltsfunktionen
- "Interworking" mit Spezialnetzen (z.B. Mobilfunknetze, Satelliten)
- Formale Methoden (Systembeschreibung, Programmierung, Bedienung)

Fig. 2 Studienfragenbereiche des CCITT betreffend Telefonvermittlung (1985-88)

Die heute bestehenden Vermittlungseinrichtungen sind im allgemeinen auf die speziellen Bedürfnisse einzelner Dienste ausgelegt, d.h. für Telefonie, Telex oder Daten. In ihren technischen Eigenschaften unterscheiden sie sich zum Teil erheblich, da sie den "natürlichen" Eigenschaften der entsprechenden Dienste angepasst wurden, z.B. betr. Verkehrseigenschaften, Verbindungsauf- und Abbaueiten, Fehlerraten, usw.

Verschiedene Netze mit Vermittlung, die für einen bestimmten Dienst ausgelegt sind, werden auch als Transportnetze für andere Dienste verwendet, wie das Telefonwählnetz für Datenübertragung. Entsprechen die Eigenschaften des Transportnetzes dem zu übermittelnden Dienst nicht, entstehen Erschwerungen für den "Gastdienst".

Die bestehenden Netze, vor allem das Telefonwählnetz, sind während langer Zeit gewachsen. Viele verschiedene Vermittlungs-, Steuerungs- und Signalisierungsprinzipien gelangten im Laufe der Zeit zur Anwendung und bestehen heute nebeneinander.

Neue Funktionen liessen sich vielfach nicht "harmonisch" im Vermittlungssystem integrieren, sondern wurden diesem "angehängt". Viele solche Beispiele findet man im Bereich der betrieblichen Funktionen.

Die dienstspezifische Auslegung der Fernmeldenetze sowie eine starke funktionelle und produktbezogene Vielfalt prägen also die heutige Welt der Vermittlungssysteme.

Die folgenden Kapitel befassen sich mit der Zukunft der Vermittlungstechnik und möglichen Auswirkungen auf das Fernmeldenetz. Als Leitfaden dient vor allem das öffentliche Telefonnetz, da dieses als wesentliches Transportnetz weltweit vorherrscht und auch als Basis des künftigen ISDN vorgesehen ist.

6-4

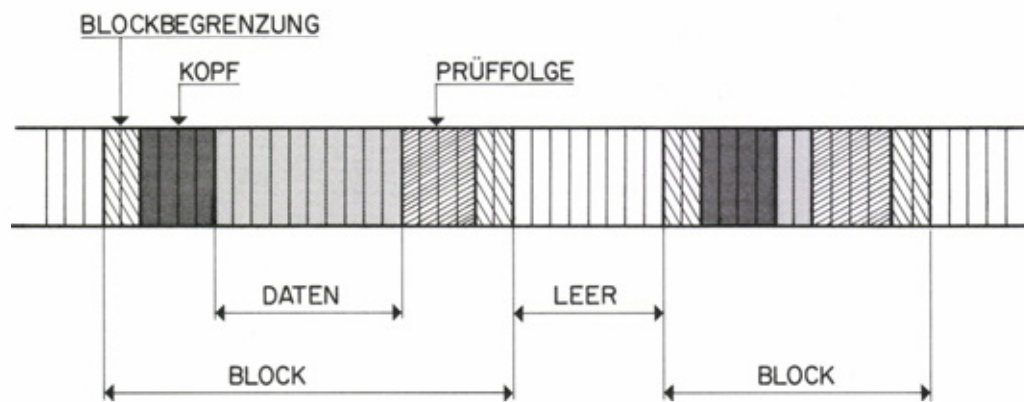


Fig. 4 Blockstruktur

Diesen beiden Transportverfahren entsprechen heute im allgemeinen zwei Vermittlungsprinzipien, die Leitungsvermittlung und die Speichervermittlung /1/.

2.1.3. LEITUNGSVERMITTLUNG

Die Funktion des Leitungsvermittlers besteht darin, den Inhalt eines Kanals (Zeitschlitzes) auf einer ankommenden Vielfachleitung (VF) auf einen beliebigen vorgegebenen Kanal einer beliebigen vorgegebenen, abgehenden Vielfachleitung durchzuschalten.

In der Vermittlungseinrichtung steht während der ganzen Dauer einer Verbindung ein Weg zur Verfügung (transparenter Bitstrom). Alle Zubringer müssen rahmen- und bitsynchron sein, sonst kann Information verloren gehen. Ein Benutzer wird nur mit einer Verbindung bedient, wenn ein Weg durch die Vermittlungseinrichtung und das Netz existiert und frei ist (Verlustsystem). Für den Aufbau des Transportweges genügt eine einmalige Adresse.

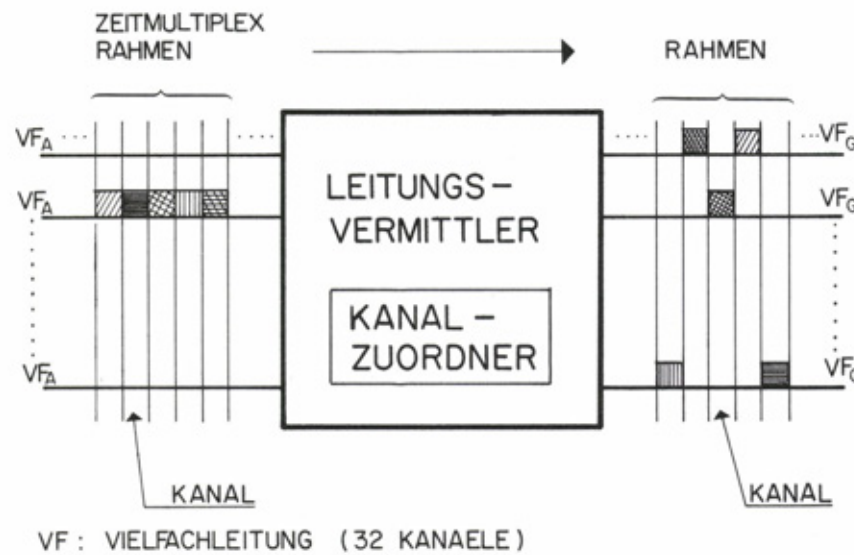


Fig. 5 Leitungsvermittlung

2.1.4. SPEICHERVERMITTLUNG

Die Funktion des Speichervermittlers besteht darin, adressierte Blöcke einer ankommenden Leitung auf eine entsprechende, abgehende Leitung weiterzuleiten. Das Vermittlungssystem stellt nur während der Dauer der internen Vermittlung eines Blocks einen Weg bereit. Blöcke, die nicht sofort vermittelt werden, warten in Speichern (Wartesystem).

Praktisch bestehen verschiedene Realisierungsmöglichkeiten für Speichervermittlungen:

- Paketvermittlung: Die Nachricht wird in Datenpakete zerlegt, die getrennt transportiert und vermittelt und am Zielort zusammengesetzt werden.
- Meldungsvermittlung: Es wird eine vollständige Nachricht inklusive Adresse übermittelt.

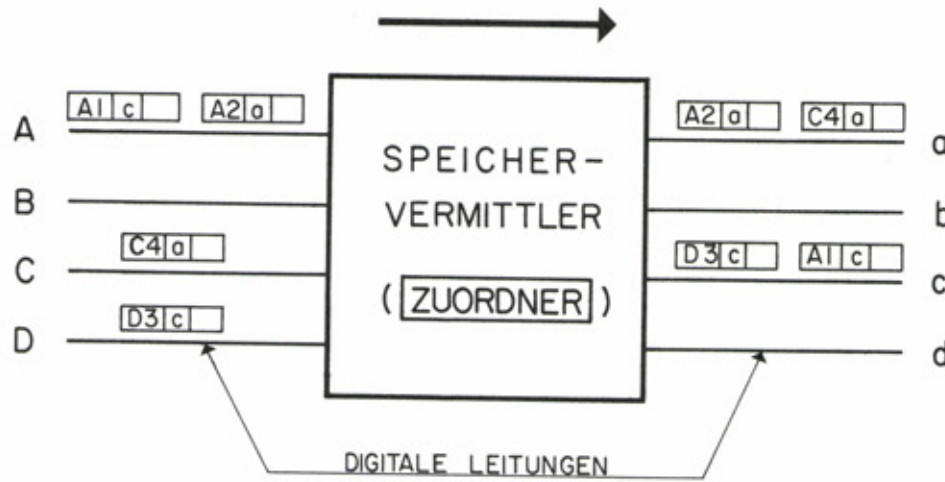


Fig. 6 Speichervermittlung

Trotz der grundsätzlichen Unterschiede zwischen Leitungsvermittlung und Paketvermittlung bestehen auch starke Ähnlichkeiten, wie etwa bei den Verbindungsphasen.

	Speichervermittlung	
Leitungsvermittlung	Paketvermittlung	Meldungsvermittlung
Aufbau der Verbindung	Aufbau der virtuellen Verbindung	Empfang der Nachricht
Halten der Verbindung	Empfangen, Zwischenspeichern und Weiter-senden der Pakete	Speicherung der Nachricht
Auslösen der Verbindung	Auslösen der virtuellen Verbindung	Sender der Nachricht

Fig. 7 Verbindungsphasen bei verschiedenen Vermittlungstypen

2.2. HAUPTAUFGABEN EINER VERMITTLUNGSEINRICHTUNG

Eine Vermittlungseinrichtung besteht funktionell aus einem Teil für die Durchschaltung ("Vermittlung"), einem Teil für die Ankoppelung der Leitungen (Peripherie) und einem Teil für die Steuerung.

Je nach Vermittlungsprinzip und Anforderungen sind verschiedenartigste Realisierungsmöglichkeiten denkbar, aber es sind immer folgende Aufgabenbereiche gegeben:

- Vermittlung
- Signalisierung
- Takt und Synchronisation
- Uebertragung
- Hilfsfunktionen
- Bedienung und Unterhalt

2.2.1. TEILE EINES LEITUNGSVERMITTLERS

a) Durchschalteeinrichtung

Sie verbindet Kanäle auf ankommenden Vielfachleitungen mit Kanälen auf abgehenden Vielfachleitungen (im Rahmentakt). In den neuen, digitalen Vermittlungseinrichtungen fließen über diese Kanäle 64 kBit/s.

b) Peripherie

Die Peripherie bildet die Schnittstelle zwischen den ankommenden und abgehenden Leitungen und der Durchschalteeinrichtung. Die Realisierung dieser Trennstelle wird als "Sätze" bezeichnet. Zu unterscheiden sind Vermittlungssätze zur Verbindung mit Teilnehmerleitungen oder Leitungen zu anderen Vermittlungseinrichtungen, Hilfssätze für die Aufnahme von Wahlsignalen sowie Sondersätze.

Die Peripherie hat je nach System verschiedenartige Aufgaben zu übernehmen, z.B. für die:

- Uebertragung (z.B. Speisung, Codewandlung)
- Signalisierung (z.B. Zustandserkennung, Trennen oder Beifügen von Signalisierinformationen, Wahlaufnahme)
- Synchronisierung (z.B. Rahmenerkennung)
- Hilfsfunktionen (z.B. Prüfaufgaben).

c) Steuerung

Die Funktionen der Steuerung einer Vermittlungseinrichtung betreffen alle Hauptaufgaben, d.h. Vermittlung, Signalisierung, Takt und Synchronisation, Uebertragung, Hilfsfunktionen sowie Bedienung und Unterhalt /1/.

Die Realisierung der Steuerfunktionen ist sehr stark abhängig von der verfügbaren Technologie, vor allem der Prozessoren.

Während in den Anfangsjahren der prozessorgesteuerten Vermittlung funktionell stark zentralisiert wurde (Fig. 8a), sind jetzt folgende Tendenzen zu erkennen (Fig. 8b)

- vertikale, funktionsorientierte Dezentralisierung der Steueraufgaben
- horizontale Dezentralisierung der Steueraufgaben mit lastorientierter und funktionsorientierter Aufteilung.

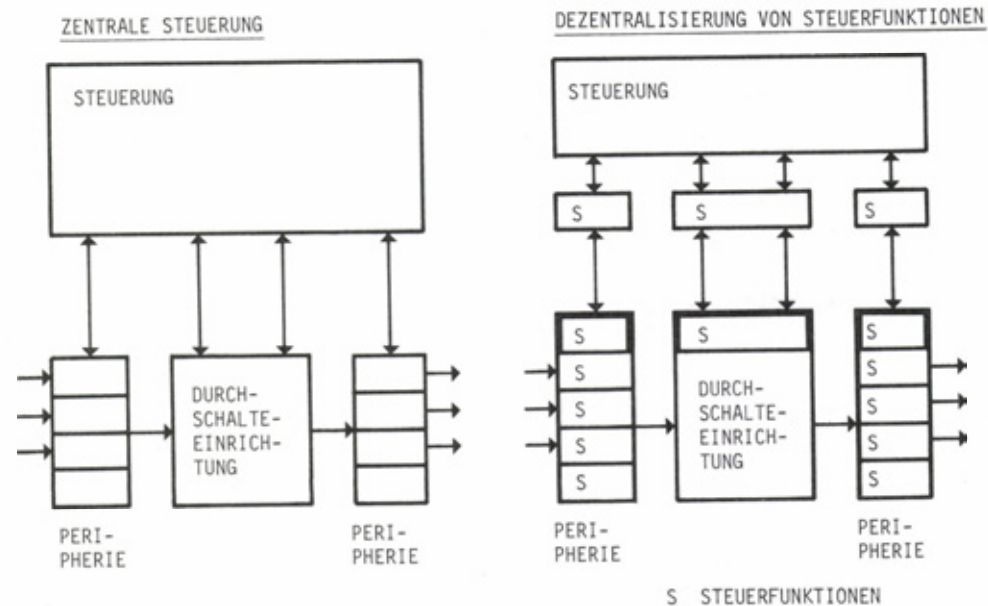


Fig. 8 a,b Zentrale/Dezentrale Steuerung

Vertikale Dezentralisierung der Steuerung bedeutet die Verlagerung ursprünglich zentraler Funktionen in "tiefere" Ebenen des Systems, d.h. in Vorprozessoren der Zentralsteuerung (z.B. für den Meldungsverkehr), in das Durchschaltenetzwerk (z.B. für Ansteuerung der Koppellelemente) oder in die Peripherie. Die Verlagerung echtzeitintensiver Verarbeitungen an die Peripherie entlastet die zentrale Steuerung.

Horizontale Dezentralisierung kann der Aufteilung der Last auf mehrere gleichartige Steuerungen dienen; sie kann aber auch eine Unterteilung der Zentralsteuerung in eine Anzahl funktionspezifischer, eigenständiger Teilsteuerungen bedeuten.

6-7

Die Dezentralisierung der Steuerung erbringt eine Anzahl Vorteile, wie:

- Verbesserung der Verfügbarkeit (Redundanz, kleinere Ausfalleinheiten)
- Steigerung der Verkehrsleistung (Folge der Lastteilung)
- höhere Modularität (Wirtschaftlichkeit, einfachere Software)
- bessere Flexibilität (sofern vereinheitlichte Trennstellen)
- intelligente Durchschalteeinrichtungen.

Sie bedingt aber je nach gewählter Aufteilung auch einen intensiven Meldungsverkehr zwischen den Steuerungsteilen oder der Steuerung und den peripheren Teilen.

2.2.2. STRUKTUR UND EIGENSCHAFTEN DER SCHWEIZERISCHEN BASISYSTEME

Die folgenden Darstellungen illustrieren grob die Verhältnisse bei den künftigen Vermittlungssystemen der Schweizer PTT, d.h. bei den Zentralen System 12 (ITT), EWSD (Siemens), AXE 10 (LM Ericsson).

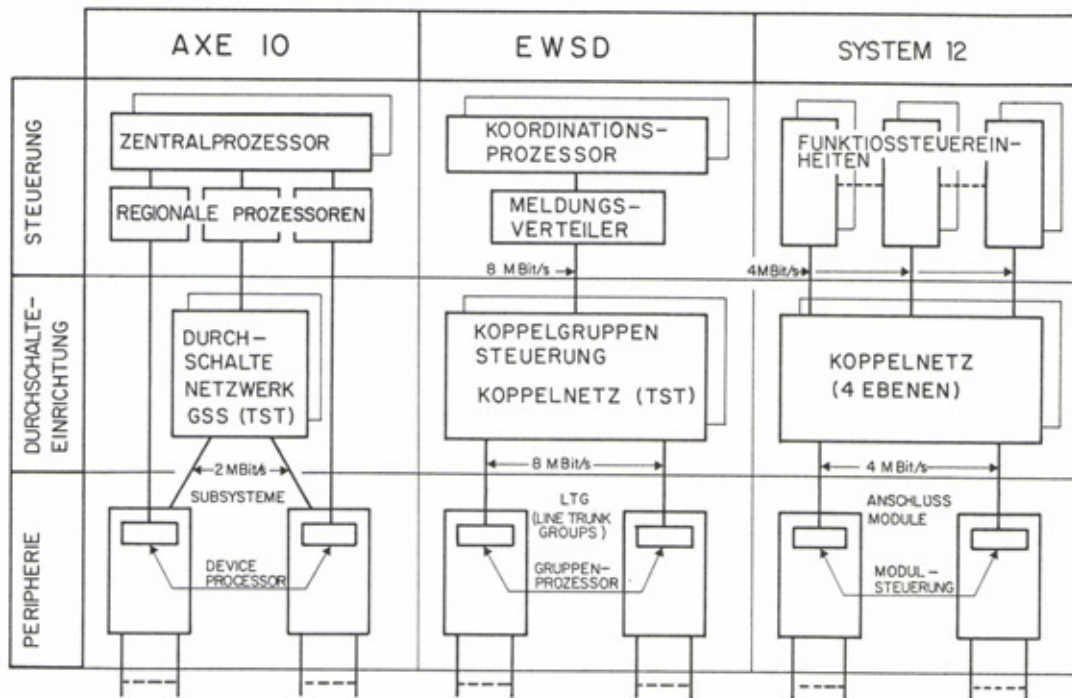


Fig. 9 Struktur der schweizerischen Basissysteme

Eigenschaft	AXE 10	EWSD	ITT 1240
Vermittelter Kanal	64 kBit/s		
Zentralentypen	alle (KTZ, DZ, KZ, HZ, TZ, IZ, MANZ)		
TN-Ausfalleinheit	128	976	128
TN AN Konzentrador	100 ... 2000	... 976	... 504
max. Anschlüsse			
- Teilnehmer	200'000	100'000	100'000
- Leitungen	65'000	64'000	60'000
max. Steuerleistung ¹⁾	800'000 (APZ 212)	750'000 (SSP 113)	750'000
Programmiersprache	Plex	Chill u. Andere	Chill u. Andere
Leiterplattentypen	100	100	30 ... 50

1) BHCA Busy Hour Call Attempts

Fig. 10 Typische Eigenschaften der schweizerischen Basissysteme

6-8

a) Steuerung

In allen drei Systemen sind die Steuerfunktionen verteilt über den "gemeinsamen" Steuerbereich die Durchschalteeinrichtung und die Peripherie.

Alle Systeme verfügen über Steuereinheiten, die dem Durchschaltenetz und der Peripherie gemeinsam zur Verfügung stehen, wobei AXE 10 und EWSD noch über einen eigentlichen zentralen Prozessor verfügen. Beim ITT 1240 sind diese gemeinsamen Steuerfunktionen auf eine Anzahl funktionsspezifischer, physikalisch getrennter Steuerungen aufgeteilt.

Zur Erhöhung der Sicherheit werden in allen Fällen redundante Steuerungen eingesetzt (Parallel- oder Lastteilung).

Die Wegesuchefunktion ist im ITT 1240 keine "zentrale" Funktion, sondern in die Durchschalteeinrichtung verlegt.

Im AXE 10 und EWSD sind unter anderem Ueberwachungs- und Abfragefunktionen sowie die Umsetzung von Befehlen der Steuerung in eigentliche Schaltbefehle an die Durchschalteeinrichtungen in Vorprozessoren verlegt, die physikalisch zum zentralen Prozessorbereich, bzw. zur Durchschalteeinrichtung gehören.

Die Steuerkanäle werden im EWSD und im ITT 1240 schaltbar über die Durchschalteeinrichtung geführt, während im AXE 10 spezielle Steuerleitungen vorgesehen sind.

b) Durchschalteeinrichtung

Die eigentliche Vermittlung, bzw. Verbindung von 64 kBit/s Kanälen, findet in der Durchschalteeinrichtung statt. Im AXE 10 und EWSD bestehen diese Einrichtungen aus grossen Raum- und Zeitstufen. Im ITT 1240 wird die Durchschalteeinrichtung aus "elementaren" Koppelnetzbaugruppen zur Vermittlung der Kanäle von je 16 PCM Vielfachleitungen aufgebaut.

Die Durchschalteeinrichtung des ITT 1240 kann die Wegesuche im Netz durchführen, während die Durchschalteeinrichtungen des AXE 10 und EWSD unter Kontrolle der zentralen Steuerung sind. Zu diesem Zweck verfügen das AXE 10 und EWSD über ein Abbild des Schaltzustandes der Durchschalteeinrichtung im zentralen Speicher.

Aus Gründen der Sicherheit sind die Durchschalteeinrichtungen im allgemeinen auf mehrere Ebenen aufgeteilt, die die Last gemeinsam tragen (Lastteilung).

c) Peripherie

Die Peripherie ist in allen drei Systemen in funktionsspezifische Einheiten unterteilt, beim System 1240 am stärksten.

2.2.3. WEITERENTWICKLUNG DER SCHWEIZERISCHEN BASISSYSTEME

Die oben beschriebenen Verhältnisse werden sich laufend ändern. Alle Systeme befinden sich in einer dauernden Evolution. Nächste Entwicklungsschritte der einzelnen Systeme sind etwa folgende:

- Im EWSD wird die Leistungsfähigkeit des zentralen Prozessorbereichs durch das Multiprozessor-system SSP 113 D stark erhöht und ein Digitalkonzentrator, DIC, für Teilnehmeranschlüsse eingeführt.
- Im AXE 10 ist ein Prozessor sehr hoher Leistungsfähigkeit in Entwicklung (APZ 212) und
- im ITT 1240 ist eine Umverteilung der Funktionen zwischen den gemeinsamen Funktionssteuereinheiten und der Peripherie im Gang.

Nächste wesentliche Ausbauschritte der Systeme betreffen die Einführung des Signalisiersystems CCITT Nr. 7, den Anschluss von ISDN Teilnehmern, den Zugang zu Spezialnetzen und betriebliche Funktionen.

2.3. SIGNALISIERUNG

Die Signalisierung dient der Uebermittlung verschiedenster Informationen in und zwischen Fernmeldesystemen, vor allem zum Zweck des Aufbaus und der Lenkung von Verbindungen und für den Betrieb der Netze.

Signalisiert wird zwischen:

- Benützer und dem Netz, bzw. andern Benützern
- Elementen innerhalb einer Vermittlungseinrichtung
- Elementen im Netz, insbesondere zwischen Vermittlungseinrichtungen.

6-9

2.3.1. SIGNALISIERARTEN

Die Signalisierung kann einem Nutzkanal fest zugeordnet sein (assoziiert) oder frei für eine Anzahl von Kanälen über einen gemeinsamen Kanal erfolgen (Common Channel).

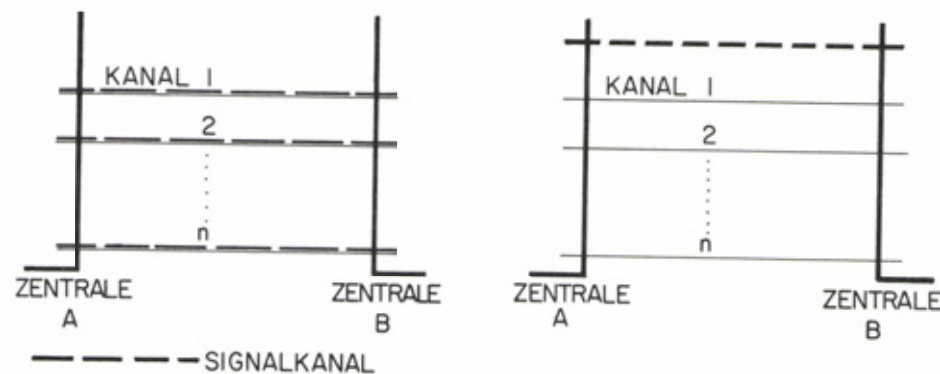


Fig. 11 a,b Signalisierarten

a) Kanalassoziierte Signalisierung

Die Signalisierungsinformation, die die Nachrichten in einen bestimmten Kanal betrifft, wird im selben Kanal (inband) oder in einem diesem Nachrichtenkanal permanent zugeordneten Signalisierungskanal (ausband) übermittelt.

b) Signalisierung über zentralen Kanal

Die Signalisierungsinformation, die viele Kanäle betrifft, wird über einen speziellen Kanal in der Form adressierter Meldungen übertragen [2/].

2.3.2. SIGNALISIERUNG IM SCHWEIZERISCHEN TELEFONNETZ

Im schweizerischen Telefonnetz werden gegenwärtig nur kanalassoziierte Signalisierungssysteme eingesetzt.

Diese Signalisierungssysteme sind äusserst vielfältig, systemspezifisch und uneinheitlich, insbesondere in den Ortsnetzen; u.a. haften ihnen folgende Nachteile an:

- langsamer Signalaustausch, und damit lange Dauer des Verbindungsaufbaus
- langsame Reaktion auf Signalisierungsmeldungen
- begrenzter Signalisierungszeichenvorrat
- geringe Leistungsfähigkeit und Anpassungsfähigkeit (z.B. beim Einführen neuer Leistungsmerkmale)
- unvollständiges Ausnutzen der Sprechkreisbündel
- verhältnismässig hohe Kosten für sprechkreisgebundene Signalisierung (proportional zur Anzahl der an eine Vermittlungsstelle angeschlossenen Leitungen)
- Einschränkungen bei der Signalisierung. Zum Beispiel ist im Gesprächszustand keine Registersignalisierung möglich.

Die Common Channel Signalisierung soll zukünftig folgende Verbesserungen bringen:

- höhere Übertragungsgeschwindigkeit und kürzere Verbindungsaufbauzeiten
- grosser Signalisierungszeichenvorrat für viele Dienste
- grosse Leistungsfähigkeit und Flexibilität auch im Hinblick auf neue Anforderungen; Wirtschaftlichkeit durch Multiplexierung der Signalisierungskanäle
- hohe Ausnutzung der Sprechkreise
- Möglichkeiten zum automatischen Überwachen und Steuern des Netzes
- rechnerfreundliche Struktur der Signalisierungsinformationen (digital, meldungsorientiert)
- Zuverlässigkeit bei der Signalisierungsübertragung.

2.3.3. DARSTELLUNG DER SIGNALISIERPROTOKOLLE

Ein wesentliches Mittel zur Beschreibung der Signalisierverfahren oder Protokolle in einem Fernmeldenetz ist das OSI-Modell (Open Systems Interconnection) der ISO (International Standards Organisation).

6-10

Unter einem Protokoll versteht man eine Vereinbarung oder ein Verfahren zum Transport von Nachrichten zwischen Elementen, funktionellen Einheiten oder Prozessen in einem Netz.

Damit in den künftigen Fernmeldenetzen nicht beliebige, unterschiedliche Protokolle entstehen und damit eine Zusammenarbeit unterschiedlichster Einrichtungen des Netzes, d.h. von Teilnehmereinrichtungen und Vermittlungseinrichtungen möglich ist, wurde mit Hilfe des OSI Modells versucht, die wesentlichen Funktionen der Kommunikationsprozesse in sogenannte Schichten aufzuteilen. Jede dieser Schichten hat im Kommunikationsprozess bestimmte Aufgaben wahrzunehmen. Sie basiert dabei auf den untenliegenden Schichten und dient allenfalls darüberliegenden Schichten.

Figur 12 zeigt diese Schichtung am Beispiel einer Kommunikation zwischen zwei Endgeräten über zwei Knoten.

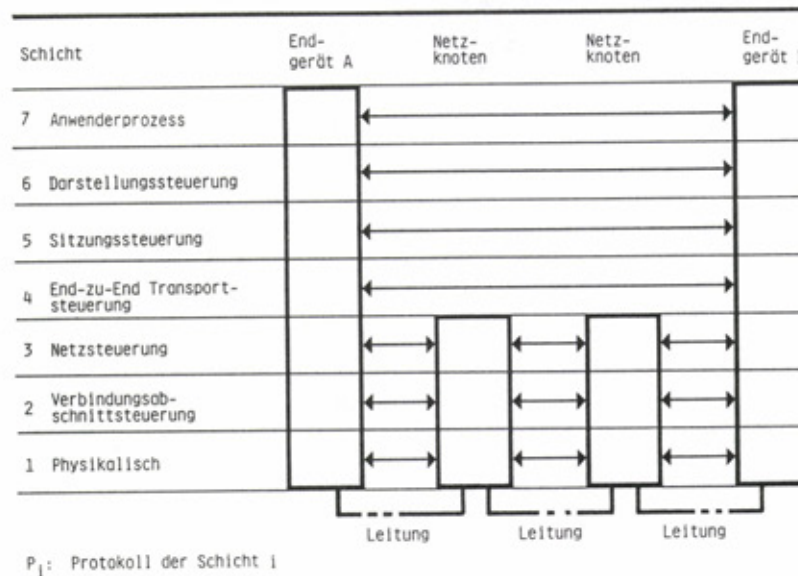


Fig. 12 Funktionsschichtung für Kommunikationsprozesse

Im einzelnen haben die Funktionen der verschiedenen Schichten folgende Aufgaben /3/:

- Schicht 1 (physikalische Schicht)
stellt die mechanischen, elektrischen, funktionellen und prozeduralen Attribute bereit, die für Aufbau, Ueberwachung und Abbau von Verbindungen zwischen der Leitungsendeinrichtung und der Vermittlungsstelle benötigt werden.
- Schicht 2 (Verbindungsschicht)
sorgt für die zuverlässige Uebertragung über einen Verbindungsabschnitt und umfasst die Rahmenverwaltung, die Flusssteuerung auf dem Abschnitt sowie die Prozeduren des Belegens und Auslösens des Abschnittes.
- Schicht 3 (Netzschicht)
steuert den Auf- und Abbau von Verbindungen über die Vermittlungsknoten des Netzes.
- Schicht 4 (Transportschicht)
liefert die Ende-zu-Ende-Meldungen zwischen Teilnehmereinrichtungen über das Netz hinweg (z.B. Quittung empfangener Nachrichtenblöcke).
- Schicht 5 (Sitzungsschicht)
erstellt, überwacht und beendet logische Verbindungen für die Datenübermittlungen zwischen Prozessen (z.B. Flusssteuerung für Nachrichtenblöcke).

6-11

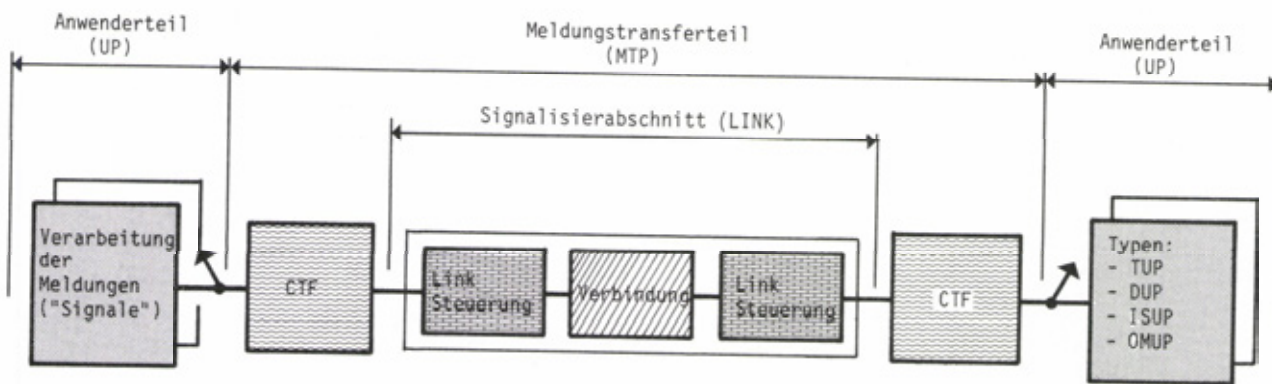
- Schicht 6 (Darstellungsschicht)
formatiert nötigenfalls die Daten für die Darstellung in der Teilnehmereinrichtung (Beispiel: Darstellungsformat mit Kopf, Reihe, Spalte).
- Schicht 7 (Anwendungsschicht)
gehört zur Quelle, bzw. Senke der Daten und umfasst üblicherweise Prozesse, in denen diese Daten verarbeitet werden.

Die Schichten 1 - 3 sind für den Transport der Information durch das Netz verantwortlich. Dazu gehören neben der gesicherten Uebertragung auch Auf- und Abbau der Verbindung. Die Schichten 1 - 3 beschreiben somit einen Transportdienst.

Die Schichten 4 - 7 betreffen die Protokolle zwischen Benützern (Anwendern).

Auch das Common Channel Signalisiersystem (CCITT Nr. 7 Signalisierung) kann durch ein Schichtenmodell beschrieben werden (Fig. 13):

- Die Schichten 1 - 3 besorgen den Transport. Sie werden als Meldungstransferteil (Message Transfer Part, MTP) bezeichnet. Der MTP überträgt sogenannte Signalisereinheiten (Signal Units).
- Den höheren Schichten entsprechen verschiedene Anwendungen (Telefonie, Daten, Betrieb und Unterhalt, ISDN und andere). Sie werden deshalb auch als Anwenderteile (User Part: UP) bezeichnet; sie übertragen Meldungen oder Signale.



CTF: Common Transfer Functions

Schichten

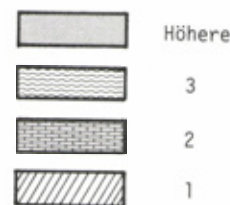


Fig. 13 Schichtenmodell für die CCITT Nr. 7 Signalisierung

Sowohl Signalisereinheiten als auch Meldungen werden nach bestimmten Vorschriften gebildet. Die Meldungen des Anwenderteils sind in den Signalisereinheiten eingebettet (Figur 14).

In einem Netz von Zentralen kann dieses Signalisierverfahren z.B. assoziiert, quasiassoziiert, dissoziiert oder gemischt betrieben werden (Fig. 15).

6-12

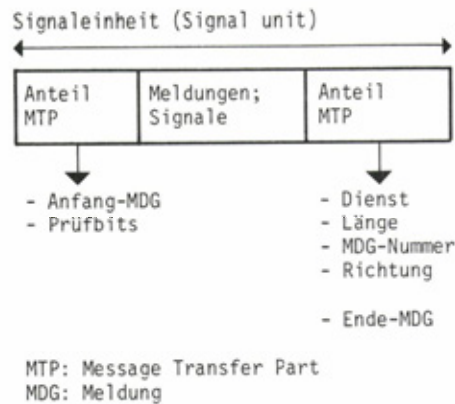
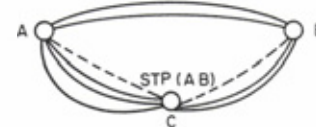


Fig. 14 Signaleinheit in der CCITT Nr. 7 Signalisierung

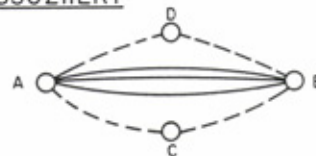
ASSOZIIERT (GROSSE BUENDEL)



QUASI ASSOZIIERT (MITTLERE BUENDEL)



DISSOZIIERT



SP SIGNALISIERENDPUNKT
 STP SIGNALISIER TRANSFERPUNKT
 O VERMITTLUNG (ZENTRALE)
 --- SIGNALISIERUNG

Fig. 15 Betriebsarten der CCITT Nr. 7 Signalisierung

In der praktischen Anwendung stehen das assoziierte und quasiassozierte Verfahren, bzw. Mischformen im Vordergrund.

Neben dem eigentlichen Einsatz der Common Channel Signalisierung für Telefonie (Anwenderteil für Telefonie) und für leitungsvermittelte Datennetze (Anwenderteil für Datendienste) sind auch andere, z.B. betriebsbezogene Anwendungen möglich, wie:

- Zugriff von Unterhalts- und Betriebszentren auf die Vermittlungseinrichtungen
- Uebertragen von Gebührendaten von den Vermittlungseinrichtungen zu einer zentralen Gebührenverarbeitung
- Uebertragen von Standort- und Abrechnungsdaten beweglicher Teilnehmer in mobilen Systemen.

Im weiteren wird gegenwärtig intensiv an einer Erweiterung des Signalisiersystems Nr. 7 durch einen Anwenderteil für das ISDN gearbeitet.

3. KONSEQUENZEN DER EINFUEHRUNG DIGITALER VERMITTLUNGSEINRICHTUNGEN

Ueber das Vorgehen bei der Digitalisierung der Fernmeldenetze bestehen verschiedene Szenarien und Strategien.

In unserem Land und auch andernorts in Europa sind grob folgende Phasen denkbar:

- In einer ersten Phase, die bereits in verschiedenen Ländern begonnen hat, entsteht allmählich ein durchgehendes digitales vermitteltes Netz, das integrierte, digitale Netz (Integrated Digital Network, IDN).
- In einer weiteren Phase, wird auf der Basis des IDN die Digitalisierung bis zum Teilnehmer ausgedehnt, was dann zum dienstintegrierten, digitalen Netz ISDN (Integrated Services Digital Network) führt.

Jede dieser Phasen hat, wie die folgenden Abschnitte zeigen, weitreichende Konsequenzen für die Vermittlungstechnik.

6-13

3.1. DER SCHRITT ZUM INTEGRIERTEN; DIGITALEN NETZ (IDN)

Die Einführung digitaler, prozessorgesteuerter Vermittlungseinrichtungen im bestehenden Netz, zusammen mit der bereits weit ausgebauten digitalen Uebertragungstechnik, eröffnet unter anderem folgende Möglichkeiten:

- Vereinheitlichung der Signalübermittlung (digital) im ganzen Netz
- Vereinheitlichung der Signalisiersysteme und Leistungssteigerung der Signalisierung
- Zusammenfassen verschiedenartiger hierarchischer Netzebenen oder Funktionen im Netz
- Erweiterung der Leistungsmerkmale für den Teilnehmer
- Vereinfachung und Vereinheitlichung der betrieblichen Funktionen
- Legen einer Basis für die Einführung des dienstintegrierten, digitalen Netzes (ISDN)

3.1.1. VEREINHEITLICHUNG DER SIGNALUEBERMITTLUNG.

Im wesentlichen bieten sich für die Einführung der Digitaltechnik in einem Fernmeldenetz zwei Methoden an, die Ueberlagerungs- und die Inselmethode.

- Die Ueberlagerungsmethode (overlay) zielt darauf ab, möglichst rasch ein geschlossenes, digitales Netz zu erstellen, das dem bestehenden, analogen Netz überlagert wird und mit diesem Netz verbunden ist. Dieses Netz ist am Anfang unter Umständen sehr dünn, aber möglichst durchgehend digital und landesüberdeckend.
- Die Inselmethode zielt darauf ab, geografische Inseln vollständig zu digitalisieren.

In vielen Ländern, auch in der Schweiz, wird die Ueberlagerungsmethode gewählt, um relativ rasch über ein landesüberdeckendes, digitales Netz zu verfügen. Dieses Verfahren wird durch das bereits gut ausgebaute digitale Uebertragungsnetz gut unterstützt.

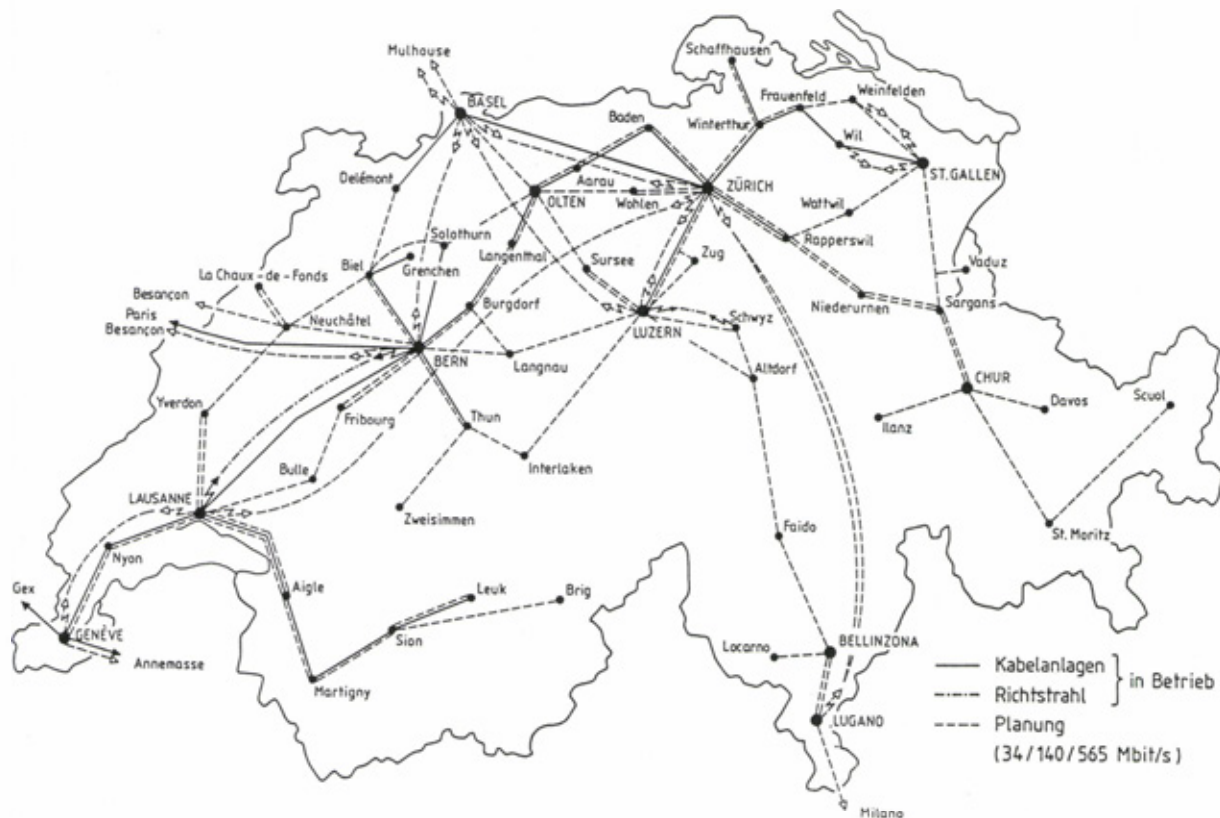


Fig. 16 Digitales Fernnetz, Zehnjahresplanung 1982 - 1991

6-14

Wesentlich für die Ueberlagerungsstrategie ist eine entsprechende Verkehrslenkung, die dazu führen soll, einmal ins digitale Netz eingetretene Verbindungen im digitalen Netz zu behalten; das Umsteigen analog/digital und digital/analog und der Einsatz der entsprechenden Wandler, ist also wegen der hohen Kosten möglichst zu vermeiden.

Weiter erlaubt nur ein zusammenhängendes, digitales Netz die landesweite Einführung von Diensten, die auf einem transparenten 64 kBit/s Kanal basieren. Die durchgehende, digitale Uebermittlung trägt schliesslich auch zur Verbesserung der Uebertragungsqualität bei.

Es kann angenommen werden, dass in der Schweiz jährlich etwa 180'000 Teilnehmeranschlüsse an digitalen Zentralen realisiert werden; davon sind 140'000 Ersatz von Anschlüssen an analogen Zentralen. Der Ersatz der bestehenden analogen Zentralen durch digitale wird 20 bis 30 Jahre dauern.

3.1.2. VEREINHEITLICHUNG UND MODERNISIERUNG DER SIGNALISIERUNGSSYSTEME

Parallel zur Digitalisierung der Vermittlung erfolgt die Einführung der Common Channel Signalisierung, deren wichtigste Eigenschaften bereits charakterisiert wurden. Für das schweizerische Netz steht eine Einführungsstrategie noch aus.

Es wäre wünschenswert, direkt auf den ISDN-Anwenderteil zuzusteuern, jedoch liegen die entsprechenden internationalen Empfehlungen noch nicht vor. Gegenwärtig entstehen verschiedene nationale Versionen. Weiter wäre die Realisierung eines Anwenderteils für Betrieb und Unterhalt (Operations and Maintenance User Part, OMUP) im Hinblick auf den Aufbau von Betriebszentren von Vorteil.

3.1.3. ZUSAMMENFASSEN VON ZENTRALENFUNKTIONEN IM NETZ

In der Schweiz werden für verschiedenartige Aufgaben innerhalb der Netz-Hierarchie verschiedene Zentralen eingesetzt. Längerfristig könnte die Anzahl der Zentralen durch Zusammenlegung abnehmen (z.B. durch kombinierte Orts-/Transitzentralen).

3.1.4. ERWEITERUNG DER LEISTUNGSMERKMALE FUER DEN TEILNEHMER

In der Phase, in der erst die interzentrale Uebermittlung digital ist, also noch keine digitale Teilnehmerleitung existiert, profitiert der Teilnehmer vor allem von den Eigenschaften der Prozessorsteuerung der neuen Zentralen.

Im Vordergrund stehen heute etwa folgende Leistungsmerkmale:

Leistungsmerkmale für den Teilnehmer (Beispiele)
- Gebührenmelder
- Taxauszug
- Identifikation des Rufenden
- Anrufumleitung auf andere Rufnummer
- Sperren fuer erzeugte Verbindungen
- Ruhe vor dem Telefon
- Rückfrage
- Identifizierung des Rufenden übermitteln
- Anschluss mit sofortiger Rückwärtsauslösung
- Konferenzgespräch
- Anrufumleitung auf Normsprechtext
- Vorbestimmte Verbindung
- Anschluss nur für erzeugten Verkehr

Fig. 17 Leistungsmerkmale für den Teilnehmer

Nicht alle dieser Leistungsmerkmale stehen bereits bei der Einführung der digitalen Zentralen zur Verfügung.

3.1.5. INTEGRATION VERSCHIEDENARTIGER SPEZIALEINRICHTUNGEN

Im Laufe der Zeit sind den bestehenden Vermittlungseinrichtungen verschiedenartige Zusatzsysteme überlagert worden, einerseits zur Ergänzung vermittlungstechnischer Funktionen und andererseits für Betrieb und Unterhalt.

Die folgenden Beispiele mögen die Vielfalt illustrieren. Sie betreffen u.a. Einrichtungen für:

- Verkehrsmessung und Auswertung (VME)
- Fernmessen der Teilnehmeranschlüsse (FEPAM)
- Taxdatenerfassung (Zähler)
- Ermittlung der Dienstqualität
- Überwachung der Übertragungseinrichtungen (ATME)
- Anrufumleitung (CADI, AWLS)

Die neuen prozessorgesteuerten, digitalen Vermittlungssysteme ermöglichen die Vereinheitlichung und Integration wesentlicher Funktionen dieser Einrichtungen.

Fast jedes dieser überlagerten Systeme verfügt über zum Teil sehr komplexe Zugriffsschaltungen zum Netz, um die erforderlichen Zustände bzw. Daten zu erfassen.

Die prozessorgesteuerten, digitalen Vermittlungseinrichtungen bieten viele dieser verbindungs- oder leitungsbezogenen Daten quasi gratis an. Diese Daten müssen dann nur noch in die entsprechende Form und über entsprechende Trennstellen zur Auswertung ausserhalb der Zentrale übermittelt werden.

Am Beispiel der Verkehrsmessung (VM) soll diese Tendenz illustriert werden:

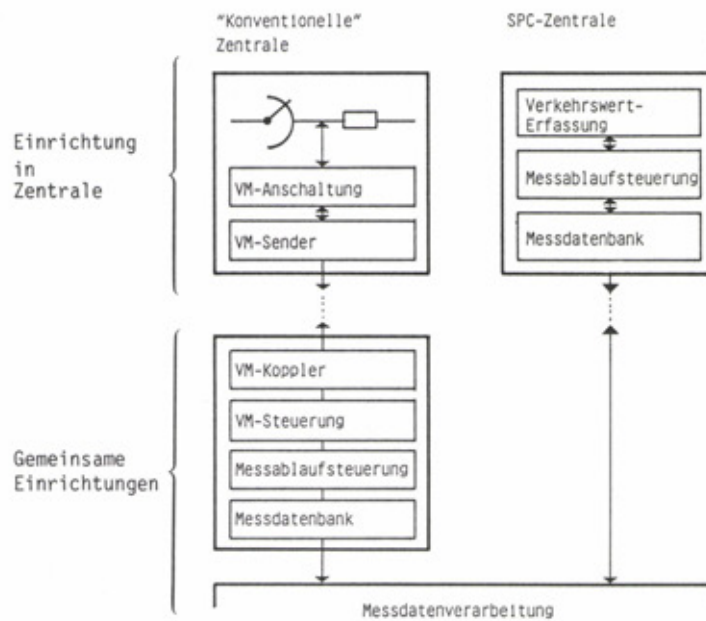


Fig. 18 Integration von Spezialfunktionen - Beispiel Verkehrsmessung

Ein weiterer Schritt in Richtung Vereinheitlichung und Zusammenfassung betrieblicher Funktionen kann mit Hilfe des Signalisiersystems Nr. 7 erfolgen.

Das Common Channel Signalisiersystem ist im wesentlichen ein dem Vermittlungsnetz überlagertes Datennetz mit Endpunkten in allen Zentralen (Fig. 19). Ein entsprechender Anwenderteil (Operations and Maintenance User Part, OMUP) dient dem Austausch von Meldungen zwischen den Zentralen und den Betriebszentren.

6-16

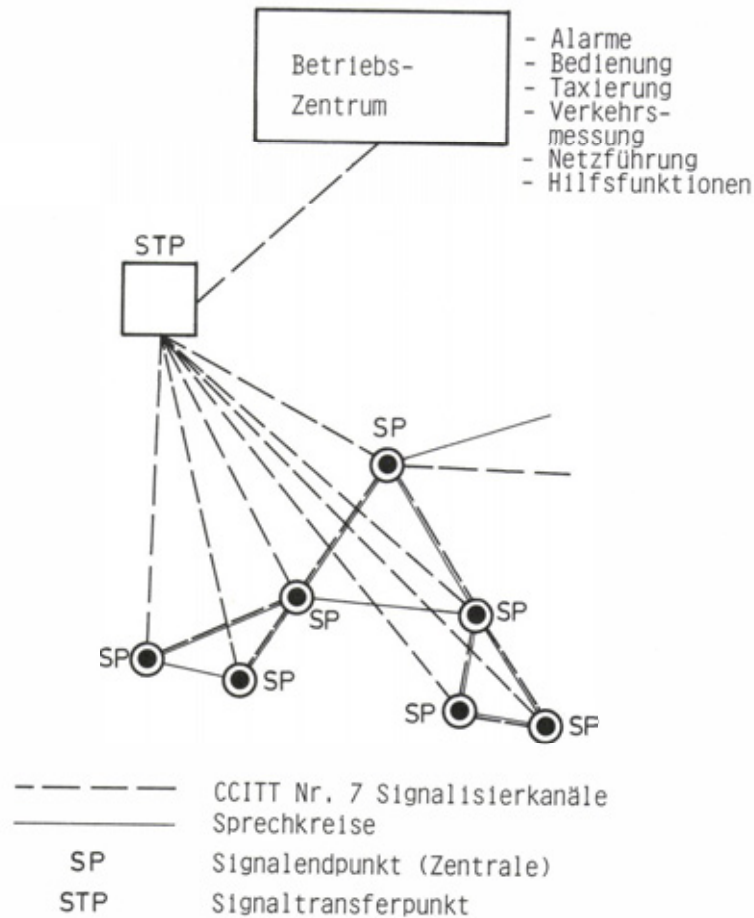


Fig. 19 Verwendung der CCITT Nr. 7 Signalisierung für den Betrieb

3.2. DER SCHRITT ZUM DIENSTINTEGRIERTEN, DIGITALEN NETZ (ISDN)

3.2.1. CHARAKTERISTIKEN DES ISDN

Der Schritt zum dienstintegrierten, digitalen Netz (ISDN) wird auch für die Vermittlung entscheidende Konsequenzen haben. Dies kommt bereits bei den folgenden Richtlinien und Charakteristiken des ISDN zum Ausdruck /4/:

- Das herausragende Merkmal des ISDN Konzepts besteht darin, dass mit demselben Netz eine breite Palette von Sprach- und Nichtsprachdiensten realisiert werden kann;
- mit wenigen Verbindungstypen im Netz und wenigen Schnittstellentypen zwischen den Benutzern und dem Netz und innerhalb des Netzes können viele verschiedenartige Dienste unterstützt, bzw. realisiert werden;
- das ISDN ermöglicht für verschiedenartige Anwendungen nichtvermittelte, leitungsvermittelte und paketvermittelte Verbindungen, unter Umständen verschiedenartige gleichzeitig;
- soweit möglich sollten die Dienste kompatibel mit den digitalen, 64 kBit/s vermittelten Kanälen sein;
- zur Beschreibung der Schnittstellen, insbesondere auch der Schnittstelle zwischen Teilnehmer und Netz, wird das ISO Schichtenmodell verwendet.

Das ISDN ist also nicht selber ein Dienst, sondern es unterstützt durch seine standardisierten Transportmöglichkeiten verschiedenartigste Telekommunikationsdienste.

3.2.2. UEBERGANG ZUM ISDN

Ueber die Evolutionsschritte zu einem ISDN bestehen heute noch sehr unterschiedliche Vorstellungen. Immerhin scheinen folgende Ueberlegungen vielen bestehenden Szenarien gemeinsam zu sein /5, 6, 7/.

- Das ISDN basiert auf dem IDN für Telefonie. Es kann entweder aus verschiedenartigen dienstspezifischen Netzen bestehen, zu welchen die Teilnehmer aber via eine vereinheitlichte Trennstelle Zugang haben (nicht homogenes Netz); es kann auch aus einem vereinheitlichten Netz bestehen, mit gemeinsamen Vermittlungs- und Uebertragungseinrichtungen für alle Dienste (homogenes Netz);
- es wird lange dauern, bis ein homogenes Netz bestehen wird; das Zusammenwirken von ISDN mit verschiedenartigen, spezialisierten Netzen (analoges Telefonnetz, Datennetze und Satellitennetze) wird deshalb ebenfalls sehr lange aktuell sein;
- das ISDN umfasst neben Telefonie auch Paketvermittlung für Daten und andere Dienste;
- die Einführung neuer Dienste mit Hilfe des ISDN wird lange dauern und die Dienstintegrationsmöglichkeiten sollten sehr flexibel und offen sein;
- es sollten verschiedenartige Teilnehmereinrichtungen angeschlossen werden können (Teilnehmerendgeräte, Hauszentralen, Local Area Networks);
- weiter könnte das "Schmalband" ISDN später auch Vermittlung von Breitbanddiensten (höher als 2 MBit/s) und Schmalbanddiensten mit Bitraten von weniger als 64 kBit/s umfassen.

Ein sehr konkretes Szenario für das Entstehen eines universellen ISDN ist jenes der Deutschen Bundespost (Fig. 20). Als Konzept entspricht es in vielen Zügen auch dem INS (Information Network System) der NTT, Japan.

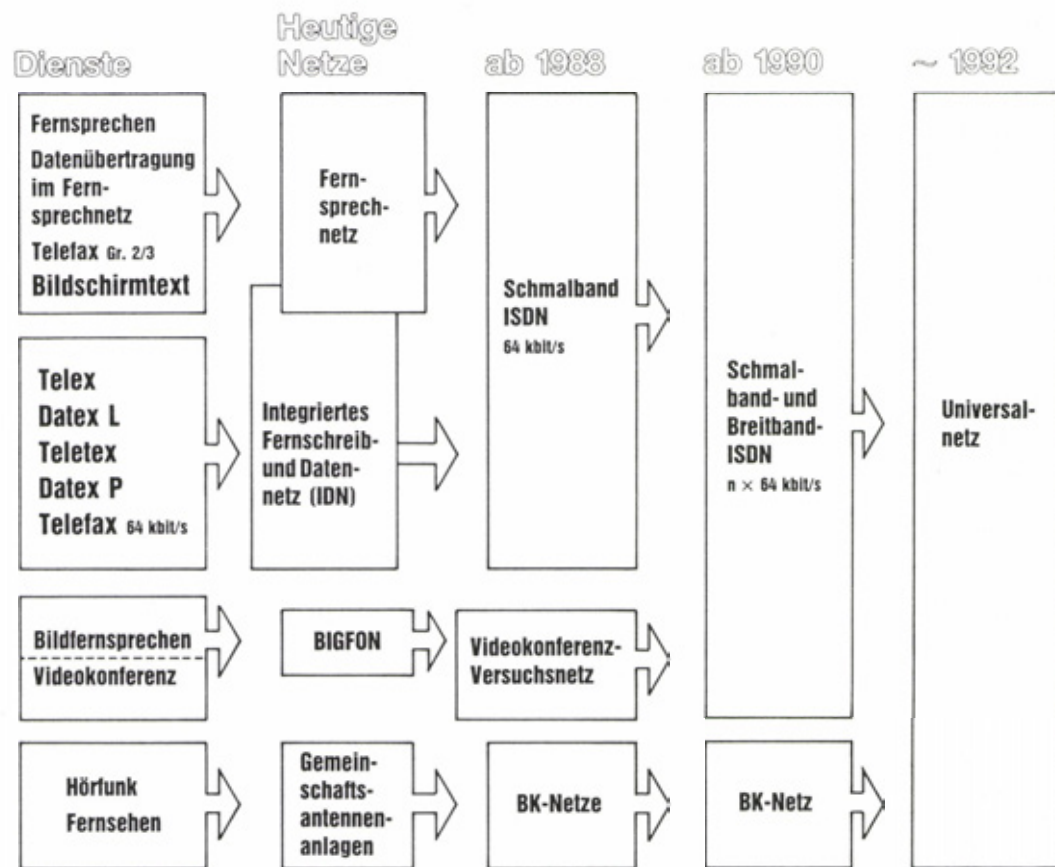


Fig. 20 Szenario der künftigen Netzintegrationsstufen der DBP

6-18

Aufgrund einer Erhebung im Herbst 1984 bei allen CEPT Mitgliedsländern entstand die folgende Übersicht über die ISDN-Einführungspläne in Europa:

	EXPERIMENTELLE INSTALLATIONEN; FELDVERSUCHE	PILOT- DIENST	ÖFFENT- LICHER DIENST	LANDESWEITE VERBREITUNG	GESCHÄTZTE TEILNEHMER ANSCHLÜSSE	EINFÜHRUNG CCITT NO. 7
BELGIEN	1984/1985	1988 (2)	1984	-	-	1985
DAENEMARK	-	-	-	1990	1 Mio (1995)	1985
FINNLAND	1987	-	-	-	-	1985
FRANKREICH	1986	-	1987/89	-	3 Mio (1995)	1986
DEUTSCHLAND BRD	-	1986	1988	1993	3 Mio (1995)	1986
IRLAND	1986/87	1988	-	-	-	1986
ITALIEN	1984	1987/88	1990	1990	50 000 (1990) 1 Mio (1994)	1986
HOLLAND	1987	-	-	-	-	1987/88
NORWEGEN	-	-	1987	-	-	1987
SPANIEN	1985	1987	1988	-	-	1986
SCHWEDEN	1984	1987/88	-	-	-	1985
SCHWEIZ	-	1987/89	-	-	-	1987
ENGLAND	1983	1984/85	-	1986/87	-	1984

Fig. 21 ISDN in Europa (Pläne/Stand 1984)

3.2.3. FUNKTIONEN UND TRENNSTELLEN DES ISDN

Figur 22 zeigt wichtige funktionelle Elemente und Trennstellen des ISDN

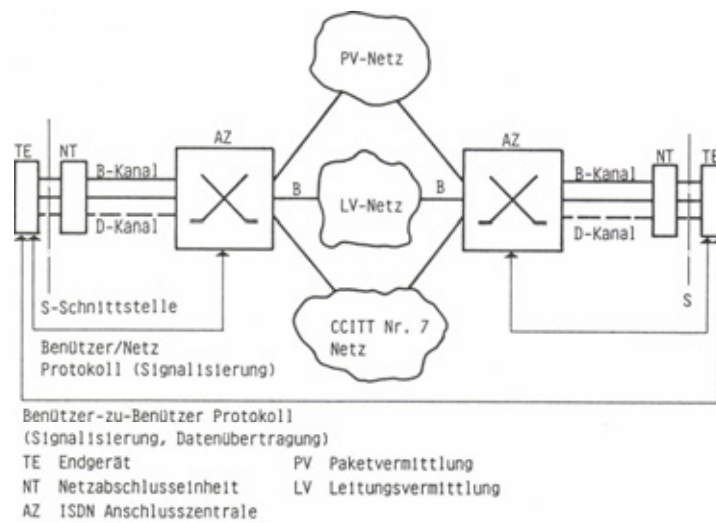


Fig. 22 Funktionsmodell des ISDN

Die Funktionen des Netzes können vollständig im ISDN realisiert werden (Integration der Vermittlung) oder zum Teil in Spezialnetzen mit eigener Vermittlung.

In allen Fällen werden Leitungsvermittlungsfunktionen und Common Channel Signalisierungsfunktionen in den Ortsvermittlungseinrichtungen (ISDN - Anschlusszentralen) vorhanden sein müssen.

3.2.4. AUFGABEN DER ISDN - ANSCHLUSSZENTRALE

3.2.4.1. VERMITTLUNG VON LEITUNGSORIENTIERTEN VERBINDUNGEN

Für leitungsvermittelte Transportdienste stehen dem Teilnehmer die 64 kBit/s B-Kanäle zur Verfügung. Teilnehmerraten von weniger als 64 kBit/s müssen vor der Vermittlung an die 64 kBit/s Kanäle der Vermittlung angepasst werden. Leitungsvermittelte Dienste und Bitraten unter oder über 64 kBit/s können auch in den Einrichtungen eines Spezialnetzes vermittelt werden. ISDN spielt dann nur Transitfunktion. In beiden Fällen können die ISDN Teilnehmer/Netzprotokolle verwendet werden.

3.2.4.2. VERMITTLUNG VON PAKETORIENTIERTEN VERBINDUNGEN

Da das ISDN auf dem leitungsvermittelten IDN (Integrated Digital Network) für Telefonie basieren wird, stellen sich bei Vermittlung paketorientierter Verbindungen besondere Probleme.

Die Beispiele in Figur 23 sollen diese Situation illustrieren.

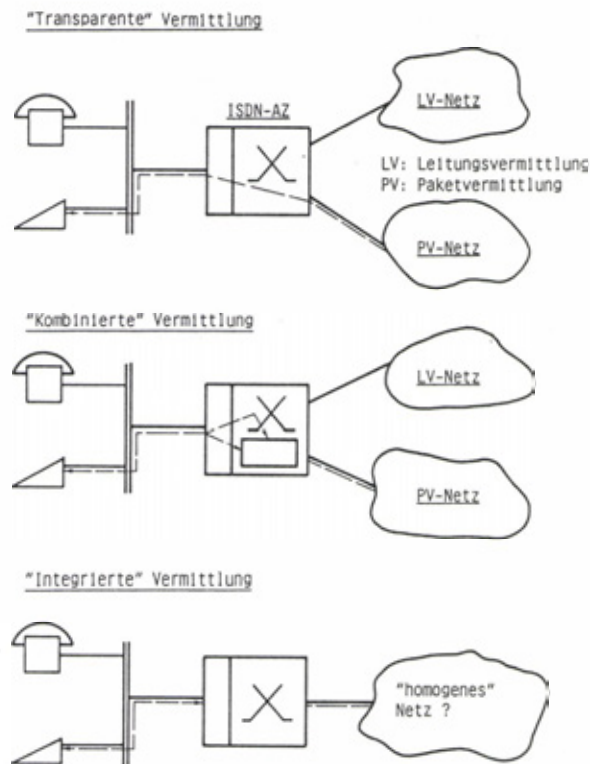


Fig. 23 "Paketverbindungen" in der ISDN-Anschlusszentrale

6-20

Paketvermittelte Dienste können vom ISDN auf verschiedene Weise unterstützt werden; die ISDN-Anschlusszentrale kann als

- Zubringer zu einem Paketvermittlungsnetz wirken (Transparente Vermittlung), oder über
- eigene Paketverarbeitungsfunktionen verfügen (Kombinierte Vermittlung, Integrierte Vermittlung)

a) ISDN - Anschlusszentrale als "transparenter" Paket-Vermittler

In diesem Fall wird die Paketverarbeitungsfunktion ausserhalb der ISDN - Anschlusszentrale realisiert. Zwischen dem paketorientierten Endgerät und dem Paketnetz wird eine transparente Verbindung geschaltet. Zu diesem Zweck muss zuerst eine spezielle Signalisierprozedur zwischen dem Endgerät und der ISDN - Anschlusszentrale abgewickelt werden. Die Uebertragung der Datenpakete erfolgt auf dem B-Kanal (Fig. 24).

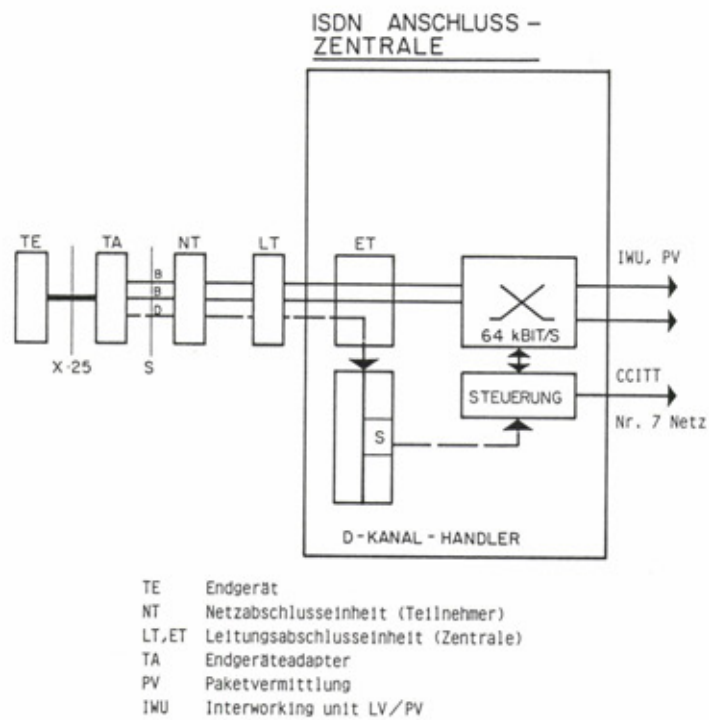


Fig. 24 Paketübermittlung im B-Kanal (transparent)

b) ISDN - Anschlusszentrale als "kombinierter" Paket-Vermittler

Die ISDN - Anschlusszentrale kann auch mit einer eigenen Paketverarbeitungsfunktion ausgerüstet werden, die entweder über den B-Kanal (Fig. 25) oder über den D-Kanal (Fig. 26) erreicht werden kann.

6-21

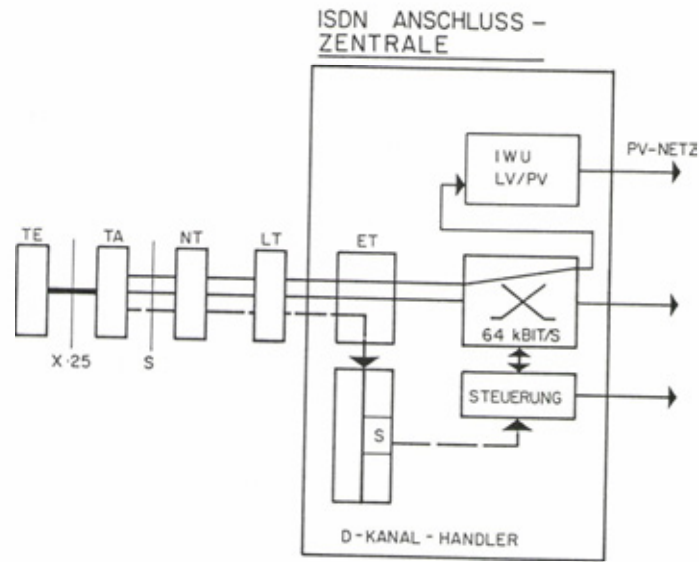


Fig. 25 Paketübermittlung im B-Kanal (eigene Paketverarbeitungsfunktion)

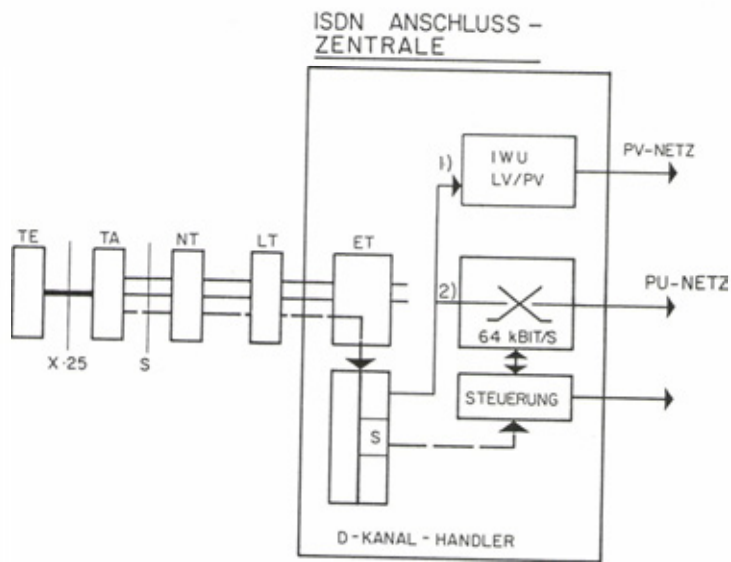


Fig. 26 Paketübermittlung im D-Kanal (zwei Varianten)

Es liegt auf der Hand, dass diese Arten der Paketübermittlung über einen Leitungsvermittler aufwendige zusätzliche Funktionen und Einrichtungen für die ISDN-Anschlusszentrale bedingen.

Figur 27 zeigt zusammenfassend die Trennstellen einer ISDN-Anschlusszentrale (gemäss CCITT Rec.Q.501-517).

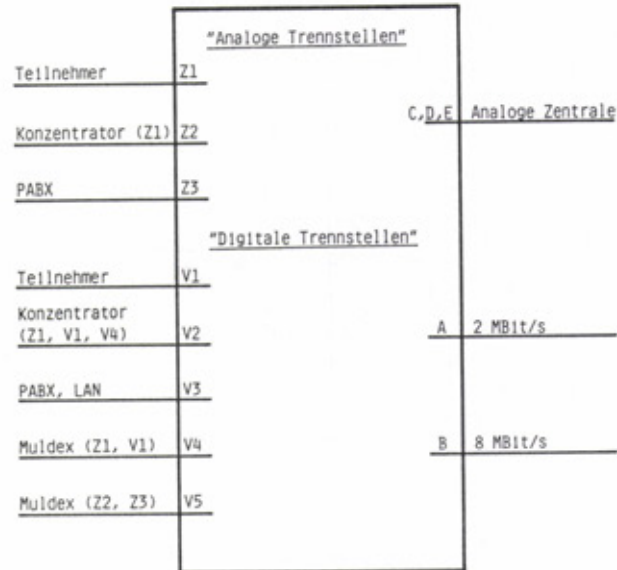


Fig. 27 ISDN-Anschlusszentrale: Trennstellen

3.3. INTEGRIERTE VERMITTLUNG

Seit sich die Möglichkeit eines vollständig digitalen Netzes abzeichnete, war immer wieder von "integrierten" Vermittlungseinrichtungen für alle zu vermittelnden Dienste die Rede.

Verschiedene Versuche, Sprache und Daten gemeinsam in einer "integrierten" Einrichtung zu vermitteln, haben bisher mehr oder weniger gute Resultate ergeben.

Die bekanntesten ersten Ansätze sind der Experimental Digital Switch der Bell Labs und die Sprachübermittlungsexperimente im ARPANET /8, 9/.

Die integrierten Vermittlungsmethoden haben in den letzten Jahren, und insbesondere mit dem starken Aufkommen der Ideen des ISDN und neuartiger Konzepte, die die Vorteile der Zeitvielfachtechnik und der Paketvermittlungstechnik kombinieren wollen, an Aktualität gewonnen.

3.3.1. VORAUSSETZUNGEN

Leider unterscheiden sich die heute eingeführten Netz- und Diensteigenschaften zum Teil erheblich (Fig. 28).

EIGENSCHAFT	DIENST/NETZ			
	TELEFON	TELEX	DATEN	ISDN
VERBINDUNGSDAUER (S)	150	200	10...1000	10...1000
VERBINDUNGS-AUFBAUZEIT (S)	2..20	2	0.1...2	1...3
FEHLERRATE	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻⁷	10 ⁻⁶
UEBERTRAGUNGSRATE (kBit/s)	64	005...0,3	2.4-48	64
"AKTIVITAET"	30%	80%	10...%	?

Fig. 28 Vergleich typischer Dienst-/Netzeigenschaften (Beispiele)

6-23

Geht man von den bestehenden, eingeführten Telekommunikationsdiensten und -einrichtungen aus, so sind folgende Gegebenheiten der Sprach- und Datenvermittlung zu berücksichtigen:

- Paketvermittlung in Leitungsvermittlern ist komplex und aufwendig.
- Die Kommunikation zwischen Teilnehmern am ISDN und Teilnehmern an Spezialnetzen verlangt verschiedenartige, komplexe Protokollkonversionen.
- Das leitungsvermittelte IDN hat vor allem die Eigenschaften eines Telefonnetzes, stellt also Auflagen für andere Dienste, die es als Transportnetz verwenden. Besonders wichtig sind folgende Eigenschaften (10):
 - die vermittelte Bandbreite ist fest (64 kBit/s);
 - die Zuteilung eines transparenten Kanals erfolgt während der gesamten Gesprächsdauer, also auch während Uebermittlungspausen;
 - die Reaktionszeiten (z.B. Verbindungsauf- und abbau) bewegen sich in der Grössenordnung von je 500 ms.;
 - die Uebermittlungsgeschwindigkeit ist fest und durch die Kanalrate gegeben;
 - die Bitfehlerraten liegen in der Grössenordnung von weniger als 10^{-6} .

3.3.2. ANFORDERUNGEN AN INTEGRIERTE VERMITTLER

An integrierte Vermittlungseinrichtungen mit akzeptablen Eigenschaften für verschiedenartige Dienste müsste man deshalb z.B. folgende Anforderungen stellen:

- gleiche Vermittlungsausrüstung für verschiedene Dienste;
- variable, an die Bedürfnisse der verschiedenen Dienste angepasste Bandbreite;
- eine hohe Ausnützung der Ressourcen des Netzes durch Berücksichtigung der statistischen Eigenschaften der Quellenaktivität /11/;
- angemessene Systemreaktionszeiten, Uebermittlungsgeschwindigkeit und Fehlerraten für alle Dienste.

3.3.3. LOESUNGEN

Es bestehen verschiedene Konzepte, um diese Vorstellungen zu erfüllen; als Basis kommen Paket- oder Leitungsvermittlung in Frage, allerdings mit entsprechenden Verbesserungen. Beide Ansätze wurden auch schon praktisch erprobt. Dabei fallen vor allem folgende Nachteile der entsprechenden Verfahren ins Gewicht:

- bei Zeitvielfachvermittlung die Verzögerungen durch den Verbindungsaufbau im Netz;
- bei Paketvermittlung die limitierten Paketlängen und Zwischenspeicherkapazitäten sowie variable Verzögerungen durch die komplexen Paketvermittlungsprozeduren.

Für die Uebermittlung von Sprache spielt vor allem die zeitgerechte und reihenfolgegerechte Uebermittlung der Sprachpakete die entscheidende Rolle, bei Daten ist die Fehlerrate wichtig.

Die zwei folgenden Fälle illustrieren je eine integrierte Vermittlungseinrichtung auf der Basis Zeitmultiplex- und Blockübermittlung.

3.3.3.1. ZEITMULTIPLEXVERFAHREN

Figur 29 illustriert ein Zeitmultiplexverfahren mit statistischer Kanalzuteilung.

Information wird nur bei aktiver Quelle übermittelt. Die Information wird mit einem Kopf und einem Schluss versehen. Das ganze Paket ist ein "Burst" und kann beliebig lang sein. Uebertragen werden die Bursts in einem bestimmten Kanal eines Zeitmultiplexsystems.

Die Vermittlungseinrichtung überwacht die Kanäle, interpretiert und verarbeitet einen allfälligen Kopf, ordnet dem Burst einen entsprechenden abgehenden Kanal und einen Weg zu, schaltet den Weg fest durch und wartet auf das Ende des Bursts. Mit dessen Ende wird die Verbindung in der Vermittlungseinrichtung abgebrochen. Der Kopf, der die eigentliche Leitinformation des Burst enthält, muss in der Phase der Wegesuche im Netz von einer entsprechenden zentralen Funktion des Netzes erfahren werden.

3.3.3.2. PAKETVERMITTLUNGSVERFAHREN

Auch auf der Basis der Blockübermittlung (Paketvermittlung) können integrierte Vermittler realisiert werden.

Allerdings verursachen vor allem die in der konventionellen Paketvermittlung vorgesehenen Verfahren zur Fehlerkorrektur und Flusskontrolle viel Verarbeitungsaufwand in den Knoten, mit entsprechenden variablen lastabhängigen Verzögerungen bei der Uebermittlung der Pakete, einer sehr ungünstigen Eigenschaft für die Sprachübermittlung.

6-24

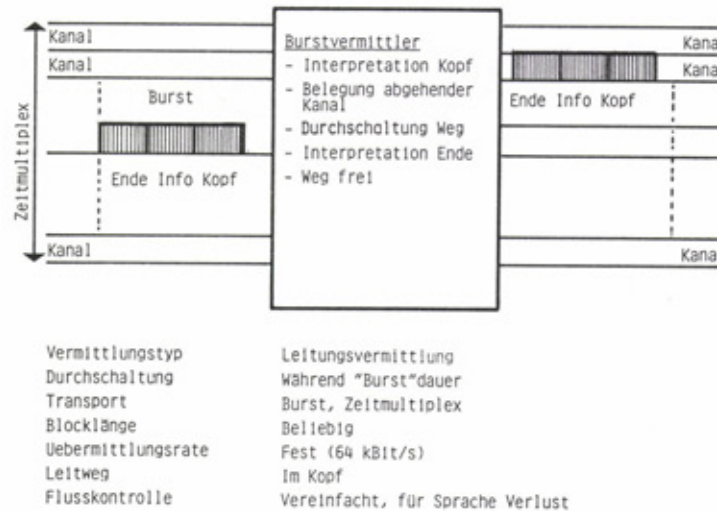


Fig. 29 Zeitmultiplexverfahren mit statistischer Kanalzuteilung

Damit eine integrierte Vermittlung auf der Basis der Paketvermittlung möglich wird, müssen also verschiedene Verbesserungen erfolgen, etwa:

- durch Vereinfachung der Protokolle und Verzicht auf verschiedene Sicherungsmassnahmen und die Flusskontrolle;
- durch verbindungsorientierte Lenkung (virtuelle Verbindungen) der Pakete und minimale Verarbeitung in den Knoten, bzw. Vermittlungseinrichtungen

Praktisch wird die Peripherie befähigt, die Protokollschichten 1 und 2 zu verarbeiten. Um auch den zentralen Prozessor ganz auszuschalten, werden die Pakete über sogenannte intelligente Durchschalteinrichtungen geleitet (integrierte Wegesuche). Damit kann eine erhebliche Verbesserung des Paketdurchsatzes in einem Vermittler erreicht werden (Grössenordnung GBit/s).

Der Vorteil dieser vereinfachten schnellen Paketvermittlung gegenüber der schnellen Leitungsvermittlung besteht darin, dass eine variable Bitrate für die Übermittlung zur Verfügung steht.

4. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Das öffentliche vermittelte Telefonnetz befindet sich in einem tiefgreifenden Wandel, vor allem durch die Einführung neuer Transport-, Vermittlungs- und Signalisierverfahren.

Nach der Erörterung verschiedener technischer Grundlagen wurden mögliche Entwicklungsperspektiven der Vermittlungstechnik in einem digitalen Netz (IDN) und im dienstintegrierten, digitalen Netz (ISDN) erörtert. Selbstverständlich kann im vorgegebenen Rahmen auf viele, ebenfalls wichtige Fragen der Vermittlungstechnik nicht eingegangen werden. Einige werden im folgenden noch kurz gestreift.

Trotz der Vielfalt der auf dem Markt erscheinenden Produkte zeichnen sich verschiedene Tendenzen zur Vereinheitlichung der Ausrüstungen ab.

Gefördert wird diese Entwicklung einmal durch die Harmonisierungsbestrebungen internationaler Gremien (CCITT, CEPT). Die entsprechenden Empfehlungen betreffen externe und interne Trennstellen und die eigentlichen Vermittlungsfunktionen. Sie gehen heute weit über das bisher übliche Mass an Vereinheitlichung hinaus.

Die Vereinheitlichung formaler Spezifikations-, Programmier- und Bedienungssprachen ist im CCITT bereits weit fortgeschritten. Auch scheinen gewisse Systemteile, bisher vor allem im peripheren Bereich, Gegenstand der Vereinheitlichung zu werden. Beispielhaft sind hier gegenwärtig die "Telecom Bausteine". Bis aber und wenn überhaupt die "Ein-Chip-Zentrale" realisiert werden kann, werden noch einige Jahre vergehen /12/; die verfügbare Technologie wird aber dauernden Einfluss auf die Systemarchitektur der Vermittlungseinrichtungen und Netze haben.

Im Bereich der Steuerungen sind Bestrebungen im Gang, eine möglichst wirtschaftliche und sichere Funktionsaufteilung auf die verschiedenen Teile der Vermittlungseinrichtungen (Durchschalteinrichtung, Peripherie, zentraler Steuerbereich, Betrieb) und vermehrt auch auf die Teilnehmereinrichtungen zu erreichen. Ziele dieser Aufteilung sind unter anderem die Entlastung der zentralen Steuerung, die Vereinfachung der Software und Erhöhung der Flexibilität betreffend Ausbau und funktionelle Erweiterungen.

6-25

Signalisierung, bzw. Protokolle waren schon immer ein Hauptbereich der Vermittlungstechnik. Mit der Einführung moderner, funktionell komplexer Protokolle (Signalsystem Nr. 7, D-Kanal Protokoll) stellen sich neue, schwierige Probleme, z.B. im Hinblick auf die Protokollarchitektur, die Konversion zwischen verschiedenen Protokollen und die eigentliche Anwendung und Erprobung der Protokolle.

Weiter spielt die Software in der Vermittlungstechnik eine wesentliche Rolle. Sie ist für alle Lebensphasen der Produkte (Spezifikation, Design, Produktion, Prüfung, Einführung, Betrieb, Verwaltung) bedeutungsvoll. Eine entscheidende Rolle spielen die Hilfsmittel, Entwicklungssysteme und -methoden, ohne die Systementwicklung, -weiterentwicklung und -änderung kaum mehr unter Kontrolle gehalten werden könnten. Auf die zunehmende Standardisierung im Software-Bereich wurde bereits hingewiesen.

Auch bezüglich einer besseren Beurteilung der Qualität von Softwareprodukten für die Vermittlung sind starke Bestrebungen im Gange. Es ist anzunehmen, dass die Entwicklungsmethoden und Architekturen der Software in der Zukunft noch einem starken Wandel unterliegen werden, insbesondere auch im Zusammenhang mit neuen Architekturen für die Steuerrechner.

Die Entwicklung und Dimensionierung der Vermittlungseinrichtungen und Netze ist stark abhängig von den Verkehrseigenschaften und vom Verhalten der Benutzer. Die Verkehrstheorie, die sich mit dieser Problematik befasst, hat sich durch die Einführung neuer Dienste, neuer Signalisierungs- und Vermittlungsverfahren und besonders auch im Hinblick auf das ISDN stark zu beleben begonnen. Neue Verfahren zielen unter anderem darauf ab, den Verkehr besser zu erfassen und zu beschreiben (nicht stationärer Verkehr), als dies mit den bisher geltenden Modellen möglich ist (Erlang). Weiter sollen sie helfen, die Leistungsfähigkeit von neuartigen Vermittlungs- und Signalisierungsverfahren sowie Netzkonzepten besser beurteilen zu können.

Wie weit sich spezielle Vermittlungsverfahren, die häufig zuerst im Teilnehmerbereich und in den Spezialnetzen erprobt und eingesetzt werden (Hauszentralen, PABX) und lokale Netze (LAN) durchsetzen werden, ist schwierig zu beurteilen.

Insgesamt scheint sich die gegenwärtige Entwicklung der Fernmeldenetze in Richtung ISDN auf die öffentliche Vermittlungstechnik und auf die Vermittlungstechnik überhaupt entscheidend auszuwirken, mit dem Resultat, dass das öffentliche Netz künftig wesentlich vielseitiger, leistungsfähiger, anpassungsfähiger und sicherer werden wird.

LITERATURANGABEN

- /1/ Besier H., Heuer P., Kettler G.; Digitale Vermittlungstechnik. R. Oldenbourg Verlag. München Wien 1981
- /2/ Rosenbrock K.H., Schladt B.; das CCITT Zeichengabesystem Nr. 7. Unterrichtsblätter der DBP. Vol 37, 1984, No 2
- /3/ Robin G., Treves S.R.; Integrierte Nachrichtennetze-Uebersicht. Elektrisches Nachrichtenwesen. Vol 56, 1981, No 1
- /4/ Integrated Services Digital Networks (ISDNs). Recommendation I.120. International Telegraph and Telephone Consultative Committee. Geneva 1984.
- /5/ CEPT Special Group ISDN (GSI). 1982 Report on Integrated Services Digital Network Studies. Stockholm, November 1982.
- /6/ Kitahara Y.; Information Network System. The Telecommunications Association. Tokyo Japan 1982
- /7/ Schön H.; Die Deutsche Bundespost auf ihrem Weg zum ISDN. Zeitschrift für das Post- und Fernmeldewesen. Hamburg 1984 No 6
- /8/ Lucky W.L.; A Flexible Experimental Digital Switching Office. 1978 International Zürich Seminar on Digital Communications. Paper A.4.
- /9/ Weinstein C.J. et al.; Experience with Speech Communication in Packet Networks. IEEE Journal on Selected Areas in Communications. 1983 (Vol SAC-1) No 6, pp 963 - 980
- /10/ Carter C.R. et al.; Transportverfahren im integrierten Nachrichtennetz. Elektrische Nachrichtentechnik. 1981 No 1, pp 57 - 70.
- /11/ Kulzer J.J., Montgomery W.A.; Statistical Switching Architectures for Future Services. Proceedings XI International Switching Symposium, Florence. 1984, Session 43 A Paper 1.
- /12/ Harland G.; Telephone Exchange on a Chip. International Switching Symposium 1981, Montreal, Paper 13 B 4.