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: 75 (1984)

Heft: 17

Artikel: Telepac : die Datenpaketvermittlung der PTT

Autor: Lutz, H. P.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904456

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: 09.07.2025

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

Telepac: Die Datenpaketvermittlung der PTT

H.P. Lutz

Nach einem kurzen Rückblick werden die Grundlagen und die Netzstruktur des Datennetzes Telepac sowie dessen heutiger Stand dargestellt; weiter werden verschiedene Anwendungen sowie die Ausbauplanung für die nächsten Jahre beschrieben.

Après avoir donné une brève rétrospective, l'article expose les bases et la structure du réseau de données avec commutation par paquets Télépac, ainsi que l'état actuel. Diverses utilisations et les plans d'extension pour les prochaines années sont décrits.

Adresse des Autors

H.P. Lutz, dipl. Ing. ETHZ, GD PTT, Sektion Datenübermittlung, Viktoriastrasse 21, 3030 Bern.

1. Zusammenfassung

Die Schweizerischen PTT-Betriebe haben ein landesweites Datennetz in Paketvermittlungstechnik mit der Bezeichnung Telepac aufgebaut. Eine Reihe herkömmlicher Übertragungsmittel erlaubt den Anschluss von Datenendgeräten in der ganzen Schweiz. Die angebotenen Schnittstellen und Dienste entsprechen den Empfehlungen des CCITT und können die wesentlichsten heutigen Bedürfnisse der professionellen Datenübermittlung abdecken. Telepac ist das nationale Übermittlungssystem für Nichtsprache-Kommunikation mit je einem Netzbetriebs- und Datenverarbeitungszentrum mit den Merkmalen

- Mehrfachnutzung der Anschlussleitungen
- transparentes Netz
- Übermittlung mit Bitraten 2400, 4800, 9600 und 48 000 bit/s (auch untereinander)
- gewählte und feste (virtuelle) Verbindungen
- distanzunabhängige Gebühren nach Zeit und Volumen
- nationale und internationale Verkehrsbeziehungen
- verschiedene Zusatzdienste wie geschlossene Teilnehmergruppen, Reverse Charging und Direktruf.

Telepac ist ein Basistransportsystem und bildet die Grundlage für verschiedene übergeordnete Dienste wie Videotex (Anschluss von Informations-Datenbanken) und Teletex (Bürokommunikation). Es steht in Konkurrenz zu anderen PTT-Diensten (Mietleitungen, Telex, Paketpost).

2. Grundlagen

2.1 Entstehung des Telepac

Im Sommer 1978 beschlossen die PTT-Betriebe, mit hoher Priorität ein öffentliches Datennetz in Paketvermittlungstechnik aufzubauen. Dieser Beschluss fiel im Rahmen der Entscheidungsfindung zugunsten des damals vorgeschlagenen Datenübermittlungskonzeptes. Dieses sah vor, die damals bestehenden Datendienste der PTT-Betriebe mit einem allgemein verwendbaren, besonderen Datennetz zu erweitern. Mehrere Überlegungen führten zur Wahl der Paketvermittlungstechnik. Für bestimmte Anwendungen weist zwar die Leitungsvermittlung gegenüber der Paketvermittlung eher günstigere Eigenschaften auf, die Paketvermittlung ist aber allgemeiner anwendbar und besser geeignet, die bestehenden Bedürfnisse rasch und mit einem einzigen Netz abzudekken. Das Datenübermittlungskonzept sah denn auch vor, das Paketvermittlungsnetz sowohl für öffentliche Datenübermittlungsdienste als auch als Basistransportsystem für übergeordnete öffentliche Dienste wie Videotex, Teletex usw. einzusetzen. Zudem wird angenommen, dass das in Realisierung begriffene integrierte Fernmeldesystem IFS zu einem späteren Zeitpunkt eine weitere Ergänzung der Datendienste in Form einer synchronen Leitungsvermittlung für mittlere Bitraten bringen wird.

Nach umfangreichen Vorbereitungs- und Testarbeiten konnten die PTT-Betriebe am 30. Juni 1983 das neue nationale Datennetz Telepac offiziell in Betrieb nehmen. Die oben erwähnte Paketvermittlungstechnik ermöglicht hierbei die automatische Anpassung der Übermittlungsgeschwindigkeit, den Aufbau von mehreren Verbindungskanälen über einen einzigen Anschluss sowie die Übertragung der Informationen in kleinen Datenpaketen von normalerweise 128 Zeichen. Der Zugang zum Telepacnetz ist aus der ganzen Schweiz zu den gleichen Bedingungen möglich. Um den Anfangsbedürfnissen für den nationalen und internationalen Verkehr zu genügen, stehen zurzeit fünf Zentralen in Bern, Zürich und Genf in Betrieb.

2.2 Allgemeine Überlegungen zur Anwendung

Mit Telepac werden neue Konzepte im Bereiche der Datennetze möglich. Üblicherweise sind die Terminals für Anwendungen der Datenfernverarbeitung durch sternförmige Netze über Mietleitungen an den Zentralrechner (Host) angeschlossen. Diese Netze werden entweder aus Punkt-Punkt-Verbindungen gebildet, die einige Terminals mit dem Hauptrechner verbinden, oder aus Mehrfachverbindungen (multipoint), die verschiedene Terminals über Abzweigungen mit dem Rechner verbinden. Ein Datennetz wie Telepac erlaubt es, solche Netze ganz anders aufzubauen. Jeder Teilnehmer wird über Anschlüsse, die seinen Verkehrsbedürfnissen angepasst sind, mit Telepac direkt verbunden. Dieses übernimmt dabei alle mit dem Informationsaustausch zwischen den verschiedenen Partnern (z.B. unterschiedliche Bitraten) zusammenhängenden Arbeiten.

Um die Gesamtheit der Datenverarbeitungsbedürfnisse von Grossunternehmungen zu befriedigen, werden in den grossen traditionellen Datennetzen oft mehrere Zentralrechner eingesetzt. Eines der schwierigsten Probleme in Netzen dieser Art ist die schnelle und zuverlässige Wiederherstellung des Netzes nach einem Ausfall mit einem Minimum an Dienstqualitätseinbusse. Derartige Rekonfigurationen kommen öfter vor, als allgemein angenommen wird, sei es auf Grund einer Störung, von Arbeiten für die Softwareanpassung oder von Einführungstests für eine neue Softwareversion (release).

Im traditionellen Datennetz sind für die automatische Rekonfiguration grosse Investitionen im Bereich der Hard- und Software nötig (Verdoppeln von Baugruppen, Abzweigschaltungen und zusätzliche Modems, Linienüberwachungseinheiten, Software zur Netzüberwachung und für die Vermittlung usw.). Mit Telepac sind diese Probleme sehr elegant gelöst: Hardwareinvestitionen sind nicht notwendig, und die Softwareinvestitionen bleiben gering.

Das Datennetz Telepac bietet für den Benützer, das heisst Organisationen oder Unternehmen, die ein Datenfernverarbeitungssystem einsetzen wollen, eine echte Alternative zum Netz mit Mietleitungen und Vermittlungsrechnern einer Computerfirma. Die Spanne der Anwendungen kann dabei vom umfangreichen Netz einer Grossbank bis zum kleinen Netz eines Produktionsunternehmens mit wenigen Aussenstellen reichen. Telepac ist sicher in erster Linie dort interessant, wo Wählnetzfunktionen erforderlich sind; dies ist dann der Fall, wenn einzelne Endgeräte wechselweise Verbindungen mit verschiedenen anderen Endgeräten haben müssen, und sei dies auch nur als Ausweichmöglichkeit im Störungsfall.

Datennetze in Paketvermittlungstechnik sind besonders geeignet für Anwendungen mit Dialogcharakter, wo Fragen und Antworten, mit entsprechenden Pausen dazwischen, ausgetauscht werden. Auch transaktionsorientierte Anwendungen ohne ausgeprägten Dialogcharakter, wie Bancomat oder ähnliche Systeme, entsprechen diesen Datennetzen besonders gut.

Die Entwicklung derartiger Netze ist sehr stark beeinflusst durch jene Anwendungsarten, die besonders in Amerika und bei Euronet im Vordergrund stehen: öffentliche oder halböffentliche Datenbanksysteme für Recherchen oder Informationsbeschaffung. Dabei muss mit sehr vielen und teilweise stark unterschiedlichen Terminals auf einen Datenbankrechner zugegriffen werden können. Terminals und Rechner befinden sich dabei nicht in den Händen desselben Unternehmens, und mit demselben Terminal sollen unter Umständen Abfragen bei verschiedenen Datenbanken möglich sein. Tatsächlich machen solche Systeme heute den grossen Teil aller Datensysteme aus, wo Daten zwischen einfachen, unintelligenten Terminals und ihrem Host-Rechner ausgetauscht werden.

Zunehmend mehr an Bedeutung gewinnt aber seit einiger Zeit der Rechnerverbund. Mehrere Rechner sind in der Lage, miteinander zu kommunizieren und beispielsweise bestimmte Aufgaben unter sich optimal aufzuteilen. Ein Rechner kann zur Ausführung einer bestimmten Aufgabe auch auf die Datenbasen anderer Rechner zugreifen. Aus verschiedenen Gründen besteht oftmals der Wunsch, die gesamten Datenbestände auf mehrere Rechner zu verteilen. Genormte Systemarchitekturen für offene Systeme haben besonders in diesem Bereich ihre grosse Bedeutung.

Wenn bisher die transaktionsorientierten Anwendungen und der Rechnerverbund als besonders interessant hervorgehoben wurden, so ist doch klarzustellen, dass Telepac durchaus auch für andere Anwendungen geeignet ist. Eine Ausnahme davon stellen vielleicht Prozesssteuerungssysteme dar, jedenfalls dann, wenn sie auf einer Datenerfassung und -übertragung in Echtzeit aufbauen. In solchen Fällen kann die variable Datenverzögerung des Telepacnetzes ungeeignet sein. Für alle übrigen Anwendungen, wie den Transfer grosser Datenmengen (file transfer), Überwachungssysteme und dergleichen, ist die Paketvermittlungstechnik vielleicht nicht optimal, sicher aber zumindest brauchbar.

Zusammenfassend kann Telepac als universelles Datentransportsystem angesehen werden. Die Erfahrung hat gezeigt, dass vor allem die Kostenanalysen die Entscheidungen der Kunden beeinflussen.

3. Aufbau und Infrastruktur

Ursprünglich unter der Bezeichnung EDWP (*E*lektronisches *D*aten*w*ählnetz mit *P*aketvermittlung) erfolgte eine Projektausschreibung mit anschliessendem Evaluationsverfahren. Die Wahl fiel auf das im kanadischen Datennetz Datapac eingesetzte System SL-10, das mittlerweile auch von der Deutschen Bundespost und der Österreichischen Post- und Telegraphenverwaltung ausgewählt wurde. Die Zellweger Uster AG erhielt Ende August 1980 den Auftrag zur Lieferung, Installation und Inbetriebnahme eines Pilotnetzes mit drei (heute fünf) Vermittlungsstellen SL-10. Die Lieferfirma wurde als Generalunternehmer für das ganze Netz mit voller Verantwortlichkeit für die termingerechte Betriebsbereitschaft gemäss vorgängig gemeinsam ausgearbeiteten Systemanforderungen verpflichtet.

Zu Telepac gehört ein Betriebszentrum zur Überwachung und Steuerung des gesamten Netzes. Dazu werden dieselben Hardwareausrüstungen wie für die Vermittlungsstellen verwendet, allerdings mit einer erweiterten Speicherkapazität. Der Informationstransfer zwischen Netz und Betriebszentrum sowie zwischen dem Speicher des Betriebszentrums und den Bedienungsgeräten erfolgt über normale virtuelle Verbindungen, wie sie als Dienstleistung auch dem Telepacbenützer angeboten werden. Das Betriebszentrum erfasst sehr viele Netzdaten, nämlich die für die Taxierung

erforderlichen Angaben über jede Verbindung, aber auch Informationen über Prozessorauslastungen, Verfügbarkeiten, ausserordentliche Zustände einzelner Systemeinheiten usw. Über die Bedienungsgeräte lassen sich Zustände im ganzen Netz bis hinunter zu einzelnen Teilnehmeranschlüssen abfragen und überwachen.

Vor allem den Auslastungsgrössen kommt in Paketvermittlungsnetzen grosse Bedeutung zu. Die dynamische Zuteilung von Organen, Verarbeitungs- und Übertragungskapazitäten resultiert in einer starken Abhängigkeit der Dienstqualität von der aktuellen örtlichen Belastung. Dies stellt hohe Anforderungen an die Netzplanung und an die laufende Bedienung unter Berücksichtigung der Messresultate. Zum Betriebszentrum gehört auch die Aufbereitung und Verwaltung der Netzwerkdaten, die zusammen mit den Programmen das Funktionieren der Vermittlungsstellen bestimmen. Anschlussbezogene Daten, zusammen mit Konfigurationsparametern, werden zentral aufbereitet und von einer Datenbank durch entsprechende Steuerkommandos auf die Systembänder der einzelnen Zentralen transferiert. Für diese Datenaufbereitung und -verwaltung steht ein Kleinrechner mit Platten- und Magnetbandspeicher zur Verfügung. Mit diesem Rechner werden ebenfalls die täglichen und wöchentlichen Auswertungen der aus dem Netz erfassten Verkehrs- und Zustandsdaten vorgenommen sowie statistische Übersichten erstellt. Ebenso werden zuhanden des Elektronischen Rechenzentrums PTT die Taxangaben für die Rechnungsstellung auf Magnetbänder abgespeichert.

Die Vermittlungsausrüstung und der Rechner des Betriebszentrums arbeiten eng zusammen und sind deshalb benachbart untergebracht. Für die Datenübermittlung zwischen den beiden Anlagen ist der Kleinrechner, wie ein normaler Teilnehmer am Telepacnetz, über eine X.25-Schnittstelle an die Vermittlungsausrüstung des Betriebszentrums angeschlossen.

4. Dienstleistungsangebot

4.1 Allgemeine Überlegungen

Telepac dient der gesicherten Übertragung von Datenpaketen in normierter Form zwischen beliebigen Teilnehmern des Netzes. Die Eigenschaften entsprechen den relevanten Empfehlungen des CCITT. Es bietet Anschlüsse für bitsynchron-paketorientiert arbeitende Endgeräte und CCITT-normierte Übertragungsbitraten sowie solche für asynchron-zeichenweise in Start-Stop-Modus arbeitende Endgeräte mit Übertragungsgeschwindigkeiten bis zu 1200 bit/s. Telepac erlaubt virtuelle Wählverbindungen mit Taxierung entweder des rufenden oder des gerufenen Teilnehmers, aber auch permanente virtuelle Verbindungen zwischen zwei bestimmten Teilnehmern. Diese permanenten Verbindungen werden im Fehlerfall automatisch wiederaufgebaut und stehen den Teilnehmern ohne Wahlvorgang dauernd zur Verfügung. Virtuelle Verbindungen erlauben ohne weiteres auch den Datenaustausch zwischen Endgeräten unterschiedlicher Übertragungsart. Über den paketorientierten Teilnehmeranschluss können sehr viele (theoretisch bis 4095, praktisch etwa bis 200) Verbindungen gleichzeitig unterhalten werden.

Es lassen sich sogenannte geschlossene Benützergruppen definieren; das sind Gemeinschaften, die ausschliesslich unter sich Datenverkehr zulassen. Um dem Benützer die Arbeit zu vereinfachen, gestattet das System jedem Direktanschluss die Zugehörigkeit zu mehreren unterschiedlichen geschlossenen Benützergruppen. Das Netz sorgt dann dafür, dass Verbindungen nur zwischen den Teilnehmern derselben geschlossenen Benützergruppe zustande kommen. Damit kann verhindert werden, dass unberechtigte Terminals Zugang etwa zu einer angeschlossenen Datenbank erhalten.

Die Datenpakete können eine beliebige Länge bis zu maximal 128 Bytes aufweisen. Für die Signalisierung mit dem Netz und die Fehlerüberwachung werden zu jedem Paket 8 zusätzliche Bytes benötigt.

4.2 Betriebliche Überlegungen

Vom Büro in die EDV-Anlage

Ein Abonnement schliesst im Falle eines Direktanschlusses die Einrichtungen für den Netzzugang ein: das zum Terminal nötige Datenanschlussgerät beim Benützer, die Anschlussleitung bis zur nächsten Vermittlungsstelle, die entsprechenden Datenanschlussgeräte in der EDV-Anlage des Partners und dessen Anschlussleitungen. Die Verwaltung des Netzes übernimmt das besonders ausgebildete PTT-Personal. Es besorgt den Unterhalt, gewährleistet die Dienstqualität und plant die notwendigen Erweiterungen.

Sicherheit des Informationsaustausches

Beim Aufbau einer Verbindung übermittelt das Telepacnetz dem gerufenen Teilnehmer die Adresse des Rufenden. Dies ermöglicht dem gerufenen Teilnehmer, die Adresse des Rufenden auf Zugangsberechtigung zu überprüfen und, wenn nötig, einen unerwünschten Anruf zurückzuweisen. Zudem kann zur weiteren Erhöhung der Sicherheit eine geschlossene Benützergruppe gebildet werden. Im Telepacnetz werden die Informationspakete zahlreicher Abonnenten in den Vermittlungsstellen oder in den Verbindungen zwischen den Vermittlungsstellen aneinandergereiht. Dieses Vermischen der Information im Netz gibt dem einzelnen Benützer eine zusätzliche Sicherheit gegenüber einem konventionellen Privatnetz.

Die Informationspakete werden über die aufgebauten virtuellen Verbindungen ausgetauscht und dem Empfänger in der richtigen Reihenfolge des Absenders übergeben. Die Übertragung des Inhalts der Datenpakete geschieht vollständig transparent: Jede mögliche Reihenfolge der Bits ist innerhalb des Datenpaketes erlaubt, was dem Benützer die Chiffrierung seiner Informationen entsprechend seinen Sicherheitsanforderungen gestattet. Diese Eigenschaften garantieren in Verbindung mit den üblichen Sicherheitsmassnahmen (Passwort, Chiffrieren usw.) dem Benützer eine zusätzliche Sicherheit gegenüber Privatnetzen mit Mietleitungen.

4.3 Leistungsmerkmale

Bewährte Technik

In der Datenfernverarbeitung ist die Paketvermittlung eine Technik, die sich bewährt hat und gut beherrscht wird. Die meisten privaten Datennetze, wie z.B. SNA von IBM, ja selbst die neuesten Konzepte für lokale Netze (LAN), beruhen auf dieser Technik: Die Ressourcen der Übermittlung, der Verarbeitung und der Speicherung im Datennetz werden dynamisch den verschiedenen Benützern je nach Bedürfnis zugeteilt. Bevor ein Informationsaustausch stattfinden kann, wird ein Informationsweg, virtuelle Verbindung genannt, zwischen den Teilnehmern aufgebaut. Die Kapazität dieses Kanals wird dynamisch zugeteilt, und zwar nur solange, als vermittelt und

Verkehrsbeziehungen Ausland am 1. April 1984 Tabelle I

Land	Systemname	DNIC
Antillen	DOMPAC	03400
Australien	AUSTPAC	05052
	MIDAS	05053
Belgien	DCS	02062
Brasilien	INTERDATA	07240
BRD	DATEX-P	02624
Dänemark	DATAPAK	02382
Europa	EURONET	02283
Finnland	FINNPAK	02442
Frankreich	TRANSPAC	02080
Griechenland	HELPAC	02022
Grossbritannien	PSS	02342
Hongkong	IDS	04542
Japan	DDX-P	04401
	VENUS-P	04408
Kanada	DATAPAC	03020
	INFOSWITCH	03029
	TELEGLOBE	03025
La Réunion	DOMPAC	06470
Luxemburg	LUXPAC	02704
Niederlande	DATANET	02041
Norwegen	DATAPAC	02422
Österreich	RADIO-AUSTRIA	02329
Portugal	TELEPAC (!)	02682
Schweden	TELEPAK	02405
Singapur	TELEPAC (!)	05252
Spanien	IBERPAC	02141
Südafrika	SAPONET	06550
USA	UNINET	03125
	TELENET	03110
	TYMNET	03106
	ITT (UDTS)	03103
	AUTONET	03126
	RCA (LSDS)	03113
	WUI (DBS)	03104

DNIC = Data Network Identification Code

übertragen wird. Die Datenübermittlung findet in Form von Informationspaketen mit einer typischen Länge von 128 nutzbaren Zeichen statt.

Übereinstimmung mit der internationalen Normung

Die Schnittstellen zwischen den Teilnehmern und Telepac basieren alle auf internationalen CCITT-Empfehlungen (im wesentlichen auf X.25, X.3, X.28, X.29), die bereits seit längerer Zeit bestehen. Der eingesetzte Zentralentyp gehört unter die weltweit meistverbreiteten Anlagen und findet in den öffentlichen Netzen der Bundesrepublik Deutschland, Österreichs, Kanadas, Irlands und Portugals Verwendung. Angesichts der erreichten Stabilität der internationalen Normen für die Paketvermittlungstechnik und der weiten Verbreitung der verwendeten Produkte können jene Geräte in der Regel ohne grössere Schwierigkeiten angeschlossen werden, die mit denselben Normen bereits in einem anderen entsprechenden Netz funktioniert haben.

Weltweite Verbindungen

Die öffentlichen Datennetze in Paketvermittlungstechnik verbreiten sich weltweit. Fast jeder PTT-Betrieb in technisch hoch entwickelten Ländern hat ein solches Netz in Betrieb oder plant dessen Einführung. Obschon erst kürzlich in Betrieb genommen, sind diese Netze untereinander verbunden; damit ist ein grosser Teil des Auslandes bereits technisch erreichbar. Über Telepac fanden die ersten internationalen Probeverbindungen schon im Dezember 1982 statt. Die Tabelle I zeigt eine Liste jener Länder, deren Datennetze von der Schweiz aus über das Telepacnetz erreicht werden können, samt den zugehörigen Zugangskennzahlen. Die ersten dieser Netze, namentlich Tymnet, Telenet und Datapac, nahmen Mitte der siebziger Jahre ihren Betrieb auf; ein grosser Teil entstand jedoch erst in den letzten Jahren. Die Arbeiten zur Verbindung weiterer Netze laufen gegenwärtig auf Hochtouren.

Anpassung von Übertragungsgeschwindigkeit und Übertragungsmodus

Dank den spezifischen Eigenschaften der Paketvermittlung (dynamische Zuteilung der Ressourcen nach den Bedürfnissen des Absenders und der Übertragungskapazität des Empfängers) erlaubt das Telepacnetz eine sehr leistungsfähige Geschwindigkeitsanpassung: So kann ein Terminal mit einem Anschluss von 300 bit/s ohne weiteres eine virtuelle Verbindung mit einem Rechner aufbauen, der mit 9600 bit/s angeschlossen ist, und als nächste Verbindung einen mit 48 kbit/s angeschlossenen Rechner anwählen. Die Transparenz der Übertragungsgeschwindigkeit, die dank der Flusskontrolle möglich ist, stellt eine der bemerkenswertesten Eigenschaften des Systems dar.

Für zeichenorientiert arbeitende Terminals bietet das Netz eine ganze Reihe von Funktionen, die durch das Endgerät nach individuellen Bedürfnissen benützt werden können. Die zeichenweise eingegebenen Daten werden durch das System vor der Weiterübermittlung selbsttätig in Pakete umgewandelt. In jeder Vermittlungsstelle sind Einrichtungen für das Zusammenfassen der Zeichen in Informationspakete und, in umgekehrter Richtung, für deren Aufteilung in Zeichen (packet assembly-disassembly, PAD, zu deutsch Paketierungs-Depaketierungs-Einrichtung) vorhanden. Sie ermöglichen es asynchronen Terminals, einzelne Zeichen im Start-Stop-Modus zur Vermittlungsstelle zu übertragen, wo die Daten dann zu Informationspaketen für die Übermittlung zusammengestellt werden. In der anderen Verkehrsrichtung werden die Pakete, die für ein asynchrones Terminal bestimmt sind, durch die Vermittlungsstelle in Zeichen aufgetrennt und einzeln dem Terminal übermittelt.

Leistungsfähigkeit

Die dynamische Zuteilung der Netzressourcen an die Benützer prädestiniert das Telepacnetz geradezu für interaktive Anwendungen. Die Vorbereitungszeit der Eingabedaten durch den Terminalbenützer, die Verarbeitungszeit der Daten im Rechner und

die Zeit zur Analyse der Rechnerantworten am Terminal sind Totzeiten, während denen das Netz anderen Benützern zur Verfügung steht. Das System eignet sich also besonders für folgende Anwendungen:

- On-line-Abfragesysteme von Datenbanken (Videotex usw.)
- Nachführen von Datenbanken (data collection)
- rechnerunterstützte Konstruktion
- interaktive Fernprogrammierung
- Dokumentenübertragung von Terminal zu Terminal (Teletex usw.)

Der Bereich der Übertragungsgeschwindigkeit erstreckt sich von weniger als 300 bit/s bis zu 48 kbit/s und ist für alle diese Anwendungen ausreichend. Dank der Verwendung leistungsfähiger Protokolle, welche den in beiden Richtungen simultan abgewickelten Verkehr verwalten, liegt die Belegungszeit der Zugangsleitungen zum Telepacnetz weit über den durchschnittlichen 50% üblicher Mietleitungen.

5. Teilnehmeranschluss

5.1 Allgemeine Überlegungen

Die an Telepac anschliessbaren Teilnehmergeräte lassen sich nach der angewendeten Übertragungsart in zwei Hauptgruppen aufteilen:

- in paketorientierte (Paketmodus) Endgeräte und
- in zeichenorientierte (Start-Stop-Modus) Endgeräte.

Die paketorientierten Geräte sind mit der nötigen Hardware und Software ausgestattet, welche die drei Protokollebenen gemäss der Empfehlung CCITT X.25 verarbeiten. Auf der physikalischen Ebene sind Anschlussgeschwindigkeiten von 2400, 4800, 9600 und 48 000 bit/s möglich. Der lokale Informationsaustausch (Steuerungsebene) geschieht über ein anspruchsvolles Protokoll LAP B (link access procedure, balanced mode), das zur gleichen Familie der HDLC-Protokolle gehört wie das von IBM in seiner Netzarchitektur SNA verwendete Protokoll SDLC. Die Paketebene ist zuständig für die virtuellen Verbindungen und den Paketaustausch.

Die Geräte, die im zeichenorientierten Modus arbeiten, oft auch asynchroner Modus genannt, verkehren mit den andern Teilnehmern im ASCII-Code (internationales Alphabet Nr. 5) mit einer Start-Stop-Prozedur gemäss den Empfehlungen X.3, X.28, X.29 des CCITT. Diese Terminals sind entweder wie X.25-Geräte über Direktanschlüsse mit dem Telepacnetz verbunden, oder sie können dieses über das öffentliche Telefonnetz anwählen. Die Geschwindigkeiten der asynchronen Zugänge beschränken sich auf 300 bit/s, 1200/1200 bit/s und 1200/75 bit/s. Das Protokoll für den Datenaustausch ist einfach: Es besteht aus einem Paritätsbit je Zeichen und einer Echofunktion des Netzes für das vom Terminal gesendete Zeichen. Angesichts dieser unterschiedlichen Anschlussmöglichkeiten und des grossen Bereiches der Zugangsgeschwindigkeiten kann ein weites Spektrum von Terminals an das Telepacnetz angeschlossen werden. Tabelle II zeigt die seit der kommerziellen Inbetriebnahme des Netzes am 30.6.1983 eingetretene Entwicklung der Teilnehmeranschlüsse.

Entwicklung der Teilnehmeranschlüsse — Tabelle II

	X.28	X.25					total
		2,4 kbit/s	4,8 kbit/s	9,6 kbit/s	48 kbit/s	total	
	1	2	3	4	5	6	7
1983							
Juli	35	15	11	45	11	82	117
Dezember	53	22	18	67	11	118	163
1984							
Januar	227	25	17	67	11	120	347
Juni	468	38	28	97	14	177	645

Kolonne 1 300, 1200/75 und 1200/1200 bit/s, Zeichenmodus
Kolonne 2 bis 6 Paketmodus
1.1.1984 Übernahme des Netzes Data-Link der Radio-Schweiz AG

5.2 Anschliessbare Terminals

Einfacher Arbeitsplatz

Einfache, individuelle Arbeitsplätze, bestehend aus einer Tastatur, einem Drucker und einem Bildschirm, werden im Start-Stop-Modus (X.28) an das Telepacnetz angeschlossen. Je nach Anwendung geschieht der Anschluss direkt oder über das Telefonwählnetz. Im letzteren Fall handelt es sich oft um ein transportables Terminal, mit dem der Teilnehmer über einen beliebigen Telefonapparat den Zugang zum Telepacnetz aufbauen kann.

Personal-Computer

Mehr und mehr erscheinen auf dem Markt Personal-Computer (PC) und Textverarbeitungssysteme mit den leistungsfähigen Kommunikationsmöglichkeiten der Empfehlungen X.25. Der öffentliche Teletexdienst, geschaffen für die Dokumentübertragung von Textverarbeitungsgeräten, basiert auf der Empfehlung F.200 und dem Telepacnetz für die Übermittlung der Dokumente.

Minicomputer

Die Netzarchitektur der meisten Minicomputerlieferanten kann die Empfehlung X.25 benützen. Die typische Konfiguration besteht aus einem Rechner und seinen lokalen Peripheriegeräten wie Konsole, Magnetband, Drucker, Plattenspeicher und möglicherweise einem kleinen Netz von lokal verbundenen Terminals. Dies entspricht der meistverbreiteten Konfiguration der heutigen Telepacteilnehmer.

Grosscomputeranlage mit Kommunikationsrechner

Neben einem oder mehreren Grossrechnern verfügen Grosscomputeranlagen über spezialisierte Minicomputer für die Kommunikation, welche die Zentralcomputer von diesen Funktionen entlasten. In diesen Kommunikationsrechnern ist die Software für einen oder oft auch mehrere X.25-Anschlüsse hoher Geschwindigkeit implementiert.

Rechner mit Protokollkonversion

Falls ein Benützer von den Möglichkeiten von Telepac für eine bisherige Anwendung mit minimalen Kosten Gebrauch machen möchte, kann der Kauf eines Protokollkonverters empfehlenswert sein. Diese Geräte entsprechen im allgemeinen netzseitig den Empfehlungen X.25 und simulieren für den vorhandenen Rechner die gewohnten Kommunikationsprotokolle wie etwa BSC.

Lokales Netzwerk mit Übergang zum öffentlichen Netz

Einige Teilnehmer verfügen über unternehmenseigene lokale Netze (LAN), an denen die meisten vorhandenen Ressourcen angeschlossen sind. Diese lokalen Transportnetze verkehren gegen aussen über Telepacanschlüsse im Paketmodus (X.25). Die Protokollkonversion findet üblicherweise in einer Übergangseinheit (gateway) statt, die den beiden Netzen ermöglicht, ihre Funktion aufeinander abzustimmen.

Privatnetze

Verschiedene Projekte für den Telepacanschluss von privaten Wählnetzen sind im Studium. Besondere Vorteile ergeben sich für diese Privatnetze, wenn sie sich an verschiedenen Punkten der Schweiz ans Telepacnetz anschliessen können. Einige dieser vorgesehenen Privatnetze sind grenzüberschreitend, und die geplanten Anschlüsse verteilen sich über mehrere unterschiedliche öffentliche Datennetze, darunter auch Telepac.

5.3 Telepactaugliche Terminals

Die PTT-Betriebe veröffentlichen keine Liste von Geräten, die an Telepac angeschlossen sind oder angeschlossen werden können; das Nachführen eines solchen Verzeichnisses, besonders wenn alle Softwareversionen der Teilnehmer berücksichtigt werden müssten, wäre ein schwieriges Unterfangen. Die technischen Berater für das Telepacnetz in den Fernmeldekreisdirektionen Bern, Genf und Zürich sind jedoch auf Anfrage gerne bereit, jene Lieferanten und ihre Produkte zu nennen, die vor der kommerziellen Inbetriebnahme am Telepacnetz ausgeprüft wurden. Diese Berater geben auch gerne Auskunft über Anschluss- und Anwendungsmöglichkeiten sowie über Tarife.

6. Gebühren

Die Tarife für die Benützung des Telepac sind bereits seit einiger Zeit festgelegt worden; sie wurden zudem auf den 1.3.1984 nach unten angepasst. Dabei wurden Kostenüberlegungen und Vergleiche mit Tarifen ausländischer Paketvermittlungsnetze angestellt. Als Prinzip wurde zugrunde gelegt, dass für typische Wählnetzanwendungen, wie etwa transaktionsorientierte Dialogsysteme, die gesamten Datenübermittlungskosten für den Benützer nicht höher sein sollen als mit Mietleitungen und privaten Vermittlungseinrichtungen. Diese Tarife können später, nach Vorliegen genauerer Verkehrsangaben, Kostenrechnungen und Markterfahrungen, durchaus noch korrigiert werden.

7. Netzausbau

Im Rahmen des Ausbaus des Telepacnetzes zu einem landesweit flächendeckenden Datennetz mit möglichst kurzen Teilnehmeranschlussleitungen ist die Erweiterung der Anzahl Vermittlungsstellen im Netz auf deren acht (1984) bzw. deren elf (1985) geplant. Die drei neuen für 1984 vorgesehenen Vermittlungsstellen werden in Basel, Lausanne und Lugano zu stehen kommen und bis Ende 1984 ihren Betrieb aufnehmen. Den geplanten weiteren Ausbau bis 1988 zeigt Tabelle III.

Der jetzige Grundausbau stellt eine gute Basis für diese weiteren Entwicklungen dar. Gelingt es, trotz Personalengpässen auch noch die betriebliche Infrastruktur auf den erforderlichen Stand bezüglich Wissen und Leistungsfähigkeit zu bringen, so werden die neuen Datendienste der PTT-Betriebe bestimmt einen wesentlichen Beitrag zur vorausgesagten rasanten Zunahme der Datenverarbeitungsanwendungen leisten. Eine wichtige Aufgabe wird dabei in der Förderung der internationalen Normungsbestrebungen liegen. Ohne diese Anstrengungen dürfte sich die vorausgesagte Entwicklung kaum einstellen.

Ausbauplanung Tabelle III

		1983	1984	1985	1986	1987	1988
Zentralen	1	5	8	11	14	18	21
TA X.25	2	575	920	1265	1610	2070	2415
TA X.28 d	3	245	390	540	685	880	1030
TA X.28 Tf	4	250	400	550	700	900	1050
TA total	5	1150	1840	2530	3220	4140	4830

1 Vermittlungszentralen SL-10 von Northern Telecom
2 Teilnehmeranschlüsse X.25, Paketmodus
3 Teilnehmeranschlüsse X.28, Zeichenmodus, Direktanschlüsse
4 Teilnehmeranschlüsse X.28, Zeichenmodus, Anschluss über Telefonwählnetz
5 max. Anzahl Teilnehmeranschlüsse

Literatur

[1] *M. Schaeren:* Datenpaketvermittlung: Voraussetzungen und Grundlagen; Bern, Techn. Mitt. PTT 60 (1982) 1, S. 15...32.

[2] *M. Schaeren:* Das Pilotnetz Telepac; Bern, Techn. Mitt. PTT 60 (1982) 1, S. 81...92.

[3] *J. Pitteloud:* Telepac: Warum und mit welchen Ausrüstungen sich an Telepac anschliessen; Bern, Techn. Mitt. PTT 62 (1984) 3, S. 95...103.

[4] *J. Pitteloud:* Prozeduren und Anschlussparameter; Bern, Techn. Mitt. PTT 62 (1984) 4, S. 121...128.

[5] *B. Aeby:* Internationale Verbindungen im Paketvermittlungsnetz Telepac; Bern, Techn. Mitt. PTT 62 (1984) 6, S. 207...212.

[6] *A. Kündig:* Neue Internationale Normen für die Datenübertragung; Bern, Techn. Mitt. PTT 58 (1980) 9, S. 311...315.

[7] *R. Vallotton:* Übertragung synchroner Daten auf festgeschalteten Leitungen des digitalen Fernnetzes: allgemeine Aspekte; Bern, Techn. Mitt. PTT 59 (1981) 6, S. 218...222.

[8] *J. Hürzeler:* Übertragung synchroner Daten auf festgeschalteten Leitungen des digitalen Fernnetzes: Datenübertragungseinrichtungen für Bitraten 2400, 4800, 9600 und 48 000 bit/s; Bern, Techn. Mitt. PTT 59 (1981) 6, S. 223...233.