Telekommunikation in offenen Systemen : vom Prinzip zur Anwendung bei den Hochschulen

Autor(en): **Kündig, A.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **77 (1986)**

Heft 7

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-904186

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Telekommunikation in offenen Systemen: vom Prinzip zur Anwendung bei den Hochschulen

A. Kündig

Neue Arbeitsmethoden und -werkzeuge sind immer mehr auf leistungsfähige Telekommunikationsdienste abgestützt. Wichtige Beiträge leisten dabei die modernen Technologien und die neuen Normen im Rahmen des ISO/OSI-Modelles. Der Aufsatz beschreibt die Doppelrolle, welche die Hochschule als Benützer und als Entwickler dabei spielt.

Les nouvelles méthodes et nouveaux outils de travail sont de plus en plus étayés par d'efficaces services de télécommunication, auxquels les techniques modernes et les nouvelles normes selon le modèle de l'ISO apportent d'importantes contributions. L'auteur décrit le double rôle que jouent à ce sujet les écoles polytechniques et les universités, qui les utilisent et les perfectionnent.

Adresse des Autors
Prof. Dr. *A. Kündig*, Institut für Elektronik, Fachgruppe Systemtechnik, ETH-Zentrum, 8092 Zürich.

1. Einleitung

Der Kommunikation zwischen Forschern kommt seit alters her eine überragende Bedeutung zu; im Unterricht auf allen Stufen ist die Wissensvermittlung und der Dialog zwischen Lehrer und Schüler untrennbar mit Kommunikation in den verschiedensten Erscheinungsformen verbunden. Diese Feststellungen gelten in erster Linie einmal für eine einzelne Schule, Universität oder Forschungsstätte, deren gutes Funktionieren zu einem schönen Teil von einer leistungsfähigen Infrastruktur für die Kommunikation abhängt. Man denke dabei nicht nur an das für den Techniker oder Ingenieur Naheliegende wie etwa eine Hauszentrale, sondern an viele andere Einrichtungen, welche unmittelbar oder mittelbar der Kommunikation dienen: z.B. Anschlagbretter, Hauspost, Hörsäle und Seminarräume mit Projektionseinrichtungen, eine Raumgestaltung, welche persönliche Begegnungen fördert. Neben dieser Kommunikation im *lokalen* Bereich ist für die Hochschulen seit Jahrhunderten auch die Kommunikation über *Regionen und Länder* hinweg von grosser Bedeutung, ja es haben sich dafür spezifische Formen entwickelt, wie wissenschaftliche Tagungen oder die in den letzten dreissig Jahren explosionsartig gewachsene Fachliteratur, und letztlich auch die persönlichen Kontakte von Wissenschaftern bis hin zum Sabbatjahr.

Verfolgt man zum Beispiel die wichtigeren Publikationen in der Physik in einem Zeitraum zwischen etwa 1900 und 1940, so ist man erstaunt ob der enormen Reisetätigkeit und dem damit verbundenen Erfahrungsaustausch von Persönlichkeiten wie Bohr, Dirac, Einstein, Fermi, Heisenberg und vielen andern. Im gleichen Sinne eindrücklich sind auch die Erinnerungen Wieners [1].

Angesichts der Feststellung, dass wissenschaftliches Arbeiten untrennbar mit einem Informationsaustausch – oft über weiteste Distanzen – verbunden ist, mutet es eigenartig an, dass nicht die Wissenschaft ihre Beiträge zur Technik der Telekommunikation als erste (mit eigenen Netzen) genutzt hat. Die Gründe dafür können wir nur vermuten:

- Eine leistungsfähige und zuverlässige Kommunikationsinfrastruktur erfordert auch die Erledigung verschiedenster betrieblicher Aufgaben, was der Wissenschafter erfahrungsgemäss lieber anderen Organisationen überlässt.
- Die kommerzielle Bedeutung der Telekommunikation führte sehr rasch zum Aufbau weltweiter öffentlicher Netze (Telefon, Telex), welche selbstverständlich auch für die Wissenschaft genutzt werden.
- Die bereits genannten, für Wissenschaft und Forschung spezifischen Formen der Informationsvermittlung sind perfektioniert worden; darüber hinaus gab es bisher kaum geeignete Substitutionsmöglichkeiten für den Informationsaustausch im direkten, persönlichen Kontakt.

Dass die eben geschilderte Situation sich seit etwa 15 Jahren zunehmend rascher wandelt, ist Anstössen aus zwei komplementären Richtungen zuzuschreiben:

1. Die weiträumige *Dezentralisierung von Forschungsarbeiten*. Am augenfälligsten hat sich diese Tendenz im Gebiete der Hochenergiephysik manifestiert, wo die ausserordentlich teuren Beschleuniger in einigen wenigen Grossforschungseinrichtungen konzentriert werden (z.B. CERN). Die Benützer aber rekrutieren sich aus Dutzenden, vielleicht sogar Hunderten von individuellen Hochschulinstituten. Ähn-

liche Tendenzen zeichnen sich auf anderen Gebieten ab, so bei der Trennung von Entwurf und Bau hochintegrierter elektronischer Schaltungen. Neuerdings strebt man in Europa (Programme ESPRIT, RACE, EUREKA) eine Dezentralisierung auch aus politischen Gründen an; man könnte in einem gewissen Sinne von einem Zwang zur *Integration durch Telekommunikation* sprechen. Jede Dezentralisierung von Forschungs- oder Entwicklungsarbeiten führt natürlich zu einem erhöhten Bedarf an Telekommunikationsdienstleistungen.

2. Diesem Bedarf nach besseren, billigeren und zuverlässigeren Telekommunikationsdiensten kommt die *technologische Entwicklung* entgegen. Seit zwanzig Jahren beherrscht die digitale Mikroelektronik zunehmend das Nachrichtenwesen. Sie ermöglichte als erstes den Bau rechnergesteuerter, allerdings noch halbelektronischer Vermittlungszentralen sowie den Einsatz digitaler Multiplex- und Übertragungseinrichtungen. Etwas später wurden die ersten Netze für die Übermittlung von Datenpaketen aufgebaut, und heute steht man am Anfang der Verwirklichung eines weltweiten, sogenannten dienstintegrierten Digitalnetzes (ISDN = *I*ntegrated *S*ervices *D*igital *N*etwork). Die Nachrichtenübermittlung auf optischer Basis verheisst für die neunziger Jahre bereits weitere Schritte in Richtung höherer Bandbreiten und Übertragungsraten. Einen guten Überblick über den neuesten Stand der Technik vermittelt [2].

Zweck des vorliegenden Beitrages wird es nun sein, die Stellung der Hochschulen in dieser neuen Situation zu beleuchten. Insbesondere soll über verschiedene Aktivitäten in der Schweiz und in Europa orientiert werden, welche eine wesentliche Verbesserung der Kommunikationsmöglichkeiten zugunsten von Hochschulen und Forschungsinstituten bezwecken.

2. Die Anforderungen an die Telekommunikation in einer modernen Arbeitsumgebung

2.1 Telekommunikation aus dem Blickwinkel des persönlichen Arbeitsplatzes

Die Figur 1 illustriert den gewohnten konventionellen Arbeitsplatz, wie man ihn noch heute in der Verwaltung, im Handel, in den kaufmännischen Abteilungen der Industrie und auch in der Forschung und an Hochschulen antrifft. Zwei Telekommunikationseinrichtungen fügen sich in mehr oder weniger natürlicher Weise in diese Umgebung ein: das Telefon und der Ablagekorb für die interne Post. Bei näherer Betrachtung erkennt man, dass sich – neben der Kommunikation mit entfernten Stellen über Telefon und Briefpost – *innerhalb* einer solchen Büroumgebung mannigfache Kommunikationsvorgänge abspielen, welche eng mit den Verarbeitungsfunktionen vermengt sind: Ein Ordner wird aus der Ablage auf die persönliche Arbeitsfläche geholt, Formulare werden von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz weitergereicht, mündlich erhaltene Information wird auf eine Zeichnung übertragen, eine Unterschrift wird eingeholt usw. Die meisten dieser internen Kommunikationsvorgänge beruhen auf dem physischen Transport von Daten, vornehmlich von Schriftgut und Zeichnungen. Mit der Einführung leistungsfähiger Arbeitsplatzrechner muss nun eine Abbildung dieser physisch (handgreiflich) ausgeprägten Arbeitsumgebung auf die logische/abstrakte Umgebung entsprechender Softwaresysteme für die Datenverarbeitung und die geordnete Verwaltung von Datensammlungen gefunden werden. Nach wie vor werden aus wirtschaftlichen und organisatorischen Gründen gewisse Funktionen zentralisiert werden müssen, wie die folgenden Beispiele zeigen:

- Grosse Datensammlungen von betriebs- oder unternehmensweiter Bedeutung werden aus Zuverlässigkeits- und Konsistenzgründen von einer zentralen Stelle unterhalten.
- Teure Geräte für die Ein- und Ausgabe von Daten lassen sich nicht dem individuellen Arbeitsplatz zuteilen.
- Die Bereinigung und Freigabe von Dokumenten erfordert die Mitarbeit oder Autorisierung durch verschiedene Stellen.

Es sind genau solche Funktionen, welche schon bei der konventionellen Arbeitstechnik für die erwähnten Kommunikationsvorgänge verantwortlich sind. Beim Übergang auf rechnergestützte Arbeitsverfahren muss deshalb unbedingt gefordert werden, dass die *Kommunikationsfunktionen* einen integralen Bestandteil des persönlichen Arbeitsplatzrechners bilden und dass diese Rechner in ein *Kommunikationsnetz* eingebunden werden, welches den elektronischen Zugriff auf gemeinsame Betriebsmittel erlaubt. Die Trennung in rechnergestützte persönliche Arbeitswerkzeuge einerseits und reine Telekommunikationsendgeräte andererseits wird weitgehend verschwinden. Von dieser Entwicklung wird auch das Telefon erfasst werden, sobald einmal die Übermittlung in der Form gesprochener, aber speicherbarer Meldungen üblich wird und das Telefonverzeichnis ein integrierender Bestandteil eines verteilten Verzeichnisdienstes (Directory Service) ist.

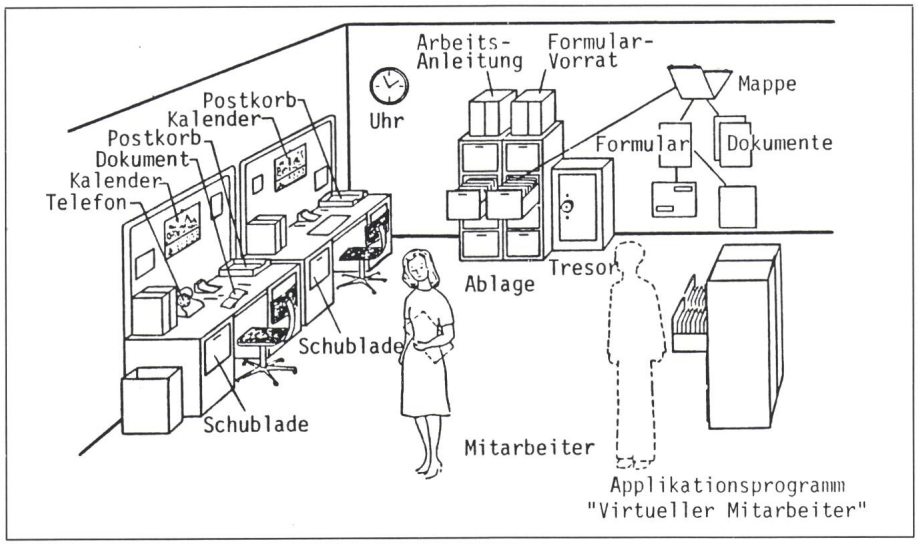


Fig. 1 Konventionelle Arbeitsumgebung
«Virtueller Mitarbeiter» = Abbildung von bisher manuell ausgeführten Arbeiten auf ein Rechnerprogramm.

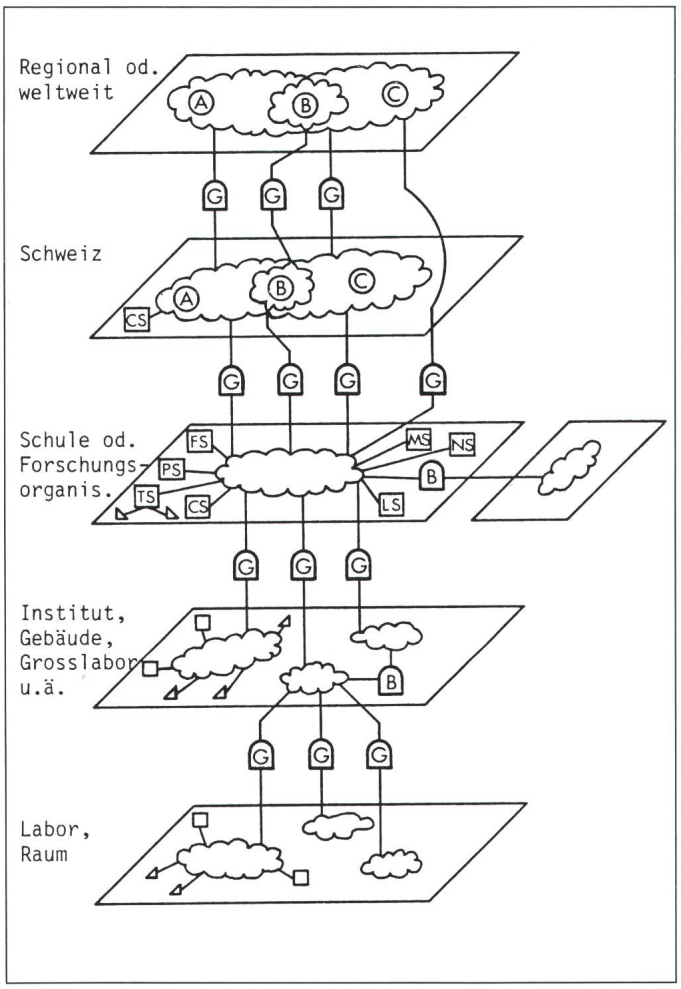
2.2 Telekommunikation innerhalb und zwischen Organisationen

Im vorangegangenen Abschnitt sind einige Telekommunikationsfunktionen aufgezeigt worden, welche sich auf die unmittelbare Umgebung eines Arbeitsplatzes beziehen: die aus mehreren Geräten bestehende Versuchsanordnung in einem Labor, der Zugriff auf gemeinsame Dateien (*File Server*) oder Drucker (*Print Server*) in einem Institut oder auf einem Stockwerk und schliesslich die Verbindung zu zentralisierten rechnergestützten Diensten wie Bibliotheken, Datenbanken, Verzeichnisdiensten (*Directory Server*), Spezialrechnern usw. Von den Verkehrsbeziehungen her wie auch durch eine vernünftige Gliederung in verschiedene Verantwortungsbereiche ergibt sich auf natürliche Weise eine *Hierarchie von Netzen*, wie dies Figur 2 illustriert. Sie zeigt auch, wie heute über die organisationsinterne Kommunikation hinaus der regionale und weltweite Verbund von Informatikdienstleistungen eine immer grössere Rolle spielt, so dass sich weitere Hierarchiestufen in den Kommunikationsbeziehungen ergeben. Die Figur 2 deutet auch an, dass die Kommunikation zwischen verschiedenen (räumlich oft weit auseinanderliegenden) Organisationen durch ein Zusammenspiel von öffentlichen Netzen und privaten Einrichtungen zustande kommt:

- Für den reinen - das heisst nicht applikationsspezifischen - Datentransport werden, soweit wie möglich, die *öffentlichen Transportnetze* benutzt.
- *Private Transportnetze* auf der Basis von Leitungen, welche von den Fernmeldeverwaltungen zur Verfügung gestellt werden, kommen nur bei speziellen Anforderungen, wie vor allem, wenn grosse Bandbreiten und hohe Übertragungsraten gefordert sind, zum Einsatz.
- Für den haus- bzw. organisationsinternen Datentransport werden aus wirtschaftlichen Gründen soweit wie möglich *bestehende Netzinfrastrukturen* verwendet, wie das Zubringernetz von Haustelefonzentralen, Drahtfernsehanlagen oder spezielle Leitungen für den Rechneranschluss von Terminals.
- Hardware und Software zur Implementierung von *anwendungsspezifischen Kommunikationsfunktionen* (wie z. B. die Übermittlung und Manipulation von Dateien oder Meldungsdienste) gehören in den Verantwortungsbereich der Endbenutzer. Mit Normen ist aber sicherzustellen, dass auch auf dieser Ebene eine Kompatibilität verschiedener Geräte und Anlagen unter sich sowie mit öffentlichen Diensten gewährleistet bleibt.

Fig. 2
Netzhierarchie

- Netz mit Vermittlungsfunktionen, beliebige Implementierung (Stern, Ring, Bus, CSMA/CD, PABX, ...)
- (A) Funktionen sämtlicher OSI-Schichten durch öffentliche Einrichtungen (PTT) abgedeckt
- (B) Tiefere OSI-Schichten öffentliche Einrichtungen (z.B. Telepac), höhere Schichten Hochschule(n)
- (C) Reines auf Standleitungen abgestütztes, physisch separates Hochschulnetz
- Host oder Server
- FS File Server
- TS Terminal Server, Terminal Concentrator
- CS Computing Server
- PS Print/Plot Server
- MS Message Server
- NS Name Server, Directory Service
- LS Library Services, Information Services
- G Gateway
- B Bridge
- Terminal, Arbeitsplatzrechner, µProzessor-Entwicklungsplatz o.ä.



Mit den eben gemachten, zunächst informell eingeführten Abgrenzungen implizieren wir eigentlich zwei verschiedene Hierarchien:

1. eine Hierarchie von Netzen, welche sich aus den Kommunikationsbeziehungen und aus der Organisationsstruktur der Kommunikationspartner ergibt;
2. eine Hierarchie von Diensten, welche zunächst grob in die Transportdienste und die darüberliegenden applikationsspezifischen Dienste gegliedert wird.

Diese Strukturierung ist Ausgangspunkt für ein umfassendes Konzept und Normenwerk in der Form der sogenannten *O*pen *S*ystems *I*nterconnection (OSI), wie es gegenwärtig von verschiedenen internationalen Gremien erarbeitet und in Abschnitt 3 vorgestellt wird.

2.3 Kommunikationsdienste aus der Sicht des Benützers

Nachdem die vorangehenden Abschnitte die Kommunikation in erster Linie aus der Sicht der Einbettung des Benützers in eine lokale Arbeitsumgebung und in ein Netz von regional oder gar weltweit verteilten Betriebsmitteln gesehen haben, soll nun noch die Frage behandelt werden, von welchem Typ die zu übermittelnden Informationen sind und welche Anwendungen normalerweise mit den Kommunikationsfunktionen einhergehen. Die Tabelle I zeigt eine entsprechende Zusammenstellung.

3. Keine Kommunikationen ohne Normen

3.1 Zur Bedeutung von Normen

Es liegt in der Natur der Sache, dass viele Wissenschafter für Standards wenig übrig haben und Normen sogar als Zwangsjacken betrachten, welche zukünftige Entwicklungen behindern. Normen sind schon oft als abschreckende Beispiele von technischen Konzepten oder Systemen dargestellt wor-

Informationstypen und Kommunikationsfunktionen Tabelle I

	Beschreibung, Bezeichnung	Besondere Charakteristiken und Anforderungen	Typische Anwendungen	Typ. Interaktionsdauer (min)	Max. Verzögerung für eine Transaktion (s)	Blöcke je Transaktion	Blocklänge kbit	Transaktion je Interaktion	Max. Datenrate kbit/s
1	Interaktiver Datenverkehr mit einfachen Endgeräten und kleinem Informationsvolumen	Übermittlung von Texten und Grafiken; ggfs. Zugriff zu öffentlichen Textkommunikationsnetzen	Textkommunikation, Rechnerzugriff	1...100	2	1	0,2...20	1...1000	10
2	Interaktiver Datenverkehr mit komplexen Endgeräten und intermittierend hohen Datenvolumen	Übermittlung von Texten und Bildern	Text- und Bildkommunikation, CAD	1...100	2	1...10	0,2...200	1...1000	100
3	Meldungsübermittlung mit Zwischenspeicherung und geringem Informationsvolumen	Informationsinhalte: a) Texte b) Digitalisierte Sprache c) Grafiken	Text- und Bildkommunikation, rechnergestützte Konferenzen	1...10	10^3	1	a) 0,2... 20 b_1) 100... 1000 b_2) 0,2... 20 c) 0,2... 200	1	a) 2 b_1) 100 b_2) 2 c) 100
4	Meldungsübermittlung mit geringer Verzögerung und grossem Informationsvolumen	Übermittlung mittelgrosser Dateien oder von Bildern, quasiinteraktiv	Transfer mittelgrosser Textdokumente, Fernkopieren	1...10	10	1...10	0,2...200	1	a) 100 b) 2000
5	Jobeingabe und Verteilung der Rechenergebnisse	Zwei Komponenten: a) Kommandos b) Datenein- und -Ausgabe	Zugriff zu Hochleistungs- und Spezialrechnern	a) 1...10	a) 2	a) 1 b) wie 1, 2, 4 oder 6	a) 0,2...20 b) wie 1, 2, 4 oder 6	a) 1...100	a) 10 b) wie 1, 2, 4 oder 6
6	Transfer grosser Dateien (Files)	Zur Erhöhung der Übermittlungssicherheit Auflösung in Folge von Rahmen (Blöcken)	Übermittlung von Datenbankteilen	1...1000	nicht relevant	1...1000	0,2...200	1...100	a) 100 b) 2 000 c) 34 000
7	Telefonie und Zugang zum öffentlichen Telefonnetz	Interaktive Duplexübermittlung mit minimaler Verzögerung a) PCM, DPCM, b) redundanzarme Codierung mit Pausendetektion	Sprachkommunikation	1...10	0,2	a) nicht relevant b) 1...50	a) nicht relevant b) 0,2...20	a) nicht relevant b) 10...100	a) 100 b) 10
8	Telemetrie	Sporadischer Austausch geringer Datenmengen	Fernmessen, Fernsteuern	1000...∞	2	1	0,2...20	0...100/d	10
9	Bewegtbildkommunikation	Übermittlung nicht à priori digital, sondern auch mit TV- u.CATV-Technik denkbar	Schulung, Unterhaltung	1...1000	1	stark abhängig von Qualitätsansprüchen und Codierverfahren			8000...14 000 evtl. 2000 bzw. 64...384

den (Schlechte Kompromisse als Preis für einen Konsens: «A camel is a horse designed by a committee.») Wenn zugegebenermassen auch im Gebiete der Telekommunikation einige schlechte oder unbefriedigende Normen existieren, so hat man es hier doch mit einer grundsätzlich anderen Problemstellung zu tun. Ohne Einhalten gewisser Normen kann eine Kommunikation gar nicht zustande kommen! Dass unterschiedliche Normen für die Kommunikation verheerende Folgen haben können, demonstrieren uns Hund und Katze: Die erhobene Pfote interpretiert der Hund als freundschaftliche Geste, für die Katze signalisiert sie den bevorstehenden Angriff! Forschung und Normen brauchen deshalb bei der Telekommunikation kein Widerspruch zu sein; die Einstellung zu Normen hängt - wie auch in anderen Gebieten - vom Gesichtspunkt ab.

- Der Wissenschafter, welcher Telekommunikations*dienstleistungen* für seine Arbeiten beansprucht, wird Normen sehr begrüssen. Je besser die Anerkennung einer Norm, desto grösser wird die Gruppe, welche problemlos Daten und Meldungen austauschen kann. Die Beachtung von Normen durch die Gerätehersteller führt zu einer Öffnung der Märkte und zu besseren Auswahlmöglichkeiten für die Benutzer. Die Festlegung von Schnittstellen zwischen den Telekommunikationsnetzen auf der einen Seite und den Geräten der Benutzer (Terminals, Arbeitsplatzrechner) sowie den Hostrechnern auf der anderen Seite ermöglicht eine weitgehende Entflechtung der entsprechenden Entwicklungsaktivitäten; in diesem Sinne können Normen die Entwicklung sogar durch Arbeitsteilung beschleunigen.
- Wer *Forschung* in Telekommunikation an sich treibt, möchte sich anderseits nicht von Normen behindert fühlen; im Gegenteil, er trachtet ja gerade danach, mit seiner wissenschaftlichen Arbeit Grundlagen für bessere Normen zu schaffen.

Aus dieser Optik heraus dürfen die seit längerer Zeit laufenden Normierungsbestrebungen grundsätzlich positiv beurteilt werden. Es ist leider viel zu wenig bekannt, dass gerade in den letzten Jahren, mit substantiellen Beiträgen auch von Hochschulseite, an einem Normenwerk gearbeitet wird, welches den weltweiten Datenaustausch mit modernen Mitteln und auf der Basis moderner Konzepte und Technologien fördern soll. Ein solches Normenwerk ist die Voraussetzung dafür, dass der heutigen Fragmentierung der Benutzergesamtheit in viele inkompatible Netze Einhalt geboten werden kann, dass Arbeitskraft vermehrt wieder in Nützlicheres als die Entwicklung von unzähligen Gateways zwischen an sich ähnlichen (aber eben doch unverträglichen) Systemen investiert wird und dass nicht Tausende, sondern Millionen die im vorigen Abschnitt umschriebenen Kommunikationsdienste nutzen können.

3.2 OSI: Normen für den Bau offener Kommunikationsnetze

Welche Normen sind nun für unser Gebiet von Bedeutung? Es handelt sich um Standards, welche in erster Linie durch eine Zusammenarbeit der Organisationen ISO, CCITT und IFIP entstanden sind und an die auch die europäischen Organisationen ECMA und CEPT wichtige Beiträge geleistet haben (Tab. II). Für den Entwickler und den Anwender wohl am greifbarsten dürfte das in Erscheinung befindliche Rotbuch des CCITT sein, welches in seinem Band VIII die (weitgehend mit ISO und IFIP abgestimmten) Empfehlungen der X-Serie enthalten wird [3]. Diese gehen vom *OSI-Architekturmodell* der ISO für sogenannte offene Systeme (*O*pen *S*ystems *I*nterconnection) aus [4].

Mit diesem Modell werden eigentlich Regeln für die Strukturierung *verteilter Systeme* aufgestellt. Die Regeln sollen vor allem den Aufbau grosser Systeme mit Material verschiedener Hersteller und unter Benützung von Kommunikationsnetzen verschiedener Fernmeldeverwaltungen erlauben.

Wichtige Organisationen Tabelle II

ISO	International Organization for Standardization
CCITT	Comité consultatif international télégraphique et téléphonique (gehört zur Internationalen Fernmeldeunion)
IFIP	International Federation for Information Processing
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ECMA	European Computer Manufacturers Association
CEPT	Conference of European Postal and Telecommunications Administrations

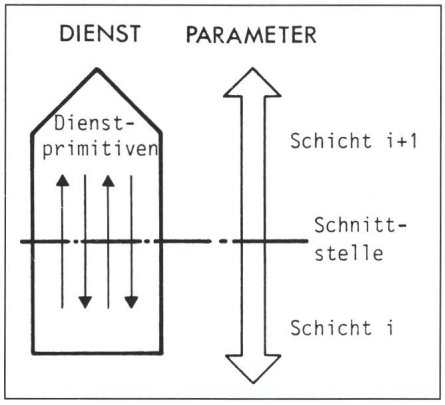


Fig. 3 Schnittstelle und Dienst
Begriffserklärung

Die (verteilten) Subsysteme werden im OSI-Modell je nach Aufgabe einer von sieben hierarchisch geordneten Schichten zugewiesen. Anhand des Modells ist es erstmals gelungen, Begriffen wie Schnittstelle, Protokoll, Dienst, Verbindungen usw. eine wohldefinierte Bedeutung zu geben:

- *Schnittstellen* definieren die Beziehungen zwischen Subsystemen (sog. Entities) in übereinanderliegenden Schichten.
- *Protokolle* definieren die Beziehungen zwischen Subsystemen der gleichen Schicht, aber an verschiedenen Orten.
- Ein Subsystem der Schicht (i) erbringt über eine Schnittstelle für Subsysteme in der darüberliegenden Schicht (i+1) *Dienste*, deren Komponenten *Dienstprimitiven* heissen.
- Eine *verbindungsorientierte* Kommunikation besteht, wenn Subsysteme während längerer Zeit über die unterliegende Schicht mehrere Datenblöcke austauschen.
- Eine *verbindungslose Kommunikation* besteht, wenn ein einziger Datenblock (mit den vollständigen Herkunfts- und Zieladressen) von einem Subsystem zu einem andern übermittelt wird.

Die Figuren 3, 4 und 5 illustrieren die erwähnten Begriffe, und die Figur 6 gibt eine Übersicht über das ganze Modell mit den 7 Schichten. Diesen können der Reihe nach etwa die folgenden Aufgaben zugewiesen werden:

1. Regelung des Zugriffs auf ein physisches Übertragungsmedium (z. B. auf ein Kabel oder einen Ausschnitt des drahtlosen Spektrums) sowie zur Verfügungstellung eines Pfades (physische Verbindung) für die Übertragung eines Bitstromes (Ph = Physical),

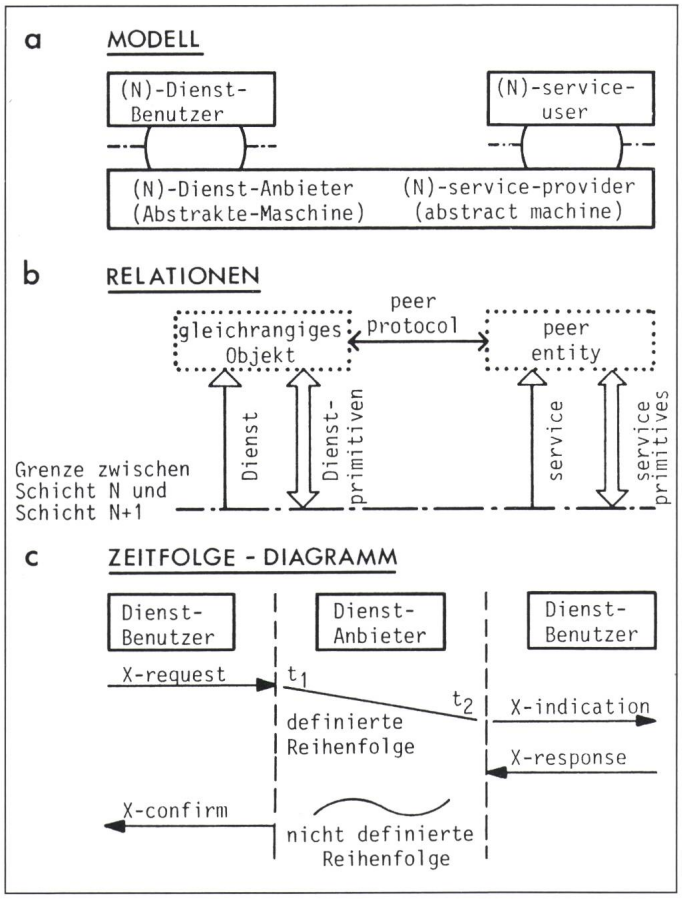


Fig. 4 Beschreibung von Diensten
nach ISO DTR 8509

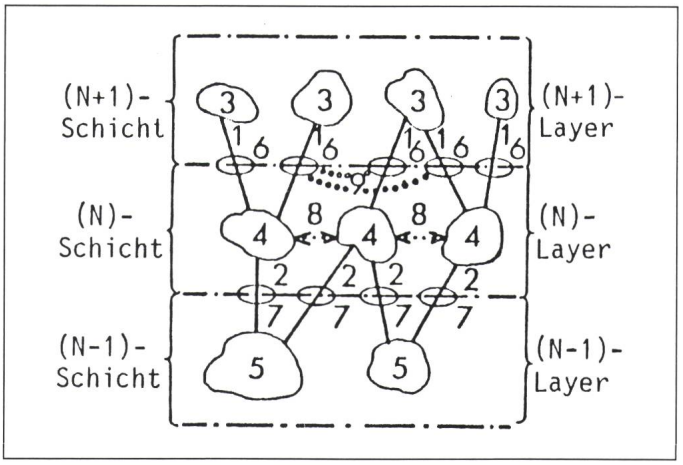


Fig. 5 Grundlegende Begriffe des OSI-Modells
1 (N)-Dienste (Services)
2 (N-1)-Dienste (Services)
3 (N+1)-Subsysteme (Entities)
4 (N)-Subsysteme (Entities)
5 (N-1)-Subsysteme (Entities)
6 (N)-Schnittstellen (Service Access Points)
7 (N-1)-Schnittstellen (Service Access Points)
8 (N)-Protokoll (Protocol)
9 (N)-Verbindung (Connection)

2. Gesicherte Übertragung von Datenblöcken über die Kanäle zwischen den Vermittlungsknoten und auf den Teilnehmerleitungen (L = Link),
3. Herstellen von Kommunikationspfaden in einem Netz mit einerseits verschiedenen Vermittlungsknoten und anderseits einer Vielzahl von Teilnehmern (N = Network),
4. Übertragung von Teilnehmer zu Teilnehmer mit Ergreifen zusätzlicher Sicherungsmassnahmen zur Korrektur von Fehlern, welche vom unterliegenden Netz nicht bereinigt werden konnten (T = Transport),
5. Strukturierung des Dialogs zwischen zwei Teilnehmern mit der Möglichkeit, einen gestörten Dialog an einem definierten Synchronisationspunkt neu aufzunehmen (S = Session),
6. Vereinbarung bestimmter Datentypen und -strukturen und Festlegung der entsprechenden Syntax und der Codierungsvorschriften. Auf diese Ebene würden z.B. die bekannten Alphabete gehören (P = Presentation),
7. Applikationsspezifische Kommunikationsfunktionen, auf welche in Abschnitt 3.5 noch zurückzukommen sein wird (A = Application).

Besonders wichtig ist die «politische» Aussage des OSI-Modelles und die herausragende Bedeutung der Schichten 3 und 4. Es soll angestrebt werden, durch die Festlegung möglichst weniger Klassen von Netzwerkdiensten (im Idealfall ein verbindungsloser und ein verbindungsorientierter Dienst) und durch die Normierung einiger weniger Klassen von Transportprotokollen (aber eines einheitlichen Transportdienstes) eine Entflechtung der verschiedenartigen physischen Übermittlungsverfahren einer-

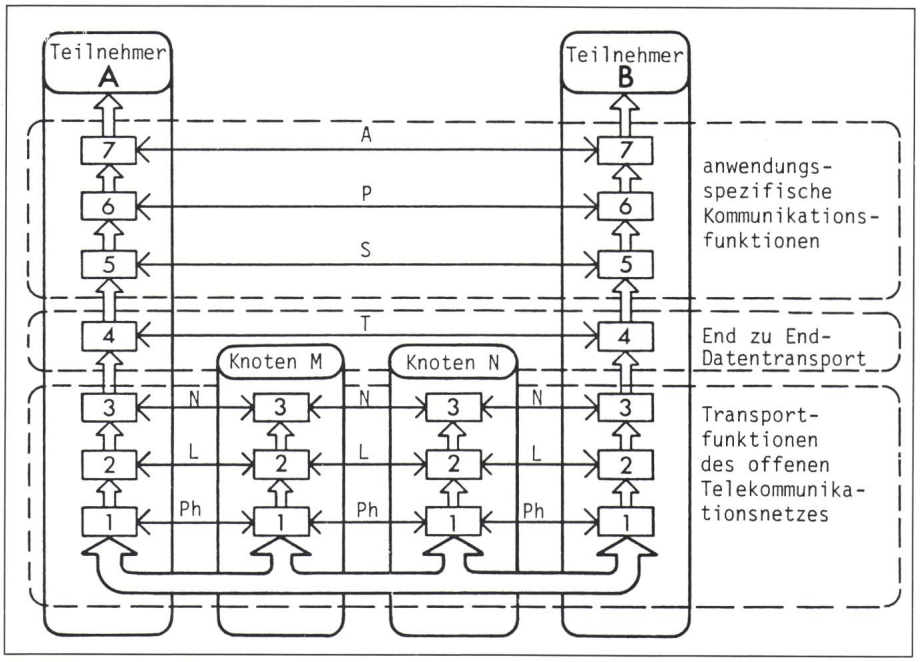


Fig. 6 OSI-Modell
Ph Physikalisch L Link N Netzwerk T Transport S Session P Presentation A Applikation

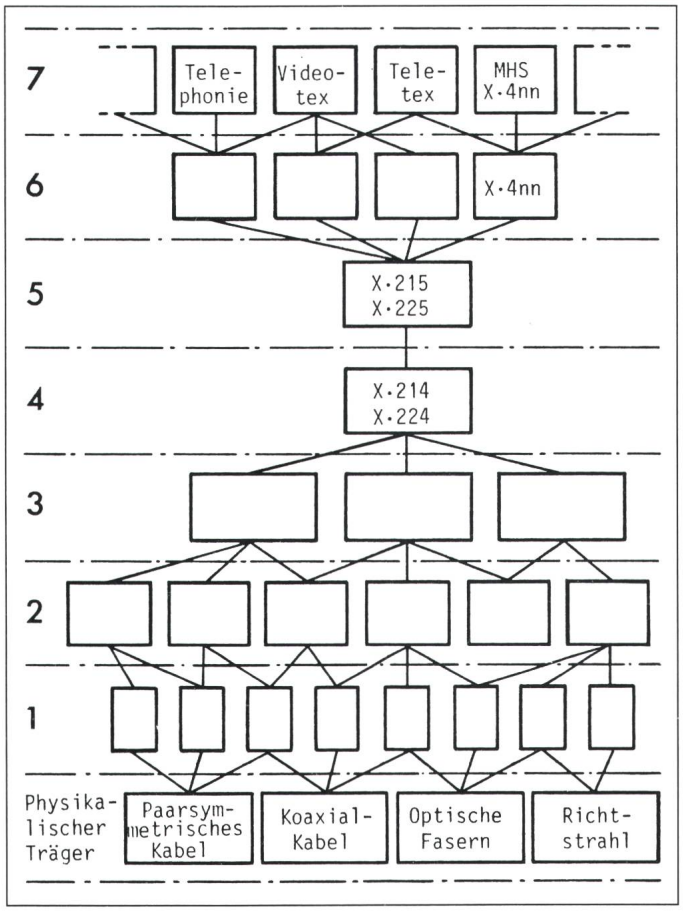


Fig. 7
Illustration der zentralen Rolle der Schichten 3 bis 5

seit und der naturgemäss grossen Vielfalt von applikationsorientierten Kommunikationsfunktionen andererseits zu erreichen. Die Figur 7 illustriert dieses Konzept.

3.3 Normen für die Schichten 1...3

Für die Schichten 1...3 existieren verschiedene CCITT-Normen [3], so:

- X.24 Schnittstelle zwischen Endgerät und Anschlussgerät (z.B. zwischen Terminal und Modem) für die Schicht 1,
- X.25 Schnittstelle für den Anschluss paketorientierter Endgeräte an ein Netz mit Paketvermittlung (Schichten 2 und 3),
- X.213 Definition eines allgemeinen Netzwerkdienstes, welcher jedoch mit der (früheren) Empfehlung X.25 noch nicht restlos abgestimmt ist.

Diese Normen betreffen in erster Linie öffentliche, weiträumige Netze – sogenannte *Wide Area Networks* (WAN). Für die unteren Netzebenen (im lokalen Bereich, s. Fig. 2) sind hingegen die *Local Area Networks* (LAN) von Bedeutung, deren Normung vom IEEE (Tab. II) und neuerdings von der ISO an die Hand genommen wurde. Die Figur 8 gibt eine Übersicht der bestehenden Normen [5].

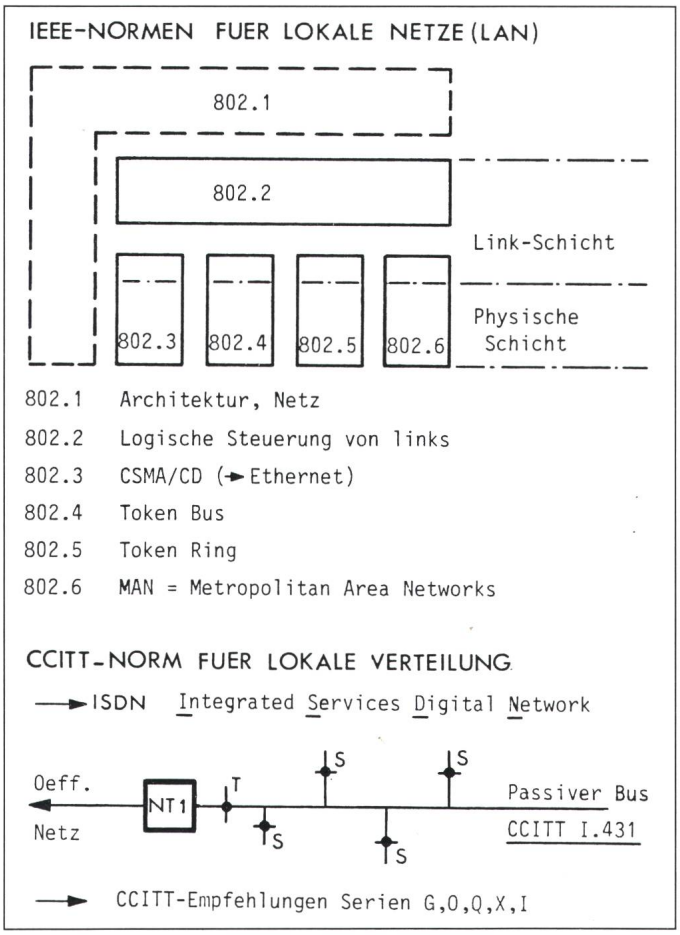
Mit dem sogenannten *Dienstintegrierten Digitalnetz* (ISDN) soll schrittweise ein weltweites Netz für die digitale Kommunikation aufgebaut werden. Im Vordergrund steht dabei die verbindungsorientierte Kommunikation über Kanäle mit einer Bruttobitrate von 64 kbit/s, wie sie auch für die Telefonie eingesetzt wird.

3.4 Normen für die Schicht 4

Die *Dienste* der Schicht 4 sind in den Normen CCITT X.214 bzw. ISO DP 8072 festgelegt, und die *Protokolle* in CCITT X.224 bzw. ISO DP 8073. Es kann hier nicht darum gehen, diese sehr umfangreichen Normen wiederzugeben. Vielmehr muss noch einmal betont werden, dass diese Schicht sozusagen der «Angelpunkt» des OSI-Gedankens ist.

- Aufbauend auf den normierten Transportdiensten kann der Applikationsentwickler verschiedene spezifische Anwendungen definieren.
- Die den verschiedenen Übermittlungsverfahren und -netzen entspre-

Fig. 8
Normen für lokale Netze



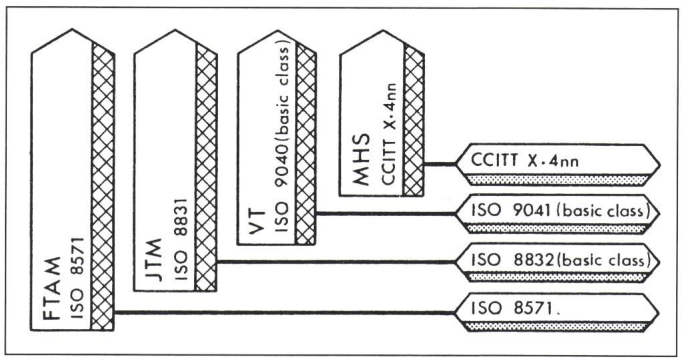
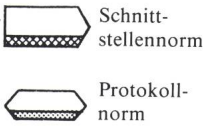


Fig. 9
Normen für höhere Kommunikationsdienste
Auswahl, nur Prinzip



chenden Kommunikationsdienste auf tiefer Stufe werden auf einen einheitlichen Transportdienst abgebildet.

Um die Eigenheiten verschiedener Netze vom Applikationsentwickler abzuschirmen, sieht die Norm X.214 insgesamt 5 *Protokollklassen* 0...4 vor, welche in aufsteigender Reihenfolge zunehmend mächtigere Mittel zur Meisterung von Fehlersituationen und für die Multiplexierung aufweisen.

3.5 Normen für die Schichten 5...7

Für die Schicht 5 existieren wie für die Schicht 4 je eine Norm für die *Dienste* (X.215 bzw. ISO DIS 8326) und die *Protokolle* (X.225 bzw. ISO DIS 8327). Wichtiger für unsere Betrachtungen sind aber die Normen auf den Ebenen 6 und vor allem 7, mit welchen einige applikations- bzw. benützerorientierte Kommunikationsfunktionen entweder bereits normiert worden sind oder in nächster Zeit normiert werden sollen. Die Figur 9 gibt einen entsprechenden Überblick. Im Hinblick auf die Anwendung in der Forschung und an Hochschulen können vor allem die folgenden Dienste herausgegriffen werden:

File Transfer, Access and Management FTAM: Definiert verschiedene Formen der Übermittlung von Dateien zwischen sogenannten *Virtual Filestores* und den Zugriff sowie die Verwaltung von Dateien in diesen virtuellen Dateisystemen. Die Abbildung vom normierten Virtual Filestore auf ein reelles Filesystem ist Sache des Anwenders (ISO DP 8571).

Virtual Terminal VT: Definiert ein abstraktes Terminal. Die Abbildung auf ein reelles Terminal ist wiederum Sache des Anwenders (Dienst: ISO DP 9040; Protokolle: DP 9041).

Job Transfer and Manipulation JTM: Festlegung von Diensten und Protokollen für die Übermittlung von *Jobs*, welche auf entfernten Rechnern ausgeführt werden sollen.

Message Handling System MHS: Ein ganzer Satz von Empfehlungen des CCITT definiert ein vollständiges System für die Meldungsübermittlung, und zwar:

X.400 Dienstelemente und Beziehungen zum OSI-Modell,
X.401 Dienstoptionen,
X.408 übermittelbare Informationsarten (Codierung sowie Konversionsregeln),
X.409 Transfersyntax für die Schicht 7,
X.410 Protokoll P1 und P3 für die Meldungsübermittlung in Schicht 7
X.420 End-zu-End-Protokoll in Schicht 7.

Unter dem Stichwort CASE (Common Application Service Elements) werden ferner im ISO-Normenentwurf DIS 8649 verschiedene Festlegungen getroffen, welche gemeinsam für alle höheren Kommunikationsdienste gelten. Es sind dies Standards, welche grundsätzlich die Zusammenarbeit verschiedener räumlich verteilter Subsysteme auf hoher Stufe regeln, so zum Beispiel die konsistente Nachführung von replizierten Daten (Teil CCR = Commitment, Concurrency and Recovery).

Neben den erwähnten Diensten sind inzwischen auch vom CCITT verschiedene öffentliche Fernmeldedienste spezifiziert worden, so Teletex für die Dokumentenübermittlung und Videotex für einen offenen Datenbankzugriff [6].

3.6 Beurteilung der Situation

ISO, CCITT und weitere internationale Gremien sind im Begriffe, ein Normenwerk zu schaffen, welches den Aufbau verteilter offener Systeme definiert und erlaubt, von den herstellerund anwenderspezifischen Lösungen wegzukommen.

Die Unterstützung dieser und vieler weiterer in der allerletzten Zeit entstandenen Normen gehört nicht nur zur Politik der Fernmeldeverwaltungen, sondern auch zu den erklärten Zielen der Europäischen Gemeinschaft (EG) im Rahmen der Öffnung der Märkte. Ein Teil der bekannten ESPRIT-Aktivitäten der EG soll sogar explizite der europäischen Industrie dazu verhelfen, möglichst als erste Produkte entsprechend den neuen Normen auf den Markt zu bringen (ESPRIT = *E*uropean *S*trategic *P*rogramme for *R*esearch and Development in *I*nformation *T*echnology). Es geht dabei nicht nur um reine Implementierungsarbeiten, sondern durchaus auch um Forschungsaktivitäten - beispielsweise auf dem Gebiet der Werkzeuge für VLSI-Entwurf, um verteilte Datenbanken usw.

4. Kommunikation für Hochschulen und Forschung in Europa

4.1 EIN: Forschungsarbeiten und experimentelles Netz 1972–1978

Von einer ganzen Reihe europäischer Länder wurde schon 1971 erkannt, dass eine Reihe von Problemen durch eine internationale Zusammenarbeit besser gelöst werden kann als in nationaler Isolation. Es liegt auf der Hand, dass sich die Telekommunikation von ihrer Natur her für solche internationale Forschungsprojekte anbietet. Angeregt durch entsprechende Projekte in den USA, wurde so 1972 im Rahmen der «Coopération européenne dans le domaine de la Recherche Scientifique et Technique» (COST) die Aktion COST-11 als Forschungsprogramm in Teleinformatik ins Leben gerufen. An diesem Programm waren insgesamt 4 Länder sowie das EG-Forschungszentrum in Ispra (CETIS) beteiligt, und zwar neben der Schweiz auch England, Frankreich und Italien (je mit verschiedenen Institutionen). Besonders wichtige Beiträge lieferten jene Institutionen, welche im entstehenden *European Informatics Network* (EIN) eigene Knotenrechner betrieben und die Software für den Zugriff ihrer spezifischen Rechner auf den Knotenrechner (geliefert durch eine Firma) selbst entwickelten:

- ETH Zürich
- CREI Mailand
- CETIS Ispra
- IRIA Paris
- NPL London

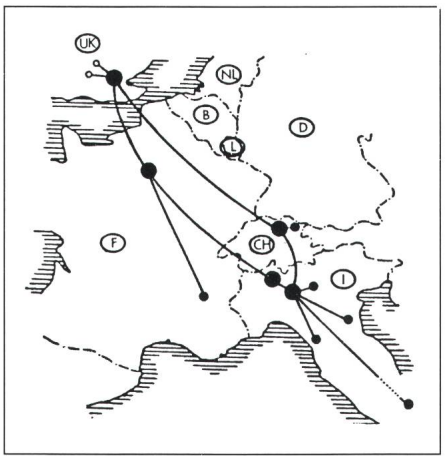


Fig. 10 EIN-Netz 1987

● EIN-Primärzentren
● EIN-Sekundärzentren

Die Figur 10 zeigt das seinerzeitige EIN-Netz [7]. Rückblickend muss dieses Programm als eine Pionierleistung bezeichnet werden, gelang es doch, ein Datenübermittlungsnetz mit Paketvermittlung in einer heterogenen Rechnerumgebung zu verwirklichen, und dies zu einer Zeit, als entsprechende Normen praktisch inexistent waren. Im Gegenteil, die Aktivitäten erlaubten es auch der Schweiz, in den verschiedensten Gremien (IFIP, ISO, CCITT) wertvolle Beiträge einzubringen, so namentlich in den folgenden Gebieten:

- Implementierung eines Datentransportdienstes auf der Basis von Datagrammen (d.h. also mittels verbindungsloser Kommunikation auf der Schicht 3),
- Vorschläge für Kommunikationsdienste und -protokolle wie Virtual Terminal, File Transfer, Bulk Transfer sowie Remote Job Entry.

In der Form der anschliessenden Aktion COST-11bis sind weitere Projekte verfolgt worden, ohne aber das EIN-Netz als solches weiter zu betreiben. Immerhin konnte eine Reihe interessanter Ergebnisse an einer europäischen Teleinformatik-Tagung 1983 vorgetragen werden [8], und namentlich die Forschungsarbeiten im Gebiet der elektronischen Meldungsübermittlung (GILT-Projekt) beeinflussen wiederum die internationale Normierungstätigkeit.

4.2 EARN: Europäisches Partnernetz des amerikanischen BITNET

Gefördert von der *Advanced Research Project Agency* (ARPA) entstand ab etwa 1970 in den USA ein Datenübermittlungsnetz, welches heute schätzungsweise weit über 100 Institutionen berührt. Als gegen Ende der siebziger Jahre der Zugriff auf das vom Verteidigungsministerium geförderte ARPANET eingeschränkt wurde, bildeten sich die zwei vor allem Hochschulen verbindenden Netze CSNET (Computer Science Network) [9] und BITNET [10; 11].

Während CSNET weitgehend auf die USA beschränkt ist, umfasst BITNET zusammen mit den Partnernetzen EARN (European Academic and Research Network) in Europa und NETNORTH in Kanada heute über 500 Institutionen, davon gegen 200 in Deutschland, Italien, Frankreich, England, Irland und Israel sowie sieben in der Schweiz. Der Erfolg von BITNET und den beiden Partnernetzen ist vor allem auf günstige Randbedingungen zurückzuführen, nämlich auf:

- die Subventionierung der Übertragungsleitungen durch eine grosse Computerfirma,
- die Verpflichtung der beteiligten Institutionen, ihre Knotenrechner für die kostenlose Vermittlung von Transitverkehr zur Verfügung zu stellen,
- den Einsatz von Datenübermittlungssoftware von verbreiteten IBM-Rechnerfamilien unter den Betriebssystemen VM und MVS; diese Software wurde aber auch für andere Rechner wie vor allem die VAX-Familien von DEC adaptiert.

Von der Konferenz der Europäischen Post- und Fernmeldeverwaltung (CEPT) wird aber EARN nur bis 1988 toleriert, da es in einigen wichtigen Punkten vom Prinzip offener Netze abweicht:

- Der Datentransport erfolgt über festgeschaltete Leitungen und nicht über die vermittelten öffentlichen Netze (in der Schweiz z. B. Telepac).
- Die höheren Datenübermittlungsprotokolle entsprechen nicht den inzwischen verbindlich erklärten Normen der ISO und des CCITT.

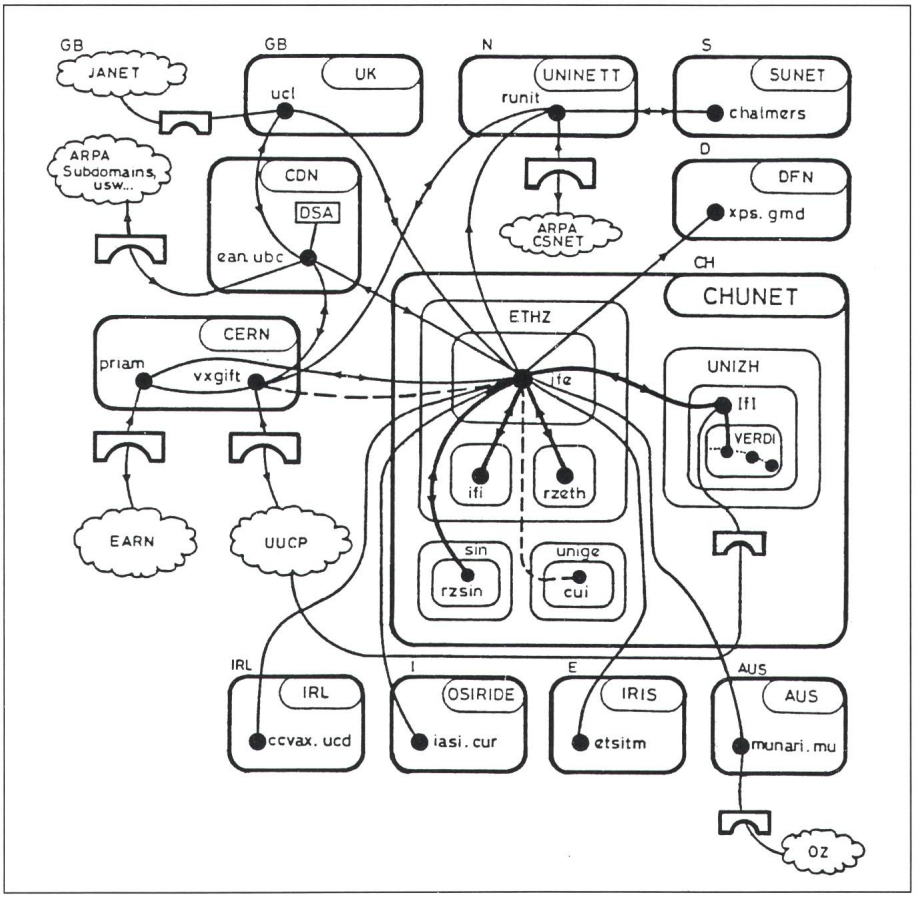


Fig. 11 Das europäische Pilotnetz für die Meldungsübermittlung zwischen Bund und Hochschulen

Ausschnitt mit Schwergewicht Schweiz

UNINET Norwegen SUNET Schweden DFN Bundesrepublik Deutschland

——— KOMETH ——— X.25 – – – Telefonnetz ..... LAN

4.3 RARE: Initiative zum Aufbau offener Kommunikationssysteme für Hochschulen und Forschung

Initiativen für die Errichtung offener Kommunikationssysteme sind in den letzten Jahren aus zwei Richtungen gekommen.

- Unter der Leitung von Prof. *K. Zahnder* (Hahn-Meitner-Institut, Berlin) wurden 1983 und 1984 Anstrengungen unternommen, um für die Anwendungen in Europa *harmonisierte Versionen* der ISO- und CCITT-Normen zu erarbeiten.
- Unter der Federführung des CERN wurde versucht, für die Gemeinschaft der Hochenergie-Forschungsinstitute einheitliche Kommunikationsdienste zu definieren. Darüber hinaus wurden im CERN für diese Gemeinschaft verschiedene *Gateways* implementiert, so für die elektronische Meldungsübermittlung und für File Transfer.

Diese beiden Initiativen gipfelten 1985 in der Gründung der Vereinigung *Réseaux Académiques et de Recherches Européens (RARE)*. Deren Ziel ist es nicht etwa, eigentliche neue Netze auf den unteren Ebenen des OSI-Modells zu errichten, sondern wenn immer möglich die öffentlichen Transportnetze der verschiedenen PTT-Verwaltungen zu benutzen. Zu diesem Zweck sind bezüglich technischer Arbeiten folgende Schwerpunkte gesetzt worden:

1. Errichten eines Pilotnetzes für die *Meldungsübermittlung* (MHS) gemäss den CCITT-Spezifikationen X.400ff. (wie Figur 11 zeigt, kommt den Schweizer Hochschulen hier wiederum eine aktive Rolle zu),
2. harmonisierte Anwendungen der *Empfehlung X.25* (Ausgabe 1984),
3. kurzfristige Massnahmen zur Sicherstellung von *File-Transfer*-Diensten, längerfristig harmonisierte Anwendungen der ISO-FTAM-Standards,
4. Erarbeitung von neuen Normen für die Kommunikation mit *bildschirmorientierten* Terminals.

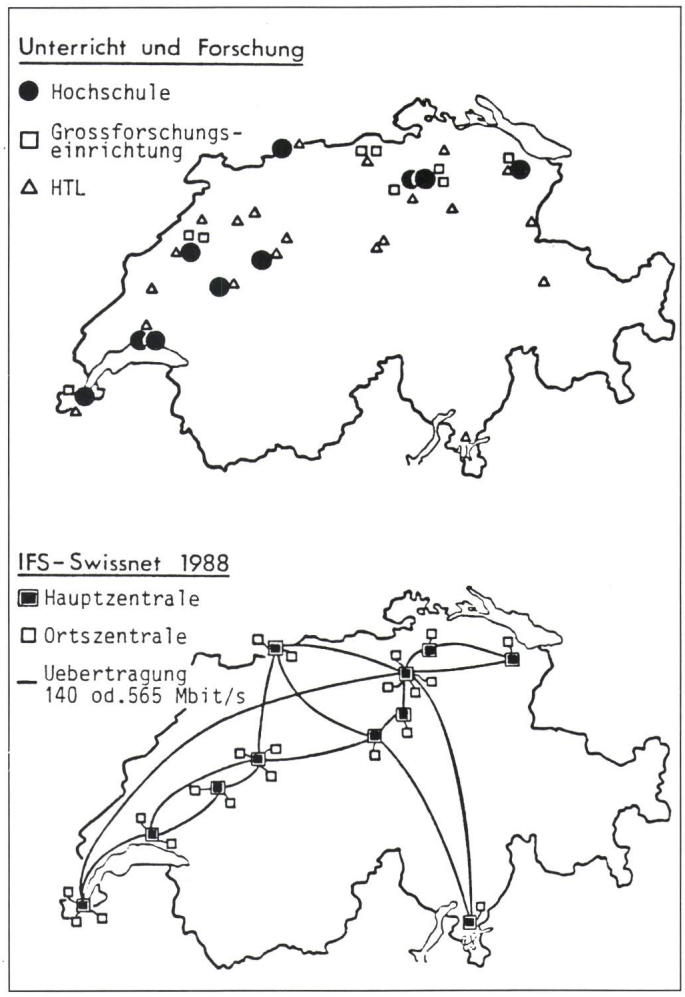


Fig. 12
Öffentliche Institutionen für Unterricht und Forschung
im Vergleich zu den Plänen der PTT für ein ISDN-Pilotnetz

5. SWITCH: Die Pläne der Schweizerischen Hochschulkonferenz

In Abschnitt 4.2 wurde bereits erwähnt, dass das gegenwärtig stark benutzte EARN in den nächsten zwei Jahren abgelöst werden muss durch eine Lösung, welche folgenden Bedingungen genügt.

- Soweit möglich und soweit dies die Kommunikation zwischen den Schulen betrifft, sollten sich die Kommunikationsdienste für die Hochschulen auf die Transportdienste der PTT abstützen.
- Die anzubietenden Dienste sollten den internationalen Normen der ISO und des CCITT entsprechen.

Die Aufgabe einer entsprechenden Planung für die nächsten Jahre ist von der *Commission Informatique de la Conférence des Universités Suisses* (CICUS) einer *Arbeitsgruppe Netzwerk* unter der Leitung von Prof. *J. Harms* (Universität Genf) übertragen worden. Erstes praktisches Resultat ist die Errichtung eines *Pilotnetzes* für die elektronische Meldungsübermittlung im Rahmen der bereits erwähnten RARE-Aktivitäten unter dem Namen *CHUNET* (CH University Network, s. Fig. 11); der Leitrechner dieses Netzes im internationalen Verbund befindet sich an der ETH Zürich. Dank der Verbindung dieses Rechners mit dem lokalen Zürcher Hochschulnetz KOMETH/NUZ ist nun in Zürich zusammen mit EARN Hunderten von wissenschaftlichen Mitarbeitern der Zugang zu einem Mehrfachen von potentiellen Kommunikationspartnern in aller Welt eröffnet worden.

In den folgenden Schritten wird es gelten, weitere Kommunikationsdienste für die Schweizer Hochschulen (im Rahmen der in Abschnitt 3 beschriebenen Normen) zu definieren und dann auch zu realisieren. Die Situation, mit der sich die Planer dabei konfrontiert sehen, wird durch Figur 12 illustriert, welche die räumliche Verteilung der interessierten Institutionen dem ISDN-Pilotnetz der PTT [12; 13] gegenüberstellt. Man kann daraus eine erste Schlussfolgerung ziehen:

Die Ausbaupläne der PTT für ihre Transportnetze kommen den Bedürfnissen von Unterricht und Forschung stark entgegen. Eine gewisse Lücke bei der Erschliessung mit leistungsfähigen digitalen Kanälen besteht aber vorderhand noch für die Räume *Aare* (Schweiz. Institut für Nuklearfor-

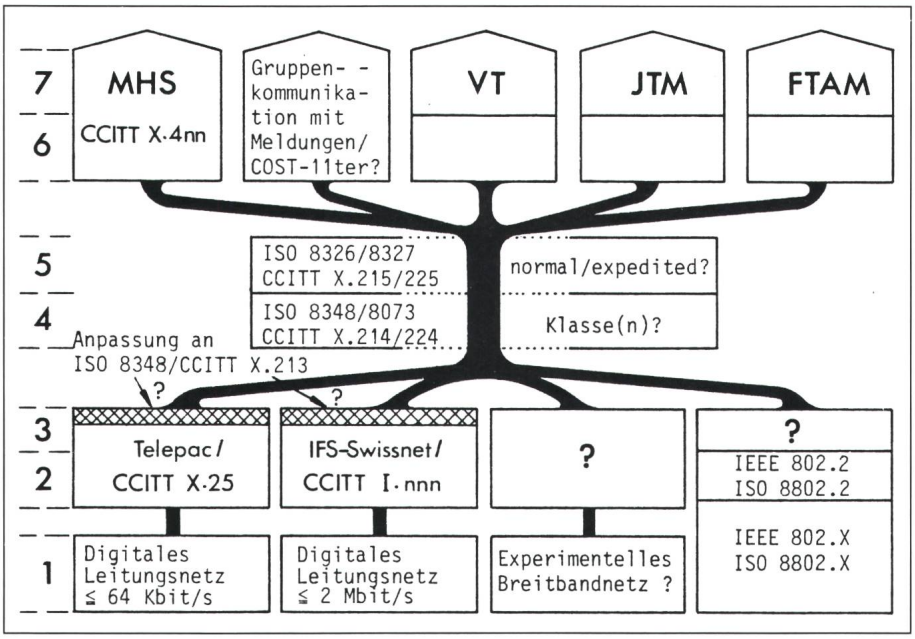


Fig. 13 Hochschulkommunikation in der Schweiz
Erster Ansatz für ein technisches Konzept

schung SIN in Villigen, Eidg. Institut für Reaktorforschung EIR in Würenlingen, HTL Brugg-Windisch) und *Neuenburg-Biel* (verschiedene Institutionen im Bereiche Mikroelektronik).

Schwieriger wird es sein, aus der breiten Palette von Normen jene auszuwählen, welche den eingangs erwähnten Benützerbedürfnissen am besten entgegenkommen. Die Figur 13 zeigt dazu einen ersten Ansatz. Die ganze Planung soll inskünftig unter dem Stichwort *Swiss Telecommunication for Higher Education and Research (SWITCH)* vorangetrieben werden.

6. Schlussfolgerungen

In den letzten Jahren ist ein umfassendes Normenwerk entstanden, welches den Aufbau verteilter Systeme und die offene Kommunikation ermöglicht. Die Hochschulen in Europa und insbesondere auch in der Schweiz haben sich diesem Konzept verschrieben und streben eine Arbeitsteilung mit den PTT-Verwaltungen an, bei welcher diese die Basis-Transportdienste betreiben, die Schulen aber für die interne Verteilung und die Implementierung der höheren Protokollschichten bzw. Kommunikationsdienste verantwortlich sind. Damit können die Hochschulen für die PTT ein durchaus interessanter Partner werden: Kommunikationsbedürfnisse bestehen in einer Vielzahl von Wissengebieten, wissenschaftliche Zusammenarbeiten bestehen weltweit, und modernste Forschungswerkzeuge rufen nach neuen Formen der Kommunikation. Es wird hier vehement für zwei Thesen eingetreten.

1. Innerhalb der Hochschulen muss die Telekommunikation vermehrt als ganz wichtiges Betriebsmittel angesehen werden und einen entsprechenden Stellenwert in der Organisation, in den Budgets und bei der Planung erhalten.
2. Die Hochschulen können mit ihren vielfältigen Kommunikationsbedürfnissen für die PTT ein ideales Experimentierfeld abgeben, aus welchem Prognosen für andere Anwenderkreise abgeleitet werden können. Dies kann durch eine liberale Haltung gegenüber Pilotprojekten nur gefördert werden.

Literatur

[1] *N. Wiener:* Mathematik - Mein Leben. Düsseldorf/Wien, Econ-Verlag, 1962.

[2] *A. Kündig* und *R. Hartmann* (Herausgeber): International Zurich Seminar on Digital Communications. New directions in switching and networks. Zurich, March 11...13, 1986.

[3] CCITT red book. Volume III, fascicle II.5: I-Recommendations. Volume VIII, fascicles VIII.2...VIII.7 X. Recommendations. Geneva, International Telecommunications Union. 1985.

[4] Information processing systems. Open systems interconnection. Basic reference model. ISO Standard 7498.

[5] Local area networks. Logical link control. IEEE 802.2/ISO DIS 8802.2. Carrier sense multiple access with collision detection. IEEE 802.3/ISO DIS 8802.3. Token-passing bus access method. IEEE 802.4/ISO DIS 8802.4. Token-passing ring. IEEE 802.5/ISO DP 8802.5.

[6] *K. Németh:* Stand und Entwicklungstendenzen der Telematik-Protokolle. In: Informatik-Fachberichte, Band 95. Berlin, Springer-Verlag, 1985.

[7] *D.L.A. Barber:* EIN—a focus for the future. Eurocon '77. European Conference on Electrotechnics, Venezia/Italy, 3...7 May, 1977; vol. II., paper 3.3.1.

[8] Euteco. European Teleinformatics Conference, Varese/Italy, 3...6 October 1984. Amsterdam/New York/Oxford, North-Holland, 1983.

[9] *R.D. Edmiston:* An Overview of the Computer Science Network (CSNET). Proc. COMPCON '83, San Francisco (26th IEEE Computer Society International Conference).

[10] *I.H. Fuchs:* BITNET—Because it's time. Perspectives in Computing 3(1983)1.

[11] *F. Busch, H. Hultzsch* und *R. Wolf:* EARN-Status und Perspektiven. In: Informatik-Fachberichte, Band 95. Berlin, Springer-Verlag, 1985.

[12] *R. Trachsel:* Zielsetzungen, Absichten, Konzepte, Techn. Mitt. PTT (1985)6, s. 215...222.

[13] *K.E. Wuhrmann:* Die Fernmeldenetze der PTT-Betriebe auf dem Weg ins Jahr 2000. Techn. Mitt. PTT (1985)6, S. 226...242.

Câbles Cortaillod. Bahnbrechende Lösungen, schlüsselfertig.

Energiekabel mit integrierten Schweizer Lichtwellenleitern.

Optoelektronisches Modul

Distanzrelais Type LI 4/a BBC

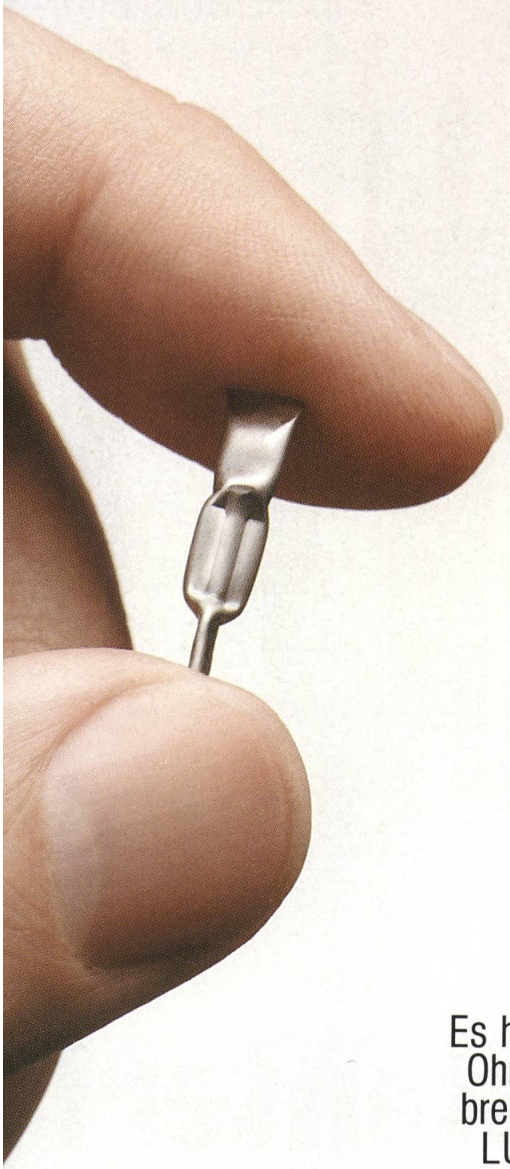
Zum Beispiel für die Sicherheit Ihres Hochspannungsnetzes

Câbles Cortaillod hat ein Avantgarde-System zur Überwachung und zum Schutz von Hochspannungsnetzen entwickelt. Die Einbeziehung von Lichtwellenleitern für die Fernsteuerung und Kontrolle elektrischer Verteilnetze bietet sowohl in technischer als auch in wirtschaftlicher Hinsicht sehr grosse Vorteile. Cables Cortaillod und Cabloptic*, die Leader auf dem Gebiet der Lichtwellenleiter, sind dank enger Zusammenarbeit in der Lage, das Know-how, das Konzept, die Kabel, die elektro-optischen Geräte, die Verlegung, die Montage und die Inbetriebsetzung ganzer Anlagen für die verschiedensten Bereiche der Nachrichten- und Energieübertragung anzubieten.
Verlangen Sie Unterlagen über von uns ausgeführte Anlagen; ein einfacher Anruf genügt.

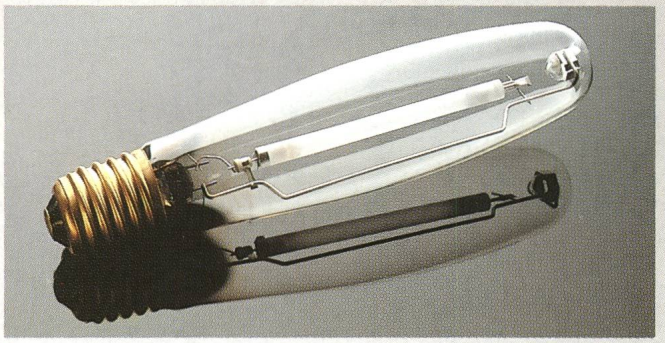
* Cabloptic – einziger Schweizer Hersteller für Lichtwellenleiter.

CH-2016 CORTAILLOD/SUISSE
CASE POSTALE
TÉLÉPHONE 038/44 11 22
TÉLEX 952 899 CABC CH

CABLES CORTAILLOD
ÉNERGIE ET TÉLÉCOMMUNICATIONS



Dieser kleine Speicher ist entscheidend für die lange Lebensdauer von Natriumdampf-Hochdrucklampen.



Und nur GENERAL ELECTRIC LUCALOX® Lampen haben diesen einzigartigen Produktvorteil.

Es handelt sich um einen externen Amalgam-Speicher. Ohne ihn würden die LUCALOX Lampen nicht länger brennen als andere Natriumdampf-Hochdrucklampen. LUCALOX 70Watt haben wir jetzt auch mit diesem besonderen Amalgam-Speicher ausgerüstet.

Sind Sie an weiteren Informationen über unser gesamtes LUCALOX—Sortiment interessiert, wenden Sie sich bitte an:

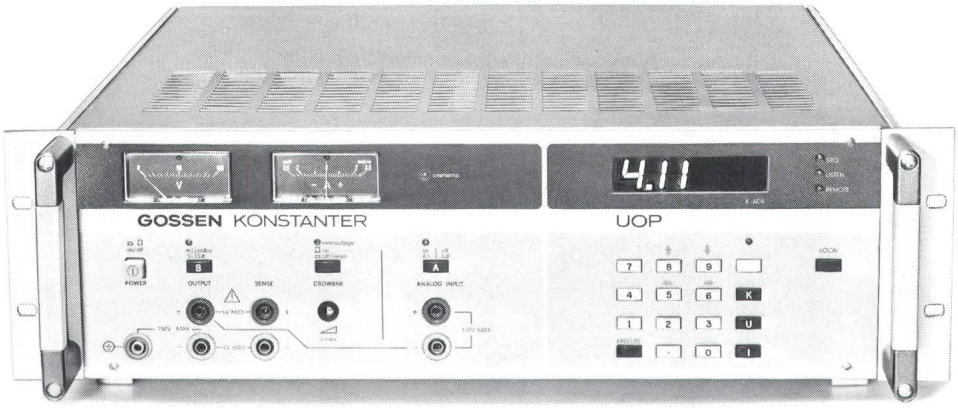
GENERAL ELECTRIC

General Electric Technical Services Co., Inc.
6, Rue du Simplon
CH-1207
Geneva, Switzerland
Telephone: (41-22) 35-9260
Telex: (845) 422222

Stromversorgungen
für Labor, Prüfwesen und Systeme

... über 150 Konstanter!

Gleichstromversorgungsgeräte und Netzschaltregler (NSR)



GOSSEN

- *IEC-Bus-fähiger Konstanter*
- *System Konstanter für 19"-Einschub*
- *Tisch-Konstanter*
- *NSR-Konstanter*
- *Steckbaugruppen-Konstanter*

AIW M86/1

Verlangen Sie Unterlagen. Schreiben oder telefonieren Sie uns.

Ulrich Matter AG
Elektrische Mess- und Regeltechnik

5610 Wohlen
Bremgarterstrasse 62
Telefon 057-22 72 55
Telex 59 463 mat ch