

DFG

Netzmemorandum
Notwendigkeit und Kosten
der modernen Telekommunikationstechnik
im Hochschulbereich

Kommission für Rechenanlagen
der Deutschen Forschungsgemeinschaft

Resümee

Stand und Trend der Entwicklung

Der Computer hat bereits die Arbeits- und Studienverhältnisse an den Hochschulen umgestaltet. Die moderne Telekommunikation - die fast ohne Verzögerung den Zugriff auf räumlich entfernte Ressourcen ermöglicht - wird darüber hinaus einen neuen Arbeitsstil, die *Telekooperation*, begründen. Das ist eine Möglichkeit der Arbeitsteilung, die für die Erzeugung geistiger Produkte eine ähnliche Bedeutung erlangen wird wie der Ferntransport für die materiellen Güter.

Sie wird in der Wirtschaft, aber auch von amerikanischen Hochschulen bereits überregional praktiziert. Die Industrienationen schicken sich an, dem amerikanischen Beispiel im Hochschulbereich zu folgen und hochschulinterne wie auch überregionale Rechnernetze zu installieren.

Bis Anfang der achtziger Jahre befanden sich die Hochschulen in der Bundesrepublik hinsichtlich der Telekommunikation im Rückstand. Mittlerweile hat das "Deutsche Forschungsnetz" im Bereich der Rechnerkommunikation und die Deutsche Bundespost mit dem Aufbau von Breitbandnetzen geradezu *ideale Voraussetzungen* für die weiträumige Telekommunikation geschaffen. Gleichgetan haben es einzelne Hochschulen bezüglich der technologischen Grundlagen einer Netzinfrastruktur, wenn auch beschränkt auf kleine Bereiche. *Es fehlt jedoch die Flächendeckung*, ohne die die Anhebung der kommunikativen Arbeitsbeziehungen auf ein neues Niveau universitäts- und bundesweit nicht möglich ist.

Vorschlag zur Einrichtung von Rechnernetzen für die deutschen Hochschulen

1. Grundvoraussetzung für moderne Telekommunikation an und zwischen unseren Hochschulen sind leistungsfähige, *hochschulinterne Rechnernetze*, die von nun an ebenso zur Grundversorgung einer Hochschule gehören müssen, wie das Wasser-, Energie- oder Telefonnetz, und deshalb aus denselben Haushaltstiteln zu finanzieren sind. Diese Netze haben je nach örtlichem Bedarf Datenraten von wenigen kbit/s bis einigen hundert Mbit/s zu liefern. Zu veranschlagen sind:

- bei DV-intensiven Fachrichtungen ein Netzanschluß je 10 Hochschulangehörige,
- bei Fächern mit geringer DV-technischer Durchdringung ein Netzanschluß je 50 Hochschulangehörige.

2. Die *weiträumigen Netzverbindungen* zwischen Hochschulen und Standorten von Spezial- und Höchstleistungsrechnern erfordern ein Spektrum von Übertragungsleistung etwa im gleichen Geschwindigkeitsbereich. Die Übertragungsdienste stellt die Post bereit. Die Einrichtung dieser Netze muß stufenweise geschehen, beginnend mit niedrigen Datenraten und aufsteigend, wo nötig, bis zum höchsten technischen Leistungsstand. Zur Vorbereitung der breitbandigen Verbindungen zwischen den Hochschulen sind Pilotprojekte nötig, die der Verein "Deutsches Forschungsnetz" betreut.

Kosten und Finanzierung

Zum Aufbau der hochschulinternen Rechnernetze ist, bei Umlage aller Investitionskosten von der Verlegung der Kabel bis zur Vermittlungs- und Steuerungselektronik, über alle Hochschulen zu rechnen mit

2.500 DM je nutzerbezogenem Netzanschlußpunkt.

Für alle Hochschulen der Bundesrepublik ergibt das einen Investitionsbedarf von 182 Mio DM verteilt auf 6 Jahre.

Im Hinblick auf die internationale Wettbewerbssituation sollte dieses Investitionsprogramm schnell und mit *finanzieller Beteiligung des Bundes* durchgeführt werden, da nur die bundesweite Verfügbarkeit der neuen Kommunikationsstrukturen ihre Wirksamkeit sicherstellt.

Die Hochschulen werden für die Wartung dieser Netze insgesamt bundesweit einen Mehraufwand haben von

10 - 15 Mio DM pro Jahr.

Die Betreuung der hochschulinternen Netze sowie die laufende Bereitstellung der neuen in- und externen über die Netze angebotenen Dienstleistungen erfordert 2 - 4 Personalstellen pro Hochschule.

Die kritischsten laufenden Kosten sind die *Postgebühren*. Sie wirken bereits bei der heutigen, relativ geringen Inanspruchnahme der verfügbaren, langsamen Datenverbindungen zwischen Hochschulen prohibitiv. Zumindest für eine *Einführungszeit von ca. 6 Jahren* müssen die Gebühren über Sondermaßnahmen für die Hochschulen auf ein erträgliches Maß reduziert werden.

Inhaltsverzeichnis

- Netzmemorandum -

1. Trend der technischen Entwicklung

- a) Eindringen der Informationstechnologie in alle Fachbereiche
- b) Telekooperation als neue Arbeitstechnik
- c) Einflüsse auf die Arbeit in den Hochschulen

2. Die internationale Situation

- a) Existierende weiträumige Netze
- b) Rechnernetze innerhalb der Hochschulen

3. Die Situation in der Bundesrepublik

- a) Entwicklungstendenzen der Telekommunikation in der Bundesrepublik
- b) Überregionale Rechnernetze in der Bundesrepublik
- c) Stand der hochschulinternen Netzverbindungen
- d) Bewertung der gegebenen Situation in der Bundesrepublik

4. Vorschlag für die Einrichtung von Rechnernetzen für die deutschen Hochschulen

Erfordernis einer bundesweiten Initiative

- a) Maßnahmen zur Einrichtung hochschulinterner Rechnernetze
- b) Maßnahmen zum Ausbau der Verbindungen zwischen den Hochschulen
- c) Pilotprojekt zur Einrichtung von Breitbandverbindungen zwischen Hochschulen
- d) Aufnahme von Breitbandübertragung im weiträumigen Rechnerverbundnetz

5. Kosten und Finanzierung

- a) Investitionsbedarf der Rechnernetze für die Hochschulen
- b) Laufende Kosten der hochschulinternen Rechnernetze
- c) Nutzungsgebühren der beanspruchten Postdienste

6. Zusammenfassung der Empfehlungen

Netzmemorandum

1. Trend der technischen Entwicklung

a) Eindringen der Informationstechnologie in alle Fachbereiche

Die Möglichkeiten, die die moderne Informationstechnologie eröffnet, wachsen mit einer bisher kaum gekannten Innovationsgeschwindigkeit. Ebenso rasch greifen praktisch alle wissenschaftlichen Disziplinen sie auf und machen sie ihrer Forschung und Lehre zunutze. Bis jetzt handelt es sich dabei hauptsächlich um den Einsatz von *Mikro- , Universal- und Höchstleistungsrechnern*. Die Zukunft wird jedoch mindestens ebenso stark von der *Verfügbarkeit leistungsfähiger Rechnernetze* geprägt werden, die diese Anlagen inner- und außerhalb einer Hochschule verbinden; Höchstleistungsrechner, überregionale Informations- und Datenbanken, spezielle Programmsysteme und Geräte, aber auch gemeinsame Dateien räumlich voneinander entfernter Wissenschaftler werden damit von deren Arbeitsplatz aus erreichbar.

b) Telekooperation als neue Arbeitstechnik

Diese über beliebige Entfernungen fast ohne Verzögerung reichende Kommunikationsmöglichkeit erlaubt eine völlig neue Art der Arbeitsorganisation: die "Telekooperation". In der Wissenschaft führt sie zur Zusammenarbeit von Forschern gleicher oder unterschiedlicher Fachdisziplinen *in Teams unabhängig davon, wo sich der Arbeitsplatz des einzelnen befindet*. Beispiele hierfür sind:

- *multizentrische Studien in der Medizin*, in denen auch Daten analysiert werden, die mit Hilfe von Spezialrechnern direkt von Kliniken (z.B. hochauflösendes Thorax-EKG) übermittelt werden;

-
- in der *Entwicklung von Mikrochips (VLSI)*: Entwurf, Test und Fertigung an jeweils verschiedenen Orten;
 - in der *Elementarteilchenphysik* die über Kontinente verteilte Kooperation von Wissenschaftlern mit Zugriff auf verschiedene Supercomputer;
 - *interaktive Analyse von digitalisierten Bildern*, deren Daten am entfernten Ort anfallen, wie in Meteorologie, Seismologie, Medizin, Technik usw.;
 - in den *Ingenieurwissenschaften* Austausch von produktbeschreibenden Modellen, von Analyse- und Konstruktionsdaten des *CAD/CAM-Bereichs*;
 - gemeinsame Ausarbeitung von *Publikationen* durch Wissenschaftler über beliebige Distanzen hinweg;
 - *Recherchen* in Literatur- und Faktendatenbanken direkt vom Arbeitsplatz aus;
 - Teilnahme an weltweiten "*Computerkonferenzen*" über wissenschaftliche Spezialgebiete vom eigenen Arbeitsplatz aus.

c) Einflüsse auf die Arbeit in den Hochschulen

Voraussetzung für die Telekooperation zwischen den Hochschulen ist das Rechnernetz innerhalb der Hochschulen. Daher kommt *hochschulinternen Rechnernetzen*, die sowohl die einzelnen Rechnerarbeitsplätze untereinander verbinden als auch den Zugang zu den größeren Rechnern der Hochschule, den Bibliotheken, Hörsälen, Labors sowie schließlich zu den überregionalen Netzen eröffnen, in diesem Zusammenhang eine fundamentale Bedeutung zu. Sie führen zu *neuen Möglichkeiten auch der hochschulinternen Arbeitsorganisation*, von denen einige als Beispiel genannt seien:

- *Nutzung teurer Geräte* von jedem Rechnerarbeitsplatz aus, z.B. Ausgabemedien für Hochleistungsgraphik, Parallel-, Vektor- oder Datenbankrechner;
- *Transfer von Bild- und Experimentdaten* vom Meßplatz (Seismologie, Meteorologie, Medizin) zu den verschiedenen Verarbeitungsrechnern;

-
- *direkte Übertragung* von Informationen aus Datenbanken, von Simulationsergebnissen und von "Life"-Bildern aus Rechnern bzw. Labors in die Hör- und Übungssäle.

2. Die internationale Situation

a) Existierende weiträumige Netze

Telekooperation wird multinational bereits *praktiziert*: größere Firmen wie IBM, Digital Equipment usw. bedienen sich eigener Rechnernetze, kleinere Firmen internationaler Servicenetze, wie MARK III von General Electric oder IPSA von Sharp.

Auch *US-amerikanischen Hochschulen* stehen seit über 10 Jahren Hochschul- und Forschungsnetze (ARPANET, BITNET, CSNET, MAILNET, NSFnet etc.) zur Verfügung, die zu aufsehenerregenden Resultaten auf dem Gebiet der Telekooperation führten (VLSI-Entwicklung) sowie zu beispielhaften Anwendungen, wie dem Fernzugriff auf das Weltraumteleskop der NASA über das NSFnet. Auch die *englischen Hochschulen* sind seit fast 10 Jahren vernetzt (JANET, s. Anlage 1), ebenso sind in *Frankreich* (REUNIR) und in *Japan* (JUNET) seit Jahren Universitäten an Rechnernetze angeschlossen. Rege Netzaktivitäten entwickeln inzwischen auch eine Reihe weiterer Länder wie *Canada* (CDNNET), *Irland* (HEANET), *Australien* (ACSNET), die *skandinavischen Staaten* (SUNET, FUNET, UNINETT, NORDUNET) und *Südkorea* (SDN-Net).

Die nächsten Entwicklungsschritte der weiträumigen Hochschulnetze sind in den USA bereits vorgezeichnet: noch in diesem Jahr sollen etwa 40 Universitäten an das NSFnet, das den Zugang zu den nationalen Supercomputerzentren ermöglicht, angeschlossen werden. Die Übertragungsgeschwindigkeit dieses Netzes liegt bei 56 Kbit/s. Zusätzlich werden in einem Pilotprojekt Supercomputerzentren mit einem Hochgeschwindigkeits-"Backbone"-Netz verbunden, auf das ausgewählte Benutzergruppen über 1,5 Mbit/s-Leitungen Zugriff erhalten.

Ziel ist, in einer weiteren Ausbauphase des NSFnet generell Dienste im Mbit/s-Bereich einzurichten, die entfernten Benutzern von Supercomputern *dieselben Möglichkeiten wie solchen vor Ort bieten*.

b) Rechnernetze innerhalb der Hochschulen

Leistungsfähige hochschulinterne Rechnernetze sind vor allem installiert an führenden nordamerikanischen Universitäten wie *MIT, Carnegie Mellon, Brown University, University of Waterloo* sowie in der Schweiz (*ETH und Universität Zürich*).

In Europa sind sie vor allem in England, Frankreich, Österreich und den skandinavischen Staaten im Aufbau, ferner schon seit längerem an den namhaften japanischen Universitäten. Die amerikanischen Campus-Universitäten legen sogar Wert auf den Anschluß der Studentenwohnheime an die Universitätsnetze (s. Anlage 2).

3. Die Situation in der Bundesrepublik

a) Entwicklungstendenzen der Telekommunikation in der Bundesrepublik

Der heute erreichte Stand und die künftigen Entwicklungstendenzen sind für den Aufbau wissenschaftlicher Rechnernetze in der Bundesrepublik besonders günstig:

Die Deutsche Bundespost steht im Begriff, eine *Infrastruktur* aufzubauen, die für die Einrichtung weiträumiger Rechnernetze neben der vorhandenen konventionellen Struktur hervorragend geeignet ist: das Schmalband-ISDN bis Ende der achtziger Jahre (Übertragungsgeschwindigkeit 64 Kbit/s und Vielfache davon), Übergang zum Breitband-ISDN in den neunziger Jahren (Übertragungsgeschwindigkeiten bis zu 140 Mbit/s). Satellitenkanäle mit bis zu 2 Mbit/s Übertragungsleistung sind bereits jetzt verfügbar. Das Angebot von Netzkomponenten, die den Normen der Internationalen Standardisierungsorganisation ISO entsprechen, wächst rasch. Letztere sind *für alle EG-Mitgliedsländer verbindlich*, so daß sich Möglichkeiten einer fortschrittlichen europaweiten Rechnerkommunikation auftun.

Weitergehende, bis in die Rechneranwendungen hineinreichende Normierungen, für den Wissenschaftsbereich (COSINE), für den Maschinenbau (MAP) und die Büroautomatisierung (TOP), werden ebenfalls europaweit vorgebracht. Damit entwickeln sich hier vorzügliche Voraussetzungen für eine neue Form künftiger Zusammenarbeit: die Telekooperation.

b) Überregionale Rechnernetze in der Bundesrepublik

Im Hochschulbereich der Bundesrepublik haben überregionale Rechnernetze lange fast völlig gefehlt. Das hat Anfang der achtziger Jahre zur Gründung des Vereins "*Deutsches Forschungsnetz (DFN)*" geführt.

Der DFN-Verein richtet derzeit für die Kommunikation zwischen Forschungseinrichtungen das Deutsche Forschungsnetz (DFN) ein, das sich auf Postdienste stützt (s. Anlage 3). *Alle DFN-Dienste* sind schon verfügbar oder werden es zumindest *bis Ende 1987* sein. So greifen bereits jetzt die Hochschulen Schleswig-Holsteins, Niedersachsens und Berlins auf den Supercomputer des Konrad-Zuse-Zentrums in Berlin über das DFN zu und belegen allein über diesen Weg etwa 2/3 seiner Kapazität.

Die *Firma IBM* finanziert für die Jahre 1984 - 1987 das "*European Academic Research Network (EARN)*", das ebenfalls zahlreiche deutsche Universitäten und Forschungseinrichtungen nutzen. Allein etwa 30 Universitäten greifen auf die Supercomputerzentren Karlsruhe und Stuttgart zu und nehmen dort ebenfalls 50 % der Kapazität ab. Nach dem Auslaufen der IBM-Finanzierung werden die bisherigen EARN-Dienste durch das DFN übernommen. Die Attraktivität von EARN geht wesentlich auf dessen günstige Nutzungskonditionen zurück.

Der Zugang zu großen internationalen Netzen, wie EUNET, BITNET, CSNET usw., ist durch entsprechende "gateways" sowohl vom DFN als auch von EARN aus möglich.

Alle hier dargestellten Netzdienste werden zur Zeit über schmalbandige Verbindungen (meist 9,6 Kbit/s und darunter) betrieben. Im Breitbandbereich, d.h. mit Übertragungsraten von mehr als 1 Mbit/s, sind zur Zeit keine überregionalen Verbindungen für die deutschen Hochschulen vorhanden. Die schnelle *Übertragung größerer Datenmengen* ist deshalb noch *nicht möglich* und damit entfallen auch manche Anwendungen, z.B. die Bearbeitung umfangreicherer graphischer Daten im Dialog.

Der Aufbau von überregionalen Netzen mit Übertragungsgeschwindigkeiten über 1 Mbit/s wird jedoch bereits von einigen Hochschulen (Stuttgart/Karlsruhe/Kaiserslautern/München/Erlangen) im Rahmen des DFN mit Pilotprojekten begonnen.

c) Stand der hochschulinternen Netzverbindungen

Alle Hochschulen in der Bundesrepublik verfügen über "Terminalnetze" (Geschwindigkeitsbereich bis zu 9,6 Kbit/s), die zwar Endgeräte der Benutzer mit den Anlagen des Rechenzentrums verbinden, aber *nicht für die Kommunikation der Wissenschaftler oder der dezentralen Rechner untereinander geeignet* sind. Die Übertragung größerer Datenmengen ist über diese Netze ebenfalls nicht möglich.

Es sind jedoch in einzelnen Fakultäten bereits moderne "lokale" Netze mit Übertragungsraten im Mbit/s-Bereich installiert - auch die durch das Computerinvestitionsprogramm CIP beschafften Geräte werden so vernetzt - aber es handelt sich hierbei *fast nur um Insellösungen*. Die Integration in einen Netzverbund, der die ganze Hochschule umfaßt, steht noch aus. Hierzu sind nur erste Ansätze an wenigen Hochschulen wie z.B. Saarbrücken und Stuttgart vorhanden.

d) Bewertung der gegebenen Situation in der Bundesrepublik

Technologisch sind für die Bundesrepublik eine Reihe von *Aktivposten* zu verbuchen:

- dank DFN und EARN ist der Austausch von Nachrichten und kleinen Datenmengen sowie das Starten von Programmen auf entfernten Spezial- und Supercomputern seit kurzem möglich. Damit können Wissenschaftler sich bis zu einem *gewissen Grad auf Telekooperation* vorbereiten;
- die *Deutsche Bundespost* liegt mit der Bereitstellung leistungsfähiger Übertragungsmedien einschließlich entsprechender Basisdienste (Schmal- und Breitband-ISDN) technologisch *in der Spitzengruppe der Industrienationen*;

-
- Hard- und Software für hochschulinterne Rechnernetze haben einen technischen Stand erreicht, mit dem die *Grundversorgung im Kommunikationsbereich* realisiert werden kann;
 - Projektdatenbanken, die als "*Telekooperationsbörsen*" dienen sollen, sind auch in der Bundesrepublik bereits im Aufbau (z.B. durch die Hochschulen in Baden-Württemberg).

Die Voraussetzungen für Telekooperation sind also in der Bundesrepublik sehr günstig. Ihre Bedeutung für die Spitzenforschung läßt sich an vielen Stellen in den USA und anderen Industrienationen zeigen. Deshalb ist jetzt notwendig, daß die *Bundesrepublik schnell günstige Rahmenbedingungen* für die Telekooperation auch in der deutschen Wissenschaft setzt. Das ist von größtem nationalen Interesse.

Hierfür sind neue Initiativen nötig. Nach bisheriger Erfahrung sind die Hochschulen *mangels ausreichender Mittel* nicht einmal in der Lage, die vorhandenen billigen, aber langsamen und beschränkten Netzdienste im erforderlichen Maße in Anspruch zu nehmen.

Die bisher installierten, hochschulinternen lokalen Netze sind Pilotprojekte und von einer *flächendeckenden Versorgung* weit entfernt. Die über DFN und EARN zur Zeit angebotenen Netzdienste mit maximal 9,6 Kbit/s Übertragungsleistung reichen für die Zukunft nicht im mindesten aus. Bereits die auf dem Markt befindlichen Arbeitsplatzrechner für Wissenschaftler würden bei vielen Arbeitsschritten, die in der Kooperation mit Supercomputern über die vorhandenen Netze auftreten, zu *Übertragungszeiten im Stundenbereich* führen; somit sind beispielsweise anspruchsvoller graphischer Dialog und Realzeitsimulationen auf diesem Weg nicht möglich.

Aufgrund der genannten guten Voraussetzungen wären jedoch in der Bundesrepublik mit tragbarem Aufwand ähnliche Netzstrukturen in wenigen Jahren realisierbar, wie sie sich zur Zeit in den USA bereits in der Fortentwicklung befinden.

4. Vorschlag für die Einrichtung von Rechnernetzen für die deutschen Hochschulen

Erfordernis einer bundesweiten Initiative

Der Aufbau einer Versorgungsstruktur mit Rechnernetzen für die deutschen Hochschulen, die modernen Ansprüchen gerecht wird, kann nur in einem bundesweiten, zeitlich abgestuften Programm erfolgen, denn allein *die gleichzeitige Verfügbarkeit der neuen Kommunikationsmöglichkeiten* verleiht ihnen Effizienz. Die erforderlichen Maßnahmen unterteilen sich in solche für den Aufbau interner Hochschulnetze und solche für die Verbindung der einzelnen Hochschulnetze über ein bundesweites Rechnernetz (s. Anlage 4).

a) Maßnahmen zur Einrichtung hochschulinterner Rechnernetze

Im Rahmen eines *Sofortprogramms* sollte die hochschulinterne Grundversorgung im Kommunikationsbereich sichergestellt werden; das bedeutet:

in *vorhandener Technik* sollten im Geschwindigkeitsbereich bis zu 10 Mbit/s und auf OSI-Basis die inneruniversitären Netze aufgebaut werden,

mit jeweils einem Netzanschluß für

10 Hochschulangehörige der traditionell DV-intensiven Fachrichtungen (bis jetzt vorwiegend *technisch-naturwissenschaftliche* und mathematische Fächer) und für

50 Hochschulangehörige aus Fächern mit bislang relativ geringer DV-Durchdringung.

Hierfür sind Glasfaser- und Kupferkabel in Gebäuden und auf dem Hochschulgelände zu verlegen, ferner Anschluß- und Steuerungselektronik für die Netze zu beschaffen.

b) Maßnahmen zum Ausbau der Verbindungen zwischen den Hochschulen

Ebenfalls sofort sollten für Verbindungen zwischen den Hochschulen

schmalbandige Kanäle im Bereich von 9,6 - 64 Kbit/s für
ein *überregionales Rechnernetz* eingerichtet bzw.
ausgebaut werden.

Nach der Einrichtung hochschulinterner Netze (Maßnahme 4a) kann damit jedem, der an das hochschulinterne Netz angeschlossen ist, die Verbindung zur Welt außerhalb seiner Hochschule ermöglicht werden. Hierbei werden die Datendienste der Bundespost in Anspruch genommen.

Ein Sonderfall hiervon - jedoch von herausragender Bedeutung - ist

die *Verbindung mehrerer Standorte einer Hochschule* in
einer Stadt über öffentliches Gelände hinweg.

Hier sind je nach den örtlichen Verhältnissen Verbindungen entweder von 9,6 - 64 Kbit/s oder im Mbit/s-Bereich nötig.

c) Pilotprojekt zur Einrichtung von Breitbandverbindungen zwischen Hochschulen

Der DFN-Verein sollte gleichzeitig Pilotprojekte im Hochgeschwindigkeitsbereich in Angriff nehmen und zusammen mit der Bundespost im Außenbereich der Universitäten die technologischen Voraussetzungen schaffen

für die Datenübertragung im Geschwindigkeitsbereich von 2 Mbit/s bis 140 Mbit/s.

Hierbei sollten terrestrische Kanäle ebenso wie solche von Satelliten genutzt werden. Im Endergebnis sollten Komponenten für *ein Spektrum von Übertragungsgeschwindigkeiten* sowohl im Kilo- als auch im Mbit/s-Bereich vorhanden sein, um - dem NSFnet in den USA entsprechend - den Erfordernissen der Hochschulen auf wirtschaftliche Weise genügen zu können.

d) Aufnahme von Breitbandübertragung im weiträumigen Rechnerverbundnetz

Aufbauend auf den beschriebenen Maßnahmen 4a) bis 4c) sollten schmalbandige durch breitbandige Verbindungen im Bereich von 2 - 140 Mbit/s im weiträumigen Rechnerverbundnetz der Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen ergänzt werden. Damit wäre den deutschen Hochschulen die Fernkooperation im vollen Umfang ermöglicht. Die deutsche Wissenschaft könnte so Anfang der 90er Jahre kommunikationstechnisch den Anschluß an die international führenden Nationen erreichen.

5. Kosten und Finanzierung**a) Investitionsbedarf der Rechnernetze für die Hochschulen**

Bei *Umlage aller Investitionskosten* der Hochschulen (von den Erdarbeiten über die Verkabelung in und außer Haus einschließlich der Netzelektronik bis zur Steckdose des Endgeräts) für die Hochschulnetze (Maßnahmen A und B) ergeben sich im Mittel

2.500 DM pro Netzanschluß.

Rechnet man von den ca. 1,4 Mio Hochschulangehörigen in der Bundesrepublik ca. 40 % zu den DV-intensiven Fachrichtungen, so ergibt sich für alle deutschen Hochschulen

ein Investitionsbedarf von 182 Mio DM.

Dieses Investitionsvolumen sollte aufgeteilt werden auf einen

Zeitraum von sechs Jahren.

Die Investitionen müssen in den einzelnen Hochschulen nach einem *umfassenden Konzept* durchgeführt werden, welches vorsieht, daß nahezu jedes Gebäude in das Netz einbezogen wird (s. Anlage 4).

Die Versorgung mit Kommunikationsdiensten dieser Art gehört damit in Zukunft zur *Grundausstattung einer Hochschule* ebenso wie Wasser- und Energieversorgung oder Telefondienste.

Einem Programm zur Installation solcher Netze in den Hochschulen ist nur Erfolg beschieden, wenn es gleichzeitig bundesweit durchgeführt wird. Das ist nur mit entsprechender *Beteiligung des Bundes an der Finanzierung* möglich.

b) Laufende Kosten der hochschulinternen Rechnernetze

Die *jährlichen Wartungskosten* der hochschulinternen Rechnernetze werden im Mittel mit 6 - 8 % der Investitionssumme veranschlagt. Demnach ergibt sich nach Abschluß des Investitionsprogramms ein Wartungsaufwand von

10 - 15 Mio DM pro Jahr

für alle Hochschulen in der Bundesrepublik. Die darüber hinaus anfallenden Betriebskosten sind geringfügig und können von den Hochschulen getragen werden. Für die Betreuung der internen Hochschulnetze entsteht *ein zusätzlicher Personalbedarf* von mindestens

einer Stelle BAT IIa pro 1000 Netzanschlüssen,

ferner je nach Art und Umfang der Aktivitäten nach außen ein Bedarf von weiteren

1 - 3 Stellen für überregionale Netzdienste.

Insgesamt sind also pro Hochschule 2 - 4 Stellen für die neuen Netzdienste zu veranschlagen. Dieses Personal ist im Rahmen eines Betriebskonzepts für Netze zentral in der Hochschule organisatorisch zusammenzufassen, beispielsweise im Hochschulrechenzentrum, das dann eine neue Dienstleistung zu erbringen hat.

c) Nutzungsgebühren der beanspruchten Postdienste

Die kritischste Position bei den laufenden Kosten stellen die Postgebühren dar, die bei Zugrundelegung der heutigen Sätze den Hochschulen den Hochgeschwindigkeits-Datenverkehr über das Hochschulgelände hinaus nicht erlauben würden.

Veranschlagt man z.B. pro Mbit/s Übertragungsleistung den Preis, der von der Post für Videokonferenzschaltungen gefordert wird, so wären jährlich gemäß dem Datenaufkommen und den Verbindungszeiten, die längerfristig zu erwarten sind, von großen Universitäten zwischen 0,5 und 1 Mio DM, von kleineren Hochschulen rund 0,1 Mio DM für Datenübertragung an die Post abzuführen. Insgesamt wären von den Hochschulen der Bundesrepublik hierfür ca. 20 Mio DM/Jahr aufzubringen. Die Erfahrungen mit DFN und EARN zeigen, daß hier für *eine Einführungszeit von 6 Jahren finanzielle Sondermaßnahmen* ergriffen werden müssen (s. Anlage 5).

6. Zusammenfassung der Empfehlungen

Zur Verteidigung der traditionellen Spitzenstellung der Bundesrepublik Deutschland auf dem Gebiet der Kommunikationstechnologien und der darauf basierenden zukünftigen Hochtechnologie-Märkte halten wir eine Schrittmacherfunktion der deutschen Hochschulen zur breiten Erschließung zukünftiger Nutzungsformen dieser neuen Technologien für unerlässlich. Zu diesem Zweck schlagen wir die Einrichtung eines *Netzwerk-Investitions-Programms* vor, das über eine Laufzeit von 6 Jahren eine flächendeckende Grundversorgung der deutschen Hochschulen mit modernster Kommunikationstechnologie sicherstellt. Hierfür sind erforderlich:

a) die flächendeckende lokale und überregionale Vernetzung der Hochschulen auf der Basis käuflicher Kommunikationstechnologie mit einem *Investitionsvolumen verteilt über 6 Jahre* von

182 Mio DM;

b) die Durchführung von *Pilotprojekten des DFN-Vereins* zur Entwicklung breitbandiger Netzkomponenten;

c) die Einleitung von *Sondermaßnahmen zur Deckung der Betriebskosten* der überregionalen Netzdienste, zumindest während einer sechsjährigen Anlaufphase, sowie für die *Bereitstellung von Personal* zur Aufrechterhaltung der Netzdienste in jeder Hochschule.

Verzeichnis der Anlagen

- Anlage 1 Das Rechnernetz der englischen Hochschulen
- JANET -
- Anlage 2 Das Projekt ATHENA am MIT zur Errichtung eines hochschulinternen Rechnernetzes
- Anlage 3 Deutsches Forschungsnetz (DFN)
- Status der Entwicklung und des Betriebes -
- Anlage 4 Zur Funktionsweise und zum Aufbau der Rechnernetze
- Anlage 5 Kosten-Nutzen-Betrachtung

Das Rechnernetz der englischen Hochschulen

JANET

JANET besteht aus einem Kernnetz (Vergl. Abb. 1), das 10 Netzverbindungsrechner über gemietete Standleitungen der Übertragungsgeschwindigkeit 48 Kbit/s verbindet und auf den X.25-Diensten beruht. Zur Zeit sind etwa 700 Rechner (auch über Stichleitungen) an das Basisnetz angeschlossen und somit untereinander verbunden. In den nächsten Jahren ist im Basisnetz der Übergang zu Übertragungsleistungen von 2 Mbit/s geplant. JANET übermittelt pro Monat eine Datenmengen von ca. 20 GByte, davon 80 % in Dialoganwendungen und in der Nachrichtenübermittlung (MHS), der Rest Fernübertragung von Dateien (FT) und Fernstart von Programmen (RJE).

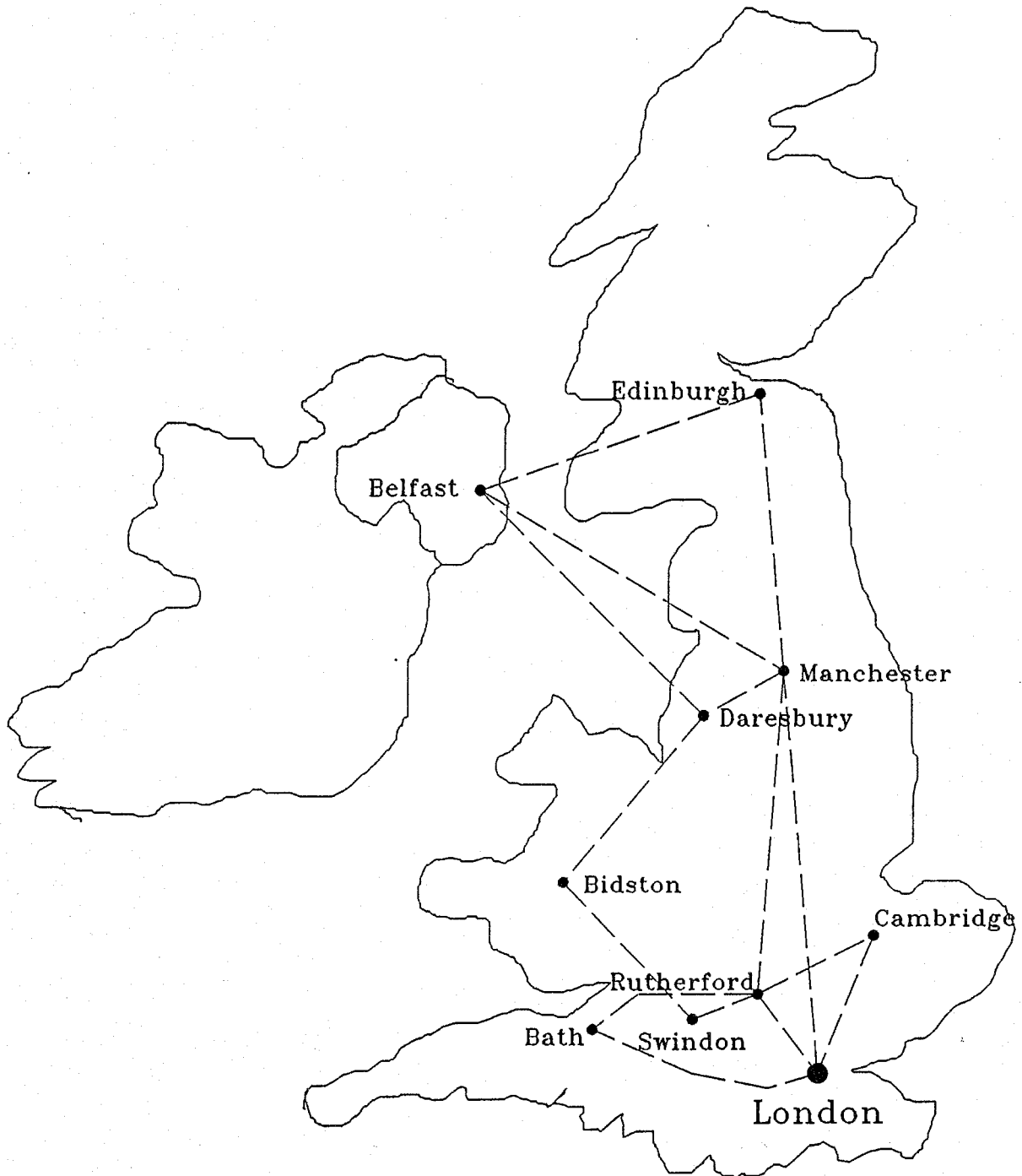
Die Netzvermittlungsrechner werden durchschnittlich mit zwei Mitarbeitern betrieben (operatorüberwachter Betrieb nur in der Tagschicht). Der Netzbetrieb wird zentral von einer Gruppe von 5 Mitarbeitern gesteuert. Weitere 7 Mitarbeiter leisten die koordinierenden Arbeiten für den Einsatz der Netzdienste. Darüber hinaus haben die angeschlossenen Hochschulen eigenes Personal für die Übernahme der Netzdienste und deren Weiterleitung an die eigenen Benutzer bereitzustellen. Hierfür sind in England je nach Umfang auch der hochschul-internen Netzaktivitäten 1 - 9 Mitarbeiter pro Einrichtung eingesetzt.

Die Kosten für JANET werden aus zentralen Mitteln, die der Computer-Board (SERC) verwaltet, getragen, die Netzdienste sind für die akademischen Nutzer kostenfrei. Pro Jahr werden von zentraler Stelle hierfür ca. 3,5 Mio DM ausgegeben (ohne die hochschulintern anfallenden Betriebskosten).

In den vergangenen Jahren wurden im weiteren Bereich des JANET sowohl aus Forschungsgeldern als auch aus Mitteln des SERC zahlreiche hochschulinterne, lokale Netze (LANs) installiert. Da im allgemeinen der Anschluß der LANs an das JANET nicht ohne beträchtlichen Aufwand möglich ist, wird vom britischen Computer-Board über entsprechende Programme die Einführung einer JANET-verträglichen LAN-Technik gefördert. Andererseits macht der britische Computer-Board im Interesse landesweiter Kommunikationsmöglichkeiten die Bereitstellung zentraler Mittel für die Beschaffung hochschulinterner LANs von deren JANET-Fähigkeit abhängig; das bedeutet, daß bei Rechner- und Netzbeschaffungen die Verfügbarkeit der in den sogenannten "Coloured Books" festgelegten Kommunikationsprotokollen gegeben sein muß. Diese Strategie, die für eine technisch konsistente Vernetzung zwingend ist, wurde gegen Widerstände (einiger Hersteller - aber auch weniger Nutzer) durchgesetzt. Daneben werden für den beachtlichen Nutzungserfolg des JANET als wesentlich angesehen:

- die Förderung der innovativen Nutzung der Netzdienste durch ihre Subventionierung aus einem festen nationalen Budget;
- die günstige Tarifierung der britischen Postdienste, die beispielsweise bei gleichem Gebührenaufkommen und gleicher Netzstruktur ein um den Faktor 3 gegenüber bundesrepublikanischen Verhältnissen höheres Kommunikationsaufkommen erlaubt (Vergl. Abb.2 dieser Anlage).

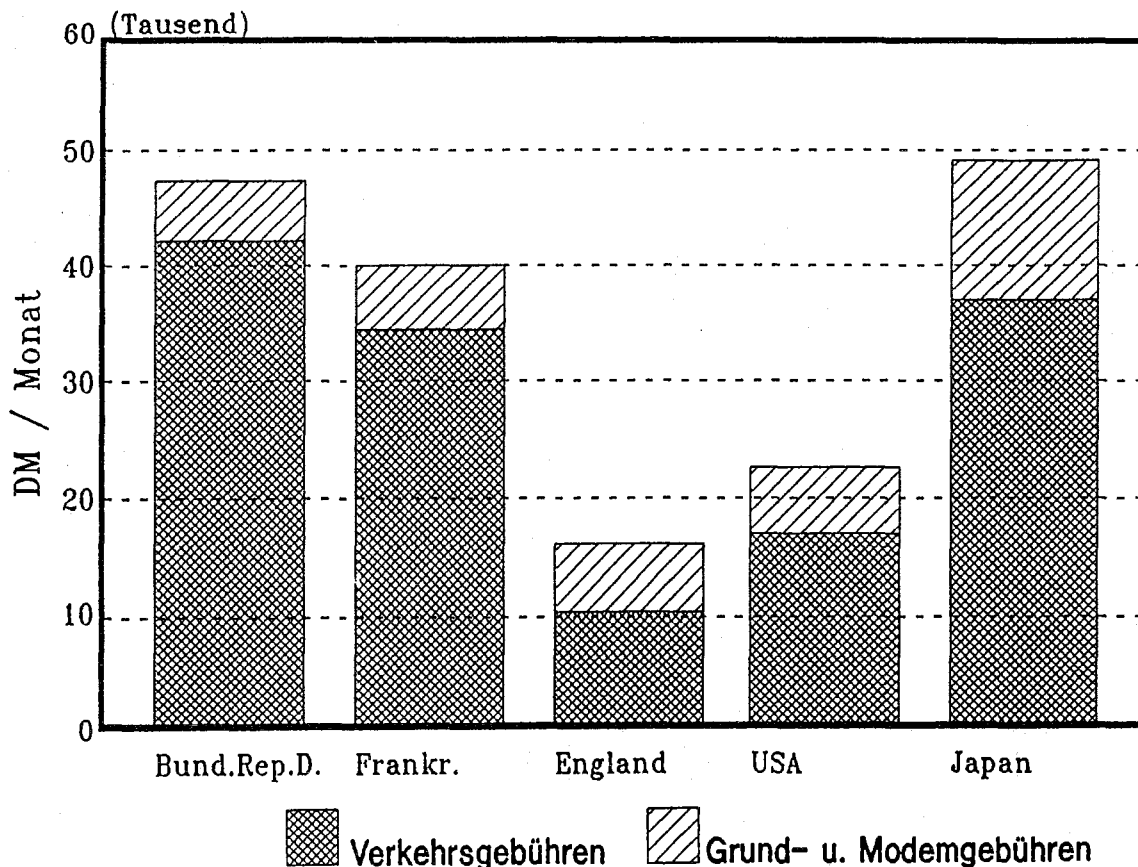
Das Kernnetz des englischen Universitätsverbundes JANET



Internationale Kostensituation für Rechnernetze

Es wurden 28 HfD-Verbindungen mit 2400, 4800 und 9600 bit/s Übertragungsleistung, die das Kernnetz von EARN in Deutschland bilden, zugrundegelegt. Zum Vergleich wurde dieses Kernnetz mit den selben Kenndaten für die Länder Frankreich, England, USA, Japan nach deren Postgebühren durchgerechnet.

Gebühren bei Übertragung des Deutschen EARN-Netzes in andere Länder



Basis: Wechselkurse vom 15.12.86

1 FF = 0,3058 DM

1 L = 2,874 DM

1 Yen = 0,01239 DM

1 \$ = 2,00 DM

Das Projekt ATHENA am MIT
zur Errichtung eines hochschulinternen Rechnernetzes

Das Projekt ATHENA ist ein großes, institutsübergreifendes Experiment des Massachusetts Institute of Technology (MIT) zur Integration moderner Rechner- und Kommunikationsmöglichkeiten in allen Phasen des akademischen Unterrichts. Es soll den Studenten bessere Möglichkeiten zum kreativen Lernen und zum konzeptionellen und initiativen Verstehen des Lehrstoffes eröffnen. Hierzu werden in größerem Umfang im Rahmen von vernetzten Arbeitsplatzrechnern Rechenkapazität und graphische Möglichkeiten geboten, wobei neue Lehrmethoden - bezogen auf die neuen Ressourcen - entwickelt werden. Das Projekt erstreckt sich über einen Zeitraum von fünf Jahren (1983 - 1988) und wird in enger Zusammenarbeit mit zwei Industriefirmen durchgeführt.

Um das Jahr 1990 werden am MIT etwa 10.000 Arbeitsplatzrechner installiert sein. Die Versorgungsstruktur des MIT mit DV-Leistung wird sich so darstellen: An das allgemeine Netzverbundsystem (Campus-Backbone) werden eine große Anzahl lokaler Netze verschiedener Struktur (Ring, Stern, Bus) von Arbeitsplatzrechnern und Dienstleistungsrechnern verschiedener Art angeschlossen sein. Die wissenschaftliche Arbeitsmethodik, die heute im wesentlichen auf die Möglichkeiten von Time-Sharing-Systemen abgestellt ist, wird sich der vorgesehenen Struktur entsprechend ändern. Am Arbeitsplatz werden diejenigen Arbeitsvorgänge (z.B. Editieren, Programmentwicklung, Wordprocessing, Programmläufe beschränkter Größe) durchgeführt, die der Arbeitsplatzrechner erbringen kann. Allen anderen Leistungen (z.B. Datenhaltung, Datenbankhaltung, Druck- und Plattenservice, Mailedienste, Großrechnernutzung) werden über bereitgestellte Kommunikationsdienste unter Benutzung des Netzes abgerufen.

Aus: "Bericht über den Besuch der DFN/BMFT-Delegation vom 29.8.- 9.9.1984 in den USA", S. 17 ff., Berichterstatter: Professor Schlender, Universität Kiel.

Deutsches Forschungsnetz (DFN)
- Status der Entwicklung und des Betriebes -

1. Status der DFN-Entwicklungen

Die wesentliche Aufgabe des Deutschen Forschungsnetzes ist die Bereitstellung und der Betrieb einer Kommunikationsinfrastruktur für den deutschen Wissenschaftsbereich. Auf dieses Ziel hin wurden in den Jahren 1985 und 1986 Kommunikationskomponenten für etwa zehn im Wissenschaftsbereich besonders verbreitete Betriebssysteme für Rechner der mittleren und oberen Leistungsklassen entwickelt. Damit stehen folgende Dienste für vom DFN bediente Rechenanlagen zur Verfügung:

- Zeilenorientierter Dialog (X.29):
Zugang vom Terminal einer Rechenanlage zu einer beliebigen anderen im Netz;
- Filetransfer (FT):
Übertragung des Inhalts lokal vorhandener Dateien zu einem entfernten System und umgekehrt;
- Remote Job Entry (RJE):
Übertragung von Stapelaufträgen (Batch-Jobs) an ein entferntes System und die automatische Rückführung der Ergebnislisten;
- Electronic Mail (MHS):
Versenden von Nachrichten und Mitteilungen für Personen, die über ein Terminal an einer Rechenanlage des DFN-Netzes verfügen.

Damit wird im wesentlichen für die an ein Terminalnetz einer Hochschule angeschlossenen Arbeitsplätze der Durchgriff über einen Zentralrechner nach außen und der Datenaustausch zwischen den Rechnern möglich. Wegen der Geschwindigkeitsbeschränkung auf meist 9,6 Kbit/s kommen jedoch nur kleine Datenmengen für die Übertragung in Frage.

In der Tabelle ist der derzeitige Stand der Implementierungen der genannten Dienste für die verschiedenen Betriebssysteme aufgeführt.

2. Status des DFN-Betriebs

Im Rahmen des Vorhabens "Piloterprobung des DFN" werden eine Reihe von Rechenanlagen zu diesem Zwecke mit entsprechenden DFN-Diensten ausgestattet. Zahlreiche abgeschlossene Entwicklungen befinden sich im Feldtest. Zur Zeit sind etwa 100 Rechenanlagen mit endgültig freigegebenen DFN-Diensten ausgestattet und im Einsatz.

Aus den bisher durchgeführten Verkehrserhebungen geht hervor, daß das mit Hilfe der DFN-Dienste umgesetzte Datenvolumen ca. 3 Gigabyte pro Monat beträgt (JANET 20 GByte pro Monat, s. auch Anlage 1). Darin ist noch nicht das im Berliner Rechnernetz BERNET übertragene Datenvolumen enthalten, welches ungefähr 11 Gigabyte im Monat umfaßt.

Gerade im universitären Bereich ist es schwierig, kurzfristig Mittel für die Beschaffung von Anschlußelektronik und Softwarelizenzen in den Haushalt einzubringen. Mit Hilfe eines Einführungsprogramms (Umfang 7,5 Mio DM) sollen die für den Einsatz der bisherigen DFN-Dienste erforderlichen Voraussetzungen (Anschlußhardware und erforderliche Herstellersoftware) bei Hochschulen und Max-Planck-Instituten geschaffen werden. Nach Abschluß dieser Maßnahmen ist von ca. 300 mit DFN-Diensten erreichbaren Rechenanlagen für 1987/88 auszugehen (JANET heute 700 Anlagen).

3. Einbindung des deutschen EARN

Um den Übergang der Nutzer des deutschen EARN zu den DFN-Diensten - nach Auslaufen der EARN-Finanzierung durch die Firma IBM - zu erleichtern, wurde in einer gemeinsamen DFN-EARN-Kommission eine Migrationsstrategie erarbeitet. Im organisatorischen Bereich soll die Migration durch eine zeitlich befristete Finanzierung der EARN-Infrastruktur über den DFN-Verein mit Mitteln des BMFT abgesichert werden. Die Vertretung der Interessen des deutschen EARN im internationalen EARN/BITNET soll nach abgeschlossener Migration durch den DFN-Verein erfolgen.

4. Die Rolle des DFN-Vereins

Die derzeit im DFN-Verein vertretenen Mitgliedseinrichtungen umfassen nahezu vollständig den Wissenschaftsbereich in der Bundesrepublik Deutschland sowie namhafte Herstellerfirmen. Es ist daher folgerichtig, daß der DFN-Verein sowohl für bilaterale Kontakte zu ausländischen Partnerorganisationen zuständig ist, als auch die Interessen in internationalen Organisationen, wie z.B. RARE, vertritt. Es gibt keine andere Fachorganisation, die die Interessen des gesamten deutschen Wissenschaftsbereiches in Bezug auf Datenkommunikation vertritt.

Rechnertyp/ Betriebssystem	Fern- dialog zeilen- orient. X.29	Fernstart von Pro- grammen RJE	Fernüber- tragung von Dateien FT	Nachrichten- übermittlung MHS
CDC NOS/BE	x	x	x	0
CDC NOS/VE	II/87	II/87	II/87	0
IBM MVS	x	I/87	I/87	III/87
IBM VM 370	x	I/87	I/87	II/87
Siemens BS2000	x	x	x	IV/86
Siemens MSP	x	I/87	I/87	III/87
Siemens R 30 ORG 300-PV	x	0	x	0
PDP 11 RSX 11	x	IV/86	x	0
VAX VMS	x	x	x	I/87
UNIX	x	III/87	x	III/87
ND 100	x	x	II/88	0
Sperry OS 1100	x	x	x	IV/87
Prime	x	x	x	0

X = im DFN verfügbar

0 = nicht vorgesehen

II/87 = Abschluß der Entwicklung im 2. Quartal 1987

Somit sind mit Ende des Jahres 1987 alle ursprünglich angezielten Dienstimplementierungen des DFN verfügbar.

Zur Funktionsweise und zum Aufbau der Rechnernetze

Unter einem Hochschulnetz wird im Grunde eine Gesamtheit verstanden, die aus verschiedenen Teilnetzen (Bereichsnetzen, Netzbrücken, Netzverbundsystemen - "backbone-nets") besteht und das alle Elemente in technisch konsistenter Weise integriert (s. Abbildung). Die Übertragungsgeschwindigkeiten können von wenigen KBit/s bis zu Hunderten von MBit/s reichen. Als Übertragungsmedium kommen normale Telefonkabel, Koaxialkabel, Glasfaserkabel sowie Richtfunkstrecken u.ä. in Frage. Zur Steuerung des Datenverkehrs in den einzelnen Netzen sowie zwischen den Teilnetzen sind elektronische Komponenten der verschiedensten Art bis hin zu speziellen Rechnern einschließlich Software erforderlich. Die Netzfunktionen überdecken den Bereich von der Übernahme der Daten an der Schnittstelle zum öffentlichen Postnetz bis zu den teilnehmerseitigen Schnittstellen, d.h. den Steckdosen für die Datenendgeräte (Rechner, Terminal etc.). Sämtliche Netzfunktionen sind unabhängig von den an den Steckdosen bzw. Verteilern anzuschließenden Endgeräten. Es existieren für sie herstellerunabhängige, internationale Normen, nach denen die Einrichtung der Universitätsnetze zu erfolgen hat.

In manchen Fällen können bei Vorhandensein moderner digitaler Telefonvermittlungsanlagen auch universitätsinterne Netze bis zu Übertragungsgeschwindigkeiten von 64 KBit/s (oder Vielfachen davon) in der ISDN-Technik der Deutschen Bundespost unter Verwendung von Telefonkabeln eingerichtet werden. In vielen Fällen sind jedoch höhere Übertragungsgeschwindigkeiten (im MBit/s-Bereich) nötig. Hier wird die Verlegung von Koaxial- bzw. Glasfaserkabeln erforderlich.

Die investiven Aufwendungen für die Einrichtung hochschulinterner Netze können also Erd- und Kabelverlegungsarbeiten ebenso umfassen, wie die Kosten für Kabel, Richtfunkstrecken, Netzelektronik, spezielle Netzsteuerungsrechner, digitale Telefonvermittlungsanlagen sowie die einschlägige Software.

Bei Neubauten ist von vornherein die Einrichtung derartiger Rechnernetze vorzusehen, ebenso wie die Wasser-, Strom- und Telefonversorgung. Auch sämtliche bereits bestehenden Gebäude einer Hochschule sind in das Netzkonzept einzubeziehen und gegebenenfalls nachträglich mit entsprechenden Übertragungsmedien anzufahren. Der Zeitpunkt des tatsächlichen Anschlusses der einzelnen Gebäude wird sich nach den örtlichen Gegebenheiten (Kombination mit ev. ohnehin fälligen Erdarbeiten etc.) richten.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Rechnernetze zur Erstaustattung einer Hochschule gehören und aus Baumitteln zu finanzieren sind. Dieses ist inzwischen auch der Standpunkt des Finanzministeriums Baden-Württemberg (Mitteilung der Oberfinanzdirektion Karlsruhe vom 6.2.87, AZ LA333/87).

In welchem Umfang die sowohl von den hochschulinternen als auch den überregionalen Netzen geforderten Datenraten variieren, mögen folgende Beispiele beleuchten.

Ausgabe von Text	4800 - 9600 bit/s
Ausgabe von Strichgraphik	9600 - 19200 bit/s
Farbgraphik Flächen, 3D	1 - 2 Mbit/s
Realtime-Simulation	64 Mbit/s
Animation	10 Gbit/s

Die letzten beiden Beispiele sind heute weder von marktgängigen Rechnernetzen noch von den Kommunikationsschnittstellen der Rechenanlagen selbst erreichbar. Hier wird mit Zeitraffung über die Verfilmung von Einzelbildern entsprechend der Obergrenze der technisch realisierbaren Datenraten gearbeitet. Diese Grenze verschiebt sich natürlich permanent nach oben.

Betrachtet man beispielsweise die Simulation des Bruchs einer Rohrleitung: der Ablauf des Geschehens eines Falles liefert bereits 600 MByte an Daten, deren Darstellung für den Experimentator nur auf graphischem Wege möglich ist. Bei Ausnutzung des theoretischen Maximums der Übertragungsleistung verschiedener Medien ergeben sich folgende Zeiten (A):

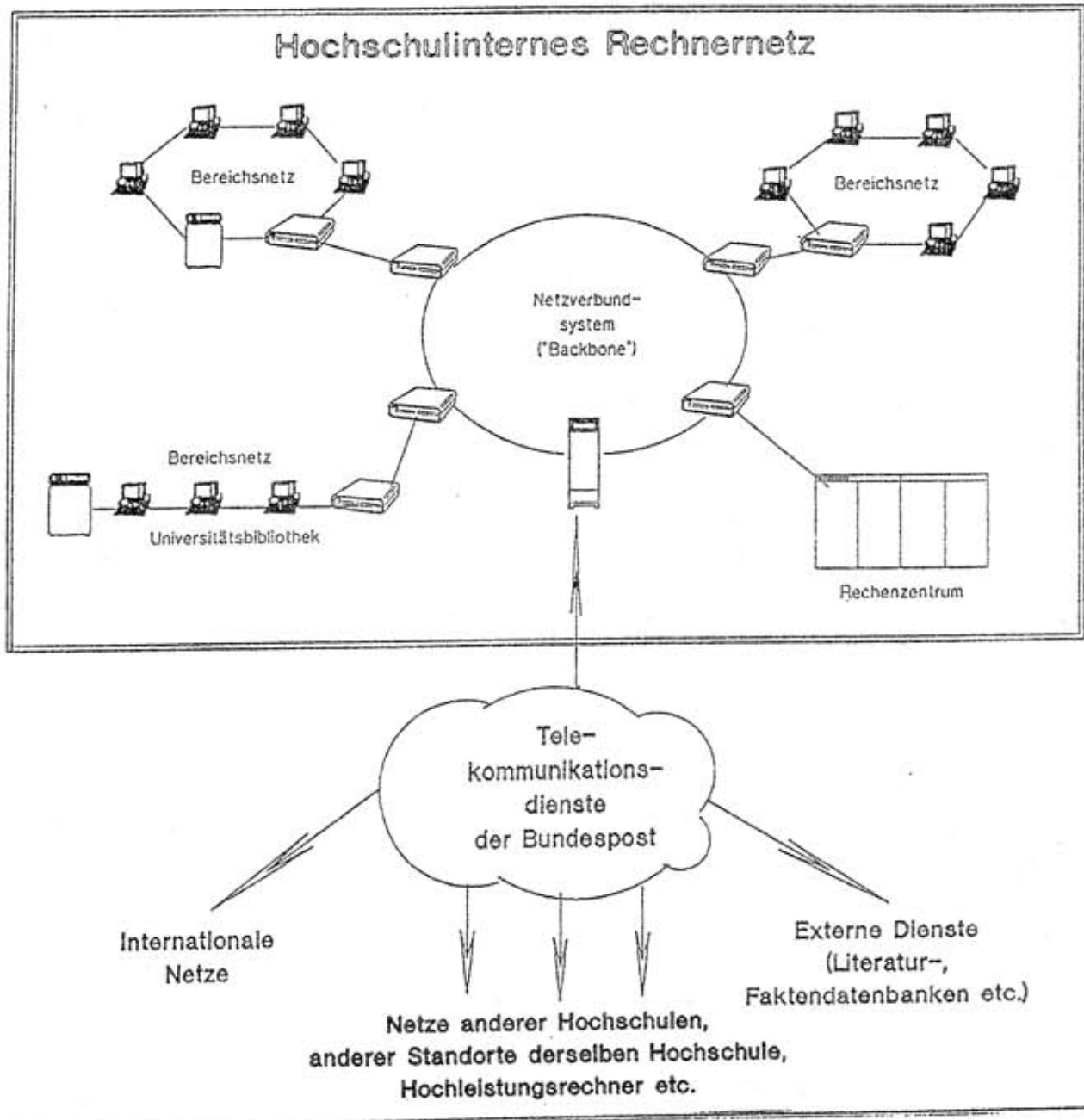
	bit/s	A	B
Leitung	4,8 K	2 h	30 min
Leitung	9,6 K	1 h	15 min
ISDN	64 K	10 min	2 min
ETHERNET	10 M	3 s	0,8 s
HYPERCHANNEL	50 M	0,7 s	0,2 s

Für den Datenverkehr zwischen einem heute gängigen Wissenschaftlerarbeitsplatz (Workstation) mit einer guten graphischen Darstellung (1000 X 1000 Bildpunkte, 256 Farben) und einem Großrechner ergeben sich für den Bildaufbau Übertragungszeiten, wie sie in der obigen Tabelle unter B dargestellt sind.

Die Bedeutung einer an die speziellen Bedürfnisse angepaßten Datenübertragungsrate zu entfernten Rechnerressourcen wird für ein kontinuierliches Arbeiten durch das oben Gesagte beleuchtet.

Schemadarstellung

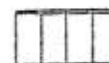
Weiträumiges Rechnerverbundnetz
der deutschen Hochschulen



Symbolik:



Netzelektronik für
Anschluß, Vermittlung,
Steuerung



Universalrechner



Arbeitsplatzrechner



Spezialrechner

Kosten-Nutzen-Betrachtung

Schwache Auslastung der neuen Kommunikationseinrichtungen

Der Schaden, der einer Volkswirtschaft dadurch entsteht, daß sie hinsichtlich der Rechnernetztechnik wenig erschlossen ist, kann allenfalls in Analogie zu einer schlechten nachrichtentechnischen Infrastruktur abgewogen werden. Es sei dennoch hier der Versuch unternommen, einen Mindestnutzen abzuschätzen, um daraus Ansatzpunkte für die Aufbringung der erforderlichen Mittel während der Innovationsphase zu erhalten. Nach Angaben der Post sind deren Telekommunikationskapazitäten gegenüber den letztlich angestrebten Plandaten erst zu 15 % ausgelastet. Weniger als 10 % der Firmen in Deutschland verfügen heute über vernetzungsfähige Daten- und Textverarbeitungsgeräte. Die Gesamtinvestitionen, die von der Post in der neuen Kommunikationstechnik getätigt werden, betragen 40 Milliarden DM. Allein der Kapitaldienst auf diese Investitionssumme dürfte sich auf mindestens 4 Milliarden DM pro Jahr belaufen.

Höhere Akzeptanz der neuen Kommunikationsmedien durch die Förderung der Hochschulnetze

Eine nur um 0,5 % höhere Akzeptanz der neuen Kommunikationsdienste würde also einen zusätzlichen Deckungsbeitrag (errechnet vom Kapitaldienst) von 20 Mio DM pro Jahr für die Post erbringen - das ist die Größenordnung der für den Betrieb der hier beschriebenen, überregionalen Rechnernetze aufzubringenden jährlichen Gebühren.

Man überschätzt den Know-How-Transfer von den Hochschulen zur Wirtschaft über die Entwicklung neuer Methoden, vor allem aber auch durch die Ausbildung der Absolventen, nicht, wenn man die Erhöhung der Auslastung der neuen Kommunikationsdienste mit mindestens 0,5 %-Punkten bei intensivem Einsatz im Hochschulbereich veranschlagt. Insofern würde eine Zuwendung der Bundespost von jährlich 20 Mio DM an die Universitäten eine sich selbst tragende Werbemaßnahme sein, die noch dazu weitgehend ausgabenneutral ist, da sie mit ohnehin vorhandenen Leerkapazitäten bestehender Kommunikationsdienste erbracht werden kann. Diese Förderung der Universitäten durch die Bundespost könnte auf 6 Jahre begrenzt sein, denn es ist anzunehmen, daß bei einer durch ein solches Programm initiierten Nutzung der Rechnernetze Methoden entwickelt werden, die den Datentransfer kostengünstiger gestalten; die Rechnernetze benötigen nämlich die hohen Übertragungsgeschwindigkeiten immer nur stoßweise. Nach einem eventuell gerade hierdurch in Gang gebrachten Innovationschub könnten die Länder im Rahmen der Hochschulbudgets die weitere Finanzierung des Rechnerverbundnetzes in Abhängigkeit von der Inanspruchnahme übernehmen.