Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik Berlin
Heilbronner Straße 10, D-10711 Berlin-Wilmersdorf

Hubert Busch Sandra Schulz

Günther Kroß

Aufbau des
Berliner Breitbandnetzes für die Wissenschaft

Technical Report TR 95-5 (Juni 1995)

Aufbau des
Berliner Breitbandnetzes für die Wissenschaft

Hubert Busch, Sandra Schulz
Konrad-Zuse-Zentrum
für Informationstechnik Berlin (ZIB)
Heilbronner Str.10
D-10711 Berlin-Wilmersdorf
Germany

Günther Kroß
Humboldt-Universität zu Berlin
Rechenzentrum
Unter den Linden 6
D-10117 Berlin-Mitte
Germany

28. Juni 1995

Kurzbeschreibung

Seit 1991 verfolgt die Berliner Wissenschaft verstärkt das Ziel, ihre Einrichtungen untereinander breitbandig mit Transferraten oberhalb von 34 Mb/s in Glasfasertechnik zu vernetzen. Im ersten Halbjahr 1995 ist es gelungen, die erste Stufe des Berliner Breitbandnetzes für die Wissenschaft (*Berlin Research Area Information Network - BRAIN*) aufzubauen.

Dieser Bericht beschreibt die verschiedenen Phasen der Vernetzung der Wissenschafteinrichtungen Berlins von den Anfängen im Jahre 1975 über die Planungen zum Breitbandnetz ab 1991 und die Realisierungsschritte durch die erfolgreiche Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Informationstechnik Berlin (LIT) insbesondere bei der Verwendung von Glasfaserleitungen des Landes. Weiterhin werden der Aufbau des *Berlin Regional Testbed* in seiner Realisierung einschließlich seiner Anwendungsprojekte mit Stand Juni 1995 und sodann die Pläne der Berliner Wissenschaftseinrichtungen für die zukünfige breitbandige Vernetzung einer Vielzahl von Standorten als allumfassendes *Berlin Research Area Information Network* dargestellt.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

Berlin ist Standort vieler renommierter Wissenschaftseinrichtungen. Im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnik spielen hier insbesondere die drei Berliner Universitäten (Freie Universität Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin und Technische Universität Berlin) sowie das Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik Berlin (ZIB) eine wichtige Rolle. Der Austausch von Daten zwischen diesen Einrichtungen über Datenleitungen ist seit fast 20 Jahren ein fester Bestandteil der Arbeitsweise der Wissenschaftler geworden.

Bereits 1975 (noch fast "Urzeit" in der Geschichte der Computer) wurde mit Bereitstellung von damals schnellen Datenleitungen (9,6 kb/s) zwischen den West-Berliner Einrichtungen mit in Berlin entwickelten Netzdiensten und -protokollen ein erstes "Berliner Wissenschaftsnetz" installiert. Zu dieser Zeit war die Wissenschaft in Berlin führend im Bereich Datennetze und seiner Anwendungen. Die Bandbreite der Datenleitungen wurde regelmäßig entsprechend dem wachsenden Bedarf und den Möglichkeiten der Telekom angepaßt. Seit 1991 bilden Datenleitungen der Telekom mit 2 Mb/s die Grundlage für das Berliner Wissenschaftsnetz.

Heute spricht man von *Datenautobahnen* und versteht darunter leistungsstarke Netzverbindungen mit Transferraten von mindestens 34 Mb/s zwischen den Kommunikationspartnern. Möglich geworden ist dies neben der hohen Leistungsfähigkeit von preisgünstigen Microchips insbesondere durch die Entwicklung der Glasfasertechnik: Auf Glasfaserkabeln, die nicht teurer sind als zum Beispiel herkömmliche Kabel, können durch Übertragung von Informationen mittels Licht fast beliebige Transferraten erreicht werden, üblich sind Transferraten von 34 Mb/s, 155 Mb/s und 625 Mb/s. Die Kosten bei höheren Bandbreiten steigen nur durch die höhere Leistungsfähigkeit der verwendeten Netzgeräte und - wenn die Dienste eines Netzproviders wie zum Beispiel der Telekom in Anspruch genommen werden - durch dessen Tarifierung.

Die Planung eines Berliner Breitbandnetzes für die Wissenschaft wird seit Ende 1991 verstärkt voran getrieben. Damals wurde vom Senator für Wissenschaft und Forschung eine Berliner MAN-Planungsgruppe ins Leben gerufen mit dem Ziel, die Errichtung eines Berliner MAN zu planen und vorzubereiten. Unter dem Titel „Ausstattung der Berliner Hochschulen mit Geräten der Informations- und Kommunikationstechnik“ hat der Senat von Berlin im April 1993 eine entsprechende Planung für das Land Berlin beschlossen. Schwerpunkt dieses Berichtes ist neben Iststand und Planung der arbeitsplatznahen Ausstattung für Lehre, Ausbildung und Forschung und der Höchstleistungsrechner-Initiative die Planung leistungsfähiger Netze zwischen den Hochschulen des Landes Berlin untereinander und zum ZIB.

Bevor die Berliner MAN-Planungsgruppe ihre Arbeit und die Empfehlungen des Senats umsetzen konnte, wurden Anfang 1993 vom „Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes e.V.“ (DFN-Verein) das mit Mitteln des Bundes geförderte Projekt „Regionale Testbeds - RTBs“ ausgeschrieben. Dieses Projekt hat das Ziel, modellhaft in einzelnen Regionen Deutschlands Breitbandnetze bereitzustellen und Anwendungen der Wissenschaft zu fördern. Die Region Berlin bewarb sich unter Leitung des ZIB um Teilnahme am Projekt und erhielt Mitte 1994 neben Bayern, Nordrhein-Westfalen und Norddeutschland den Zuschlag zur Durchführung eines RTB.

Parallel aber zunächst unabhängig zu der Bewerbung der Berliner Wissenschaften um ein RTB begann beim Landesamt für Informationstechnik (LIT) ein Projekt, mit dem Ziel ein Breitbandnetz für die Berliner Verwaltung aufzubauen. Diese Neuorientierung des LIT war im Rahmen der zu erwartenen Verwaltungsreform notwendig geworden. Ein grundlegender Teil dieses Projektes besteht in der Bereitstellung eines landeseigenen Kabelnetzes mit Lichtwellenleitern unabhängig von Netzanbietern wie zum Beispiel der Telekom. Das Land - bzw. die Kommune Berlin verfügt über ein weites Kanalnetz im Straßenland, welches z. B. von der Berliner Feuerwehr und der Verkehrsverwaltung zur Steuerung von Signalanlagen benötigt wird. In diesen Kanalschächten ist in der Regel Platz für zusätzliche Lichtwellenkabel, so daß das geplante Kabelnetz weitgehend ohne Tiefbaumaßnahmen erstellt wird.

Frühzeitig kam es zu einer Zusammenarbeit der Berliner Wissenschaft mit dem LIT. Dadurch werden nun Behördennetz und Wissenschaftsnetz koordiniert geplant und ausgebaut und in der Regel über das gleiche Kabel geführt; wegen der unterschiedlichen Aufgaben - hier mehr Regelbetrieb auch mit sensiblen Daten, dort mehr Forschungsbetrieb auch mit neuen, nicht immer technisch ausgereiften Produkten - werden getrennte Fasern verwendet.

Die Kosten für den Aufbau und Betrieb dieser landeseigenen Breitbandnetze liegen erheblich unterhalb der, die das Land Berlin bei gleichen Leistungen an einen Netzanbieter (zur Zeit noch ausschließlich die Telekom) zahlen müßte. Eine Grobkalkulation ergibt, daß die Investitionskosten für eine Strecke mit fünfzig Glasfasern (fünfundzwanzig unabhängige Verbindungen) in der gleichen Größenordnung liegen wie die Mietkosten für zwei Glasfasern (eine Verbindung) für ein Jahr.

Im Kapitel 2 "Planung des Berliner Breitbandnetzes für die Wissenschaft" werden die Vorbereitungen zum Aufbau des Berliner Breitbandnetzes für die Wissenschaft beschrieben. Im Kapitel 3 "Realisierung der ersten Stufe des Berliner Breitbandnetzes" wird die jetzt bereitgestellte erste Stufe, das BRTB-Netz, einschließlich der geförderten Anwendungen dargestellt. Im Kapitel 4 "Ausbau des Berliner Breitbandnetzes (BRAIN)" wird ausgeführt, wie sich aus dem BRTB heraus ein gesamtes, alle Wissenschaftseinrichtungen Berlins erreichendes Breitbandnetz entwickeln kann.

2 Planung des Berliner Breitbandnetzes für die Wissenschaft

2.1 Berliner Rechnernetze bis zum Jahr 1991

Im folgenden wird der Aufbau der Berliner Netzinfrastruktur bis 1991 beschrieben, wobei auf die wichtigsten Entwicklungen kurz eingegangen wird (Abbildung 2.1)

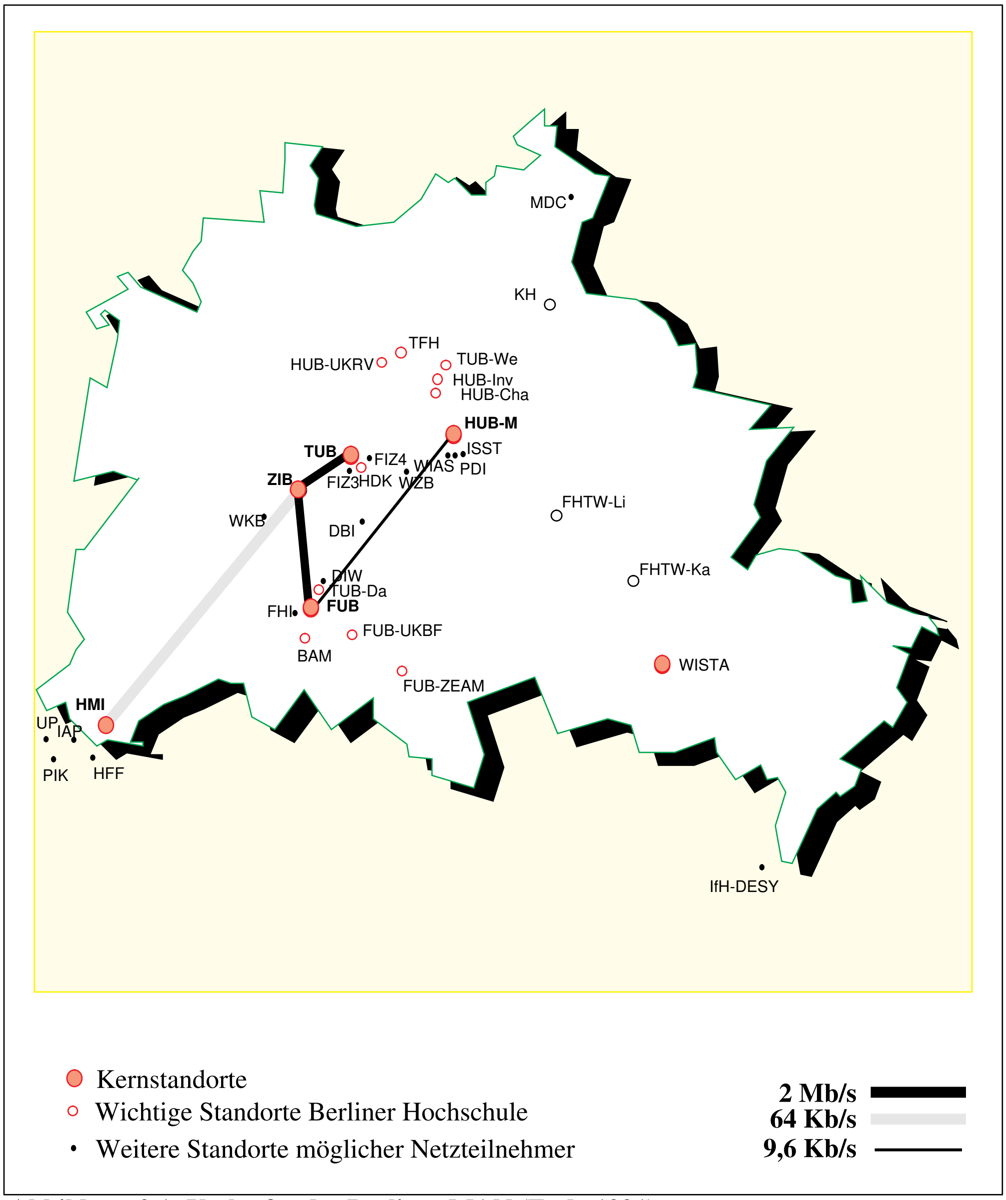

Abbildung 2.1: Vorläufer des Berliner MAN (Ende 1991)

- Im Jahr 1975 wird ein „Großrechner" abseits der Standorte der Benutzer installiert, der ausschließlich über HfD-Leitungen mit Aufträgen versorgt wird; zu dieser Zeit existieren noch keine allgemeinen RJE-Protokolle, so daß diese Entwicklungen von den Berliner Einrichtungen selbst durchgeführt werden.
- Im Jahr 1977 wird eine gemeinsame Arbeitsgruppe „BERNET" der (West-) Berliner Universitäten, des Großrechenzentrums (GRZ) und des HMI zur Entwicklung von

offenen Netzwerkprotokollen eingerichtet; die von dieser Arbeitsgruppe entwickelten Dienste, insbesondere der Remote-Job-Entry-Dienst (RJE), bilden ab 1983 für viele Jahre die Grundlage für die Versorgung der Berliner Höchstleistungsrechner bis hin zur CRAY und dient als Grundstock für die späteren DFN-Protokolle.

- In den Jahren 1983/84 wird in einem DFN-Projekt u. a. vom HMI und der TUB in einer Studie die Problematik der Einbindung von lokalen Netzen in das DFN untersucht.
- Im Jahr 1986 wird von der Detekon, einem Tochterunternehmen der damaligen Deutschen Bundespost in enger Koorperation mit Berliner wissenschaftlichen Einrichtungen die Projektgruppe „BERKOM“ zur Entwicklung von Schnittstellen und Diensten im seinerzeit kaum vorstellbaren „Hochgeschwindigkeitsbereich“ von 140 Mb/s auf Glasfaserstrecken eingerichtet; die Entwicklungen von BERKOM sind Grundlage für das VBN-Netz der Deutschen Bundespost Telekom.
- Im Jahr 1986 sind im „Berliner Rechnernetz“ bereits 23 Rechner (DEC, Siemens, CDC, Cray, IBM und Norsk Data) der (West-) Berliner Universitäten, der BAM und des ZIB über Standleitungen (9,6 Kb/s) mit verschiedenen DFN-Protokollen verbunden.
- Im Jahr 1988 beschließt die TU ein (zu diesem Zeitpunkt) völlig neues Konzept „WOTAN“ zur dezentralen Versorgung der Universität mit DV-Kapazität mit Hilfe eines leistungsfähigen lokalen Netzes und damit die Abkehr vom traditionellen „General Purpose“ Rechner.
- Im Juni 1988 erhält das ZIB als erste Einrichtung in Berlin und als neunte in Deutschland die Registrierung einer „Class-B Internet-Adresse“.
- Seit dem Jahr 1989 wird der zentrale Höchstleitungsrechner CRAY unter dem UNIX-Betriebssystem UNICOS betrieben; damit ist für den auf einer UNIX-Workstation arbeitenden Benutzer die Grundlage für auf TCP/IP-basierenden höheren Kommunikationsdiensten (z. B. *remote procedure calls*, X-Window-Applikationen) zwischen Rechnern unterschiedlicher Leistungsklassen gegeben.
- Unmittelbar nach der politischen Wende in der DDR gelingt es der Freien Universität und der Humboldt-Universität Anfang 1990 eine HfD-Leitung (9,6 Kb/s) zwischen beiden Universitäten und damit zum ersten Mal zwischen „Ost“ und „West“ in Betrieb zu nehmen. Auch tariflich ist dies zunächst eine „Auslandsleitung“. Diese Leitung bleibt noch lange „Backbone“ zwischen DFN-West und HDN-Ost (Handvermitteltes Netz Ost).
- Seit 1990 verbindet das Forschungsnetz TUBKOM Teilnehmer aus der TUB mit Breitbandkommunikationsprojekten untereinander und über BERKOM mit Teilnehmern außerhalb der TUB. Eingesetzte Techniken sind FDDI/CDDI, B-ISDN und ISDN zwischen 2 Mb/s und 140 Mb/s.
- Seit 1990 entstehen in allen Einrichtungen lokale Netze mit FDDI-Technik.
- Seit 1991 bilden die vom ZIB bereitgestellten HfD-Leitungen mit 2 Mb/s zu FUB und TUB die Grundlage des Berliner Rechnernetzes.

2.2 Berliner MAN-Planungsgruppe

Im Jahre 1991 wurde von der Senatsverwaltung für Wissenschaft und Forschung Berlin, dem ZIB und den Berliner Hochschulen, vertreten durch die Leiter der Hochschulrechenzentren, in einer „Planungsgruppe“ ein Bericht zur „Ausstattung der Berliner Hochschulen mit Geräten der Informations- und Kommunikationstechnik“ vorbereitet (Kapitel 2.3 "Planungen des Landes Berlin zur Vernetzung der Hochschulen"). Diese Planungsgruppe bestellte eine zunächst als Arbeitsgruppe vorgesehene Arbeitsgruppe „Berliner MAN-Planungsgruppe“. Die Aufgabe dieser Gruppe bestand darin, die Entwicklung eines Berliner MANs zu planen und anschließend zu realisieren.

Mitglieder der Gruppe waren zunächst Vertreter folgender Wissenschaftseinrichtungen:

- Ehemalige Akademie der Wissenschaft der DDR, Naturwissenschaftlicher Campus Adlershof
- Freie Universität Berlin (FUB)
- Humboldt-Universität zu Berlin (HUB)
- Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik Berlin (ZIB)
- Technische Universität Berlin (TUB)

Noch im Jahr 1991 legte diese Planungsgruppe einen ersten Bericht mit dem Titel „Konzeption zum Aufbau eines Metropolitan Area Network für wissenschaftliche Einrichtungen des Berliner Raums“ vor. Im folgenden sind einige Aussagen wiedergegeben:

Mit dem jetzigen Verbund sind die bisher üblichen Arbeitsweisen mit den Rechnern, d.h. Batchbetrieb, Dialog, Filetransfer, Electronic Mail möglich. Für schon praktizierte und kommende moderne Computertechniken (z.B: X-Window, Computergrafik, Visualisierung von Rechenergebnissen, Videoaufzeichnung, Computeranimation, Bilddatenbanken) und sich darauf stützende Anwendungen z.B.: in der Medizin, Chemie, Physik und anderen Fachrichtungen ist er jedoch nicht ausreichend, so daß eine Austausch mit diesen Methoden zwischen den Einrichtungen sehr unbequem ist oder gar nicht zustande kommt. Notwendig ist der Aufbau eines Verbunds zwischen den Kernstandorten Dahlem (FUB), Halensee (ZIB), Charlottenburg (TUB), Stadtmitte (HUB) und Adlershof (Wissenschafts- und Technologiezentrum, Naturwissenschaftlicher Campus der HUB) mit zunächst 34 bis 155 Mb/s herstellen. Die sternförmige Anbindung weiterer Berliner Einrichtungen an die Kerneinrichtungen sollte in Abhängigkeit vom Bedarf mit den gleichen oder darunter liegenden Geschwindigkeiten (minimal 2 Mb/s) erfolgen.

In diesem Papier werden Übertragungszeiten einiger typischer Anwendungen bei theoretischen Transferraten von 2 Mb/s (leistungsfähigste Verbindung im Jahre 1991) und 100 Mb/s aufgeführt (siehe Tabelle 2.1). Als tatsächliche Übertragungsbandbreite für einen einzelnen Benutzer werden entsprechend durchgeführter Messungen bei 2 Mb/s-Verbindungen 40 KByte/s (ca. 20 % der theoretischen Leistung) angesetzt, analog werden 2 MByte/s tatsächliche Transferrate bei einer Verbindung mit 100 Mb/s theoretischer Leistung zugrunde gelegt:

Anwendung	typische Größe	Übertragungszeit bei	
		2 Mb/s	100 Mb/s
ASCII Text, 1 Seite DIN A 4	5 KByte	< 1 s	< 1 s
100 Seiten Computerausgabe (ASCII-Text)	500 KByte	12 s	< 1 s
Fax schwarz/weiß DIN A 4	500 KByte	12 s	< 1 s
10 Seiten Text Postscript	100 KByte	3 s	< 1 s
Workstation Bildschirm (16 bit - Farbinformation)	2 MByte	50 s	1s

Tabelle 2.1: Transferraten bei unterschiedlichen Anwendungen

Anwendung	typische Größe	Übertragungszeit bei	
		2 Mb/s	100 Mb/s
Computertomogramm	400 KByte	10 s	< 1s
Farbdias (unkomprimiert)	24 MByte	10 m	12 s
Farbdias (hochauflösend, unkomprimiert)	96 MByte	40 m	48 s
Satellitenbild (Lanssat TM)	280 MByte	2 h	2 m
1 Sekunde Videofilm (25 Bilder, unkomprimiert)	25 MByte	10 m	12 s
1 Sekunde Videofilm (mit Verlusten komprimiert)	2 MByte	50 s	1 s
1 Sekunde 16mm-Film (25 Bilder, unkomprimiert)	2,4 GByte	7 h	20 m

Tabelle 2.1: Transferraten bei unterschiedlichen Anwendungen

Bereits in diesem ersten Papier kommt die MAN-Planungsgruppe 1991 zu folgendem Ergebnis:

Es wird vorgeschlagen, die Kernstandorte durch landeseigene, den Betreibern kostenfrei überlassene Lichtwellenleiter zu verbinden. Die Errichtung des Kabelnetzes könnte unter der Regie des Senators für Bau- und Wohnungswesens vorgenomen werden. Auf diese Weise würde eine Prämisse - die laufenden Kosten zu minimieren - Rechnung getragen. Bei Nutzung vorhandener landeseigener Trassen fallen für ein Kabel mit 10 Fasern einschließlich Verlegung Kosten von ca. 25.000 DM je Kilometer an.

In diesem ersten Papier werden an Kosten für die Verlegung von 38 km privatem Glasfaserkabel zwischen den Standorten FUB, ZIB, TUB, HUB (Stadtmitte) und Campus Adlershof 950.000 DM geschätzt (siehe Abbildung 2.2). Weitere Kosten für Vermittlungsrechner (ca. 120.000 DM) und Verteilertechnik (ca. 10.000 DM) je Standort ergeben zusätzlich ca. 650.000 DM

In diesem Bericht wird weiter festgestellt, daß für laufende Kosten pro Jahr 65.000 DM Wartungskosten (10 % des Kaufpreises) anfallen und daß für die Feinplanung, den Aufbau und den Betrieb des MANs zusätzliches Personal notwendig ist:

- zwei Planstellen für zentrale Aufgabe
- eine Planstelle je Kernknoten.

Zur Netztechnik wird in diesem Bericht keine Empfehlung gegeben:

Den Endnutzer wird die eingesetzte Technik auch nicht vordergründig interessieren, da er nur indirekt damit in Kontakt kommt (direkt ist er stets an das jeweils innerhalb seiner Institution vorhandene Netz angeschlossen). Den Endnutzer interessiert lediglich die Qualität der angebotenen Leistung in allen ihren Aspekten, von denen hier genannt seien:

- *die Datenrate (für File Transfer und ähnliche Anwendungen)*
- *die Verzögerungen (end-to-end delays) für Dialogbetrieb, verteilte Filesysteme (NFS) und Transaktionsanwendungen*
- *die zuverlässige Verfügbarkeit (für verteilte Anwendungen im Routinebetrieb sowie allgemein für die Akzeptanz des Dienstes)*
- *die Konstanz der Leistungsdaten möglichst unabhängig von der Belastung des Netzes*

Für den Betreiber stellt sich die Aufgabe, die geeignete Technik auszuwählen, um diese Anforderungen möglichst sicher und ökonomisch erfüllen zu können. Folgende Techniken stehen gegenwärtig bzw. in naher Zukunft dafür zur Verfügung:

- *Direktrufverbindungen („Standleitungen“)*
- *Fiber Distributed Data Interface (FDDI gemäß ANSI-Normung)*
- *Distributed Queue Dual Bus (DQDB, MAN nach IEEE 802.6)*
- *Breitband-ISDN nach dem Asynchronous Transfer Mode Prinzip (B-ISDN, ATM gemäß CCITT-Empfehlungen).“*

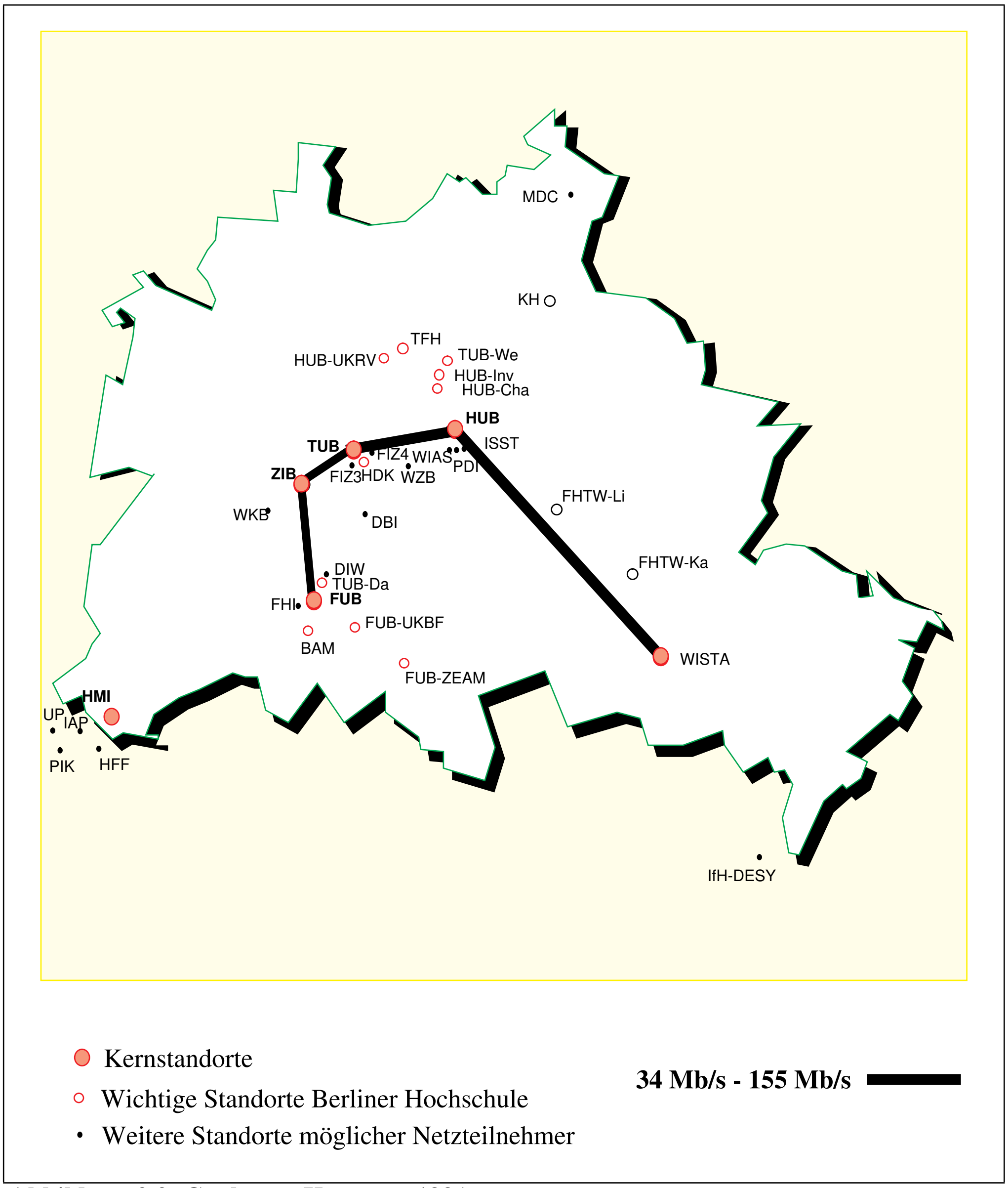

Abbildung 2.2: Geplantes Kernnetz 1991

Im Laufe des Jahres 1992 wird dieser Bericht zur Aufnahme in den bereits genannten Bericht „Ausstattung der Berliner Hochschulen mit Geräten der Informations- und Kommunikationstechnik“ verfeinert:

Notwendig ist der Aufbau eines Backbones des Berliner MAN. Das Backbone soll den Verbund zwischen den Kernstandorten - speziell zwischen Standorten der Rechenzentren der Berliner Universitäten und des ZIB in Dahlem, Halensee, Charlottenburg, Stadtmitte und Adlershof - mit zunächst 34 bis 155 Mb/s - herstellen. Die Berliner Fachhochschulen und andere wissenschaftliche Einrichtungen des Berliner Raums sollen in Abhängigkeit vom Bedarf mit den gleichen oder darunter liegenden Geschwindigkeiten (minimal 2 Mb/s) über die Kernstandorte an das MAN angeschlossen werden. Gleiches trifft für Standorte der Universitäten zu, die auf-

grund ihrer Entfernung von den Rechenzentren über keinen leistungsfähigen Anschluß an das jeweilige Universitätsrechnernetz verfügen.

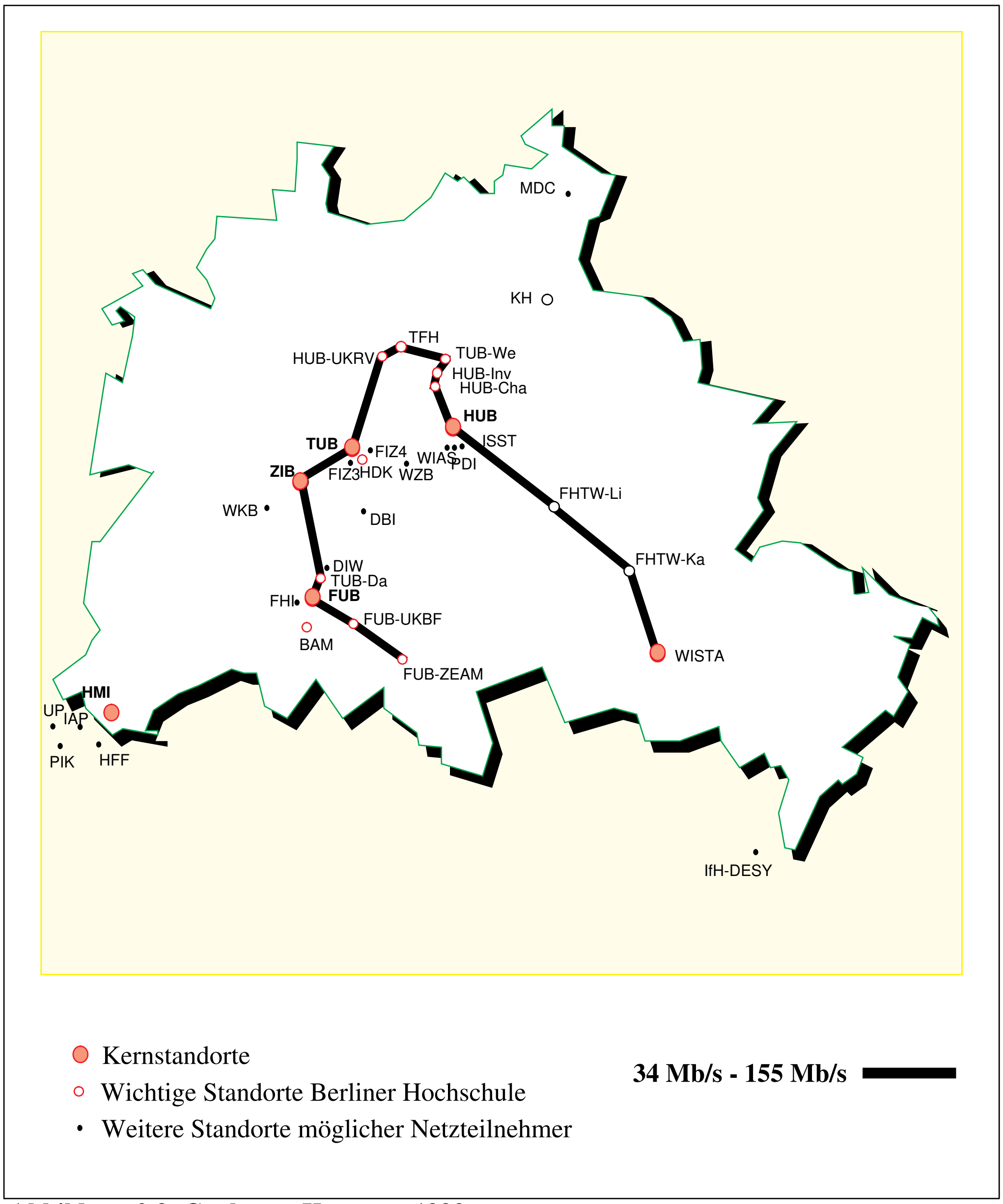

Abbildung 2.3: Geplantes Kernnetz 1992

Unter Berücksichtigung der beiden technisch-orientierten Fachhochschulen Berlins und einiger verkehrsträchtiger Nebenstandorte der Universitäten ergab sich folgende Empfehlung der Berliner MAN-Planungsgruppe für ein privates Netz:

Für die erste Stufe des Berliner MAN wird vorgeschlagen, Glasfaserverbindungen mit Übertragungsraten zwischen 100 und 155 Mb/s zwischen folgenden Standorten der HBFG-geförderten Einrichtungen Berlins herzustellen:

FUB (Lankwitz)	-	*FUB (Klinikum-Steglitz)*	*ca. 5 km*
FUB (Klinikum-Steglitz)	-	*FUB (Fabeckstraße)*	*ca. 4 km*
FUB (Fabeckstraße)	-	*TUB (Lentzeallee)*	*ca. 3 km*
TUB (Lentzeallee)	-	*ZIB (Heilbronner Straße)*	*ca. 6 km*
ZIB (Heilbronner Straße)	-	*TUB (Einsteinufer)*	*ca. 5 km*

TUB (Einsteinufer)	-	*FUB (Klinikum RV)*	*ca. 5 km*
FUB (Klinikum RV)	-	*TFH (Luxemburger Straße)*	*ca. 2 km*
TFH (Luxemburger Straße)	-	*TUB (Ackerstraße)*	*ca. 3 km*
TUB (Ackerstraße)	-	*HUB (Invalidenstraße)*	*ca. 2 km*
HUB (Invalidenstraße)	-	*HUB (Charité)*	*ca. 1 km*
HUB (Charité)	-	*HUB (Unter den Linden)*	*ca. 3 km*
HUB (Unter den Linden)	-	*FHTW (Lichtenberg)*	*ca. 9 km*
FHTW (Lichtenberg)	-	*FHTW (Karlshorst)*	*ca. 6 km*
FHTW (Karlshorst)	-	*WWZ (Adlershof)*	*ca. 10 km*
			---------------------
			insgesamt ca. 64 km

Diese MAN-Topologie bildet einen Kompromiß zwischen möglichst kurzen Verbindungen der Kernstandorte und der Einbeziehung wichtiger geplanter Verbindungen der Hochschulnetze in das MAN (Abbildung 2.3).

Bevor die Berliner MAN-Planungsgruppe das geplante Kernnetz nach der Empfehlung des Senats realisieren konnte, wurde im Dezember 1992 vom „Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes e.V.“ (DFN-Verein) das Projekt „Regionales Testbed - RTB“ angekündigt (vergleiche Kapitel 2.5 "DFN-Projekt „Regionales Testbed - RTB“"). Für die Ausarbeitung des Projektantrages wurde unter anderem auch eine Arbeitsgruppe „Infrastruktur“ zur Planung der Netzverbindungen eingesetzt. Die MAN-Planungsgruppe bildete den Kern dieser Arbeitsgruppe und konnte somit ihre Vorarbeiten in das Projekt einbringen.

2.3 Planungen des Landes Berlin zur Vernetzung der Hochschulen

Unter dem Titel „Ausstattung der Berliner Hochschulen mit Geräten der Informations- und Kommunikationstechnik" hat Herr Prof. Dr. Manfred Erhardt, Senator für Wissenschaft und Forschung des Landes Berlin, einen Bericht über den Iststand und die entsprechende Planung ausarbeiten lassen. Grundlage dieses Berichtes sind Empfehlungen der Deutschen Forschungsgemeinschaft und des Wissenschaftsrates in enger Abstimmung mit Fachvertretern der Berliner Hochschulen. Die Schwerpunkte des Berichts lagen einerseits in der Darstellung des Iststandes bei der arbeitsplatznahen Ausstattung für Lehre, Ausbildung und Forschung und deren weitere Planung, andererseits bei der Planung leistungfähiger Netze zwischen den Hochschulen des Landes Berlin untereinander und zum ZIB. Der Senat von Berlin hat diesen Bericht am 27. April 1993 zustimmend zur Kenntnis genommen und dem Berliner Abgeordnetenhaus zur Kenntnisnahme vorgelegt.

Im Kapitel 1.1 dieses Berichts wird empfohlen:

Wichtig für die Realisierung diese Konzeptes sind die Förderungen des Ausbaus der Rechnernetze in den Hochschulen und der Aufbau eines Berliner Metropolitan Area Network (MAN), der auf technische und organisatorische Vorarbeiten aus allen hier vertretenen Bereichen zurückgreifen kann.

und es wird bzgl. der Infrastruktur bemerkt:

Während im Bereich der Hochleistungsrechner Berlin durch das Konrad-Zuse-Zentrum (ZIB) und den Norddeutschen Vektorrechnerverband (NVV) eine gute Position im Verleich der Bundesländer hat, herrscht bei den Netzen ein erheblicher Nachholbedarf sowohl hinsichtlich der vorhandene Kommunikationsleistung als auch hinsichtlich der angebotenen Dienste.

Es wird festgestellt, daß im Bereich der Vernetzung trotz der schwierigen Finanzsituation des Landes erfolgreiche Entwicklungen fortgesetzt und gezielte Fördermaßnahmen initiiert werden sollen.

Der Bericht befaßt sich sowohl mit der Vernetzung der Einrichtungen untereinander als auch mit der internen Vernetzung. Im Kapitel 1.3.3 wird zur Netzversorgung empfohlen:

Durch Schaffung eines leistungsfähigen Landesnetzes (MAN, Übertragungsgeschwindigkeit > 100 Mbit/s) für den Berliner Raum soll die Basis für die Entwicklung attraktiver Dienste geschaffen werden, die in der ganzen Region angeboten und genutzt werden können. Der Zugang zum Landeshöchstleistungsrechner ist nur ein Beispiel für solche Dienste. Allerdings ist die Abstimmung mit anderen Bedarfsbereichen für ein MAN aus Verwaltung und Wirtschaft noch nicht abgeschlossen. Der weitere Ausbau der Hochschulnetze soll für wichtige Teilbereiche das geplante MAN vorbereiten.
Das Land Berlin unterstützt alle Aktivitäten, die geeignet sein können, den DFN sowie seine Verbindungen zu den internationalen Netzen zu verbessern und zu verstärken. Das Land Berlin hält den DFN-Verein für den geeigneten Träger aller dieser Aktivitäten. Der Bedarf für ein spezielles, schnelles Rechnernetz, das auch die Höchstleistungsrechner in Deutschland verbindet, soll möglichst durch das Hochleistungs-Wissenschaftsnetz gedeckt werden.

Im Kapitel 1.4.3 „Schwerpunkt der Planung" wird empfohlen:

Die Planung macht deutlich, daß eine künftige wissenschaftliche Kommunikation ohne leistungsfähige Netze sowohl auf dem Campus der Hochschulen als auch landesweit unmöglich ist. Aus diesem Grunde kommt der Förderung eines leistungsfähigen landesweiten Netzes neben der genannten Ausstattung mit Arbeitsplatzrechneren eine besondere Priorität vor anderen Maßnahmen zu.

Im Kapitel 2.0.2 „Landesnetz" nehmen die Hochschulrechenzentren zur Notwendigkeit eines Berliner-MANs Stellung:

Zur übergreifenden Zusammenarbeit der Berliner Hochschulen und Wissenschaftseinrichtungen wie z.B. zur Nutzung von spezieller, nicht überall vorhandener Hardware und Software und zur Realisierung verteilter Anwendungen mit hohem Datenübertragungsvolumen (z.B. Trennung von Berechnung und Visualisierung) wird ein landesweites MAN benötigt, welches die Einzelnetze der Hochschulen untereinandere und mit den Netzen weiterer Einrichtungen wie zum Beispiel dem HMI, dem ZIB und den in Zukunft in Adlershof gelegenen Wissenschaftseinrichtungen verbindet. Daran sollen sich auch die Netze von Wissenschaftseinrichtungen in der Umgebung Berlins im Land Brandenburg anschließen können.

Die landesweite Vernetzung muß neben der Grundversorgung der Datenkommunikationsbedürfnisse der angeschlossenen wissenschaftlichen Einrichtungen auch die Bedürfnisse eines landesweiten Breitbandnetz-Forschungsbetriebes berücksichtigen, um neue Anwendungen und Kommunikationsdienste pilotartig in der Praxis erproben zu können. Hier sind auf dem Stand der Technik von heute VBN-Glasfaserverbinungen, ISDN-Primärratenanschlüsse, in Zukunft ATM basierte LWL-Verbindungen, DQDB und Vermittlungsdienste der DBP-Telekom einzuplanen.

FUB, FHTW, HUB, TFH, TUB und ZIB sollten wegen der landesweiten Verteilung ihrer Standorte und der Vielzahl von Endgeräten durch Höchstleistungsverbindungen (mit einer Übertragungsrate >100 Mbit/s) verbunden werden. Die Gebührenpolitik der DBP Telekom wirkt auf diesem Gebiet außerordentlich prohibitiv.

Die restlichen Verbindung sollten zunächst mit 2 Mbit/s oder 64 Kbit/s Übertragungsrate ausgeführt werden.

Die Kosten des landesweiten Netzes werden wie folgt abgeschätzt:

4 Mio. DM einmalige Investitionskosten nach dem „Aachener Modell“.

1 Mio. DM laufende jährliche Kosten (Leitungsmieten und 3 Stellen).

Mit dieser - unter Vorbehalt gegebenen - Kostenabschätzung soll die Art der Organisation und der technischen Durchführung bei Planung, Aufbau und Betreuung eines Berlin MAN nicht präjudiziert werden. Die Erledigung der genannten Aufgaben muß in jedem Falle organisatorisch, finanziell und personell abgesichert werden. Das Fehlen einer landesweiten modernen Netzinfrastruktur wäre von erheblichem Nachteil für den Wissenschaftstandort Berlin. Die institutionenenübergreifene Zusammenarbeit würde behindert, die Nutzung zentraler oder spezieller Hard- und Softwaresystem erschwert und die Entwicklung verteilter Anwendungen wäre nur eingeschränkt möglich.

2.4 Das Berliner Landesnetz für die Verwaltung

Parallel zu den Aktivitäten der MAN-Planungsgruppe der Berliner Wissenschaft begann das für die Berliner Behörden zuständige Landesamt für Informationstechnik (LIT) 1991 mit der Planung und Realisierung eines MAN für die Verwaltung.

Der Grund dafür steht im Zusammenhang mit der Verwaltungsreform, die den Einsatz er Informationstechnik (IT) in der Berliner Verwaltung wesentlich verstärken wird. In den letzten Jahren sind in Berlin mehrere große Anwendungen geplant und umgesetzt worden: Automatisiertes Haushaltswesen (AHW), Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK), Berliner Automatisiertes Sozialhilfeverfahren (BASIS) und Umweltinformationssystem (UIS). Allein für die geannten Verfahren werden bis 1996 knapp 6.000 auf Informationstechnik (IT) gestützte Arbeitsplätze eingerichtet. Bis zum Ende des Jahrzehnts ist insgesamt ein Zuwachs von jetzt circa 10.000 auf geschätzte 40.000 IT-Arbeitsplätze zu erwarten. Um diesen Arbeitsplätzen, auf denen zum Teil anspruchsvolle grafischen Anwendungen eingesetzt werden, eine effiziente Kommunikation zu ermöglichen, ist der Aufbau eines Verwaltungs-MAN unerläßlich. Das LIT setzte eine Projektgruppe ein, die bis November 1992 ein Konzept zur Realisierung eines Pilotbetriebes erarbeitete. Dieses Konzept sah vor, ein privates Fernmeldenetz auf der Basis moderner Lichtwellenleiter mit Sprach-, Daten- und Videokommunikation zur Erschließung aller Behördenstandorte zu errichten. Nachdem die möglichen und nötigen Verkehrsbeziehungen zwischen den einzelnen Behördenstandorten untersucht worden war, entschied man sich für folgende Topologie:

- Ringförmige Vernetzung der Behörden in den westlichen bzw. östlichen Innenbezirken von Berlin mit (zunächst) vierzig Fasern. Das Kernnetz entspricht damit einer liegenden „Acht“, deren beide Kreise im Roten Rathaus und Stadthaus zusammentreffen.
- Anbindung der Außenstellen über Stichleitungen mit zwanzig bis vierzig Fasern.

Dafür sollten generell Lichtwellenleiter (LWL) über weitgehend vorhandene Kabeltrassen in Zusammenarbeit mit der Berliner Feuerwehr und der Verkehrsverwaltung (Lichtsignalsteuerung) kostengünstig verlegt werden.

Seit Mitte 1992 werden die Arbeiten der MAN-Planungsgruppen von Wissenschaft und Verwaltung koordiniert, die Wissenschaftseinrichtungen werden beim Netzausbau des Behördennetzes mit berücksichtigt.

Bis Mitte April 1993 war ein Teil des Verwaltungs-MAN mit drei Knoten funktionsfähig. Im Sommer 1993 wurden auf dem LIT-Kongreß die Funktionsfähigkeit dieses Netzes mit drei Knoten (HUB, Rathaus Schöneberg und ZIB) unter Beweis gestellt. Durch die Aufnahme eines Pilotbetriebes zwischen diesen drei Standorten konnte die volle Funktionalität auf 2 Mb/s Verbindung nachgewiesen werden. Im Sommer 1994 war der 25,5 km lange Westring mit sieben Hauptstandorten fertiggestellt und am 22. September 1994 offiziell eingeweiht worden. Der Ostring mit sechs weiteren Hauptstandorten befindet sich noch (Juni 1995) im Aufbau, drei dieser Hauptstandorte sind zunächst als Stichstrecken an den Westring angebunden. Der ca. 36 km lange Ostring wird komplett noch im Jahr 1995 in Betrieb gehen. Darüberhinaus sind bereits jetzt weitere ca. fünfzig Nebenstandorte (im Sinne der Bezeichnung des LIT) über Stichstrecken an den Westring angeschlossen. Einige dieser „Nebenstandorte“ sind Wissenschafteinrichtungen, die im Sinne der Topologie des Wissenschaftsnetzes Kernstandorte sind. Der aktuelle Stand ist der Abbildung 2.4 zu entnehmen.

Abbildung 2.4: Berliner Landesnetz für die Verwaltung (Stand Juni 1995)

2.5 DFN-Projekt „Regionales Testbed - RTB“

Ende 1992 wurde vom „Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes e.V.“ (DFN-Verein) das mit Mitteln des Bundes geförderte Projekt „Regionales Testbed - RTB“ angekündigt. Ein Ziel diese Projektes ist, den Einstieg in eine deutschlandweite Hochgeschwindigkeitsvernetzung zu realisieren.

Im März 1993 wurde das Projekt in den DFN-Mitteilungen offiziell mit folgenden Zielen ausgeschrieben und festgelegt:

- *Einführung bzw. Pilotnutzung fortgeschrittener Netztechniken,*
- *Entwicklung von Anwendungsumgebungen mit Bedarf für hohe Übertragungsraten*
- *Einsatz von Anwendungsumgebungen mit Bedarf für hohe Übertragungsraten durch nachgewiesene Anwendergruppen.*

Das Ziel sollte durch die Vernetzung einer beschränkten Anzahl von Institutionen (Universitäten, Fachhochschulen und Forschungseinrichtungen) der jeweiligen Region, die sowieso schon einen hohen Kommunikationsbedarf untereinander haben, erreicht werden. Für die Koordinierung des Projektes und als der Ansprechpartner vom DFN-Verein war eine regionale Projektleitung gefordert. Als veranschlagte (geschätzt) Kosten des Projektes waren angesetzt:

- *2 Mio. DM/Jahr für Leitungen*
- *2 - 3 Mio. DM/Jahr für die Entwicklung von Anwendungsumgebungen und ihre Nutzung, für das Netzmanagement und für die allgemeines Systemplanung und*
- *2 Mio. DM einmalige Investitionskosten.*

Als Eigenbeitrag der Teilnehmer zu den obigen drei Punkten waren 30 - 40% angegeben.

2.5.1 Bewerbung

Die Universitäten und mehrere Forschungseinrichtungen aus dem Land Berlin sowie einige Forschungseinrichtungen aus dem Land Brandenburg bewarben sich unter Federführung des ZIB am 15. September 1993 um die Realisierung solch eines Testbeds (*Berlin Regional Testbed - BRTB*). Dieses erste Angebot umfaßte ein weites Spektrum von insgesamt 31 Anwendungen u.a. aus den Bereichen Medizin, Paralles Rechnen, Klima, Datenhaltung, Visualisierung, Verteiltes Lernen, Computer Supported Collaborative Work (CSCW), Transporttechnologien und Informationssysteme. Außer Berlin/Brandenburg bewarben sich noch die Regionen Baden-Würtemberg, Bayern, Hessen, Norddeutschland, Nordrhein-Westfalen, Sachsen und Zittau.

Ende November 1993 fiel durch den DFN-Verein die Vorentscheidung, regionale Testbed-Projekte in Bayern, Berlin, Hessen, Norddeutschland und Nordrhein-Westfalen aufzubauen. In Berlin konnten jedoch nur noch sechzehn Anwendungen im Rahmen der verfügbaren Mittel realisiert werden. Gleichzeitig wurden die Konditionen bezüglich des Zuschusses verändert:

- *Der Eigenanteil an den Vernetzungskosten beträgt 50%.*
- *Die einrichtungsinterne Vernetzung wird weder bezuschußt noch als Eigenbeitrag bewertet.*

Ende Januar 1994 erhielt der DFN-Verein das vollständig überarbeitete Angebot mit nur noch acht Anwendungen. Diese Reduzierung kam durch Zusammenlegung bzw. Rücknahme von Anwendungsprojekten zustande.

Anfang März 1994 erhielt Berlin/Brandenburg den Zuschlag für den Aufbau eines RTB, wobei nur noch fünf Anwendungen (siehe 3.5 "BRTB-Anwendungen") realisiert werden sollten. Von den ursprünglich beantragten Anwendungen fiel ein Projekt heraus, da die dafür notwendige Anbindung an die „Hochschule für Film und Fernsehen Konrad Wolf“ in Potsdam, Land Brandenburg im Zeitrahmen des RTB nicht möglich erschien. (Damit fiel die letzte Anwendung in Brandenburg heraus, so daß von diesem Zeitpunkt an aus dem „RTB Berlin/Brandenburg“ das „Berlin Regional Testbed - BRTB“ wurde). Zur gleichen Zeit wurde vom DFN-Verein ein Multi-Media-Referenzzentrum ausgeschrieben, in dem für alle RTB-Projekte die MM-Dienste global zur Verfügung gestellt werden sollten. Damit wurden keine MM-Anwendungsprojekte mehr im Rahmen eines RTB realisiert und in Berlin zwei weitere Anwendungsprojekte gestrichen.

Von den zu Beginn der Antragsphase insgesamt zwölf beteiligten Einrichtungen sind bei Projektbeginn folgende sieben übrig geblieben:

Universitäten:

- Freie Universität Berlin (FUB)
- Humboldt-Universität zu Berlin (HUB)
- Technische Universität Berlin (TUB)

Hochschulfreie wissenschaftliche Einrichtungen

- Fraunhofer Gesellschaft - Institut für Software- und Systemtechnik Berlin (FhG-ISST)
- Hahn-Meitner-Institut Berlin GmbH (HMI)
- Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik Berlin (ZIB)

sowie das Landesamt für Informationstechnik (LIT) im Rahmen eines Projektes mit dem FhG-ISST.

In den Monaten März bis Juni 1994 gab es noch zahlreiche Nachverhandlungen mit dem DFN-Verein über die Kosten der einzelnen Anwendungsprojekte. Schließlich wurde der Gesamtantrag vom DFN-Verein zum BMFT zur endgültigen Begutachtung geschickt.

Im September 1994 erhielt das ZIB die Nachricht, daß die abschließende Begutachtung positiv ausfiel und die Mittel im vollem Umfang entsperrt worden sind.

Nachdem alle notwendigen Verträge geschlossen waren:

- ZIB - DFN-Verein
- ZIB - Freie Universität Berlin
- ZIB - Technische Universität Berlin
- ZIB - Humboldt-Universität zu Berlin
- ZIB - Universitätsklinikum Benjamin Franklin der FUB
- FhG-ISST - DFN-Verein

konnte Anfang Oktober 1994 mit den Arbeiten begonnen werden.

Das BRTB-Projekt hat eine Laufzeit von zwei Jahren: 1. Oktober 1994 - 30. September 1996.

2.5.2 Infrastruktur

Eine Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Beteiligung am RTB-Projekt war, einen realisierbaren Plan für die Vernetzung der beteiligten Institute dem DFN-Verein vorzulegen. Die Planung der Infrastruktur wurde zunächst ausschließlich von der Arbeitsgruppe „Infrastruktur“ der BRTB-Planungsgruppe erstellt. Diese bestand aus je einem Vertreter der beteiligten Einrichtungen, damit auch aus den Mitgliedern der Berlin MAN-Planungsgruppe (siehe 2.2 "Berliner MAN-Planungsgruppe"). Somit konnte auf die bereits gewonnen Erfahrungen aufgebaut werden. Im Laufe des Dezembers 1993 übernahm der DFN-Verein die vollständige Planung und Realisierung der Infrastruktur für alle Regionen, um in Hinblick auf das geplante deutschlandweite WiN (siehe 4.7 "Einbindung des BRTB ins deutschlandweite WiN") eine einheitliche Hardware einsetzen zu können.

Leitungsnetz

Ein Kostenvergleich zwischen den Modellen:

- gemietete Monopolübertragungsstrecken von der Telekom
- eigene, private Glasfaserleitungen,

ergab, daß die Errichtung eines Netzes mit Monopolübertragungsstrecken der Telekom äußerst kostspielig ist, z.B.:

- Allein die Strecke HUB - TUB - ZIB - FUB hätte 1,7 Millionen DM pro Jahr betragen.
- Das damals angestrebte RTB-MAN mit zwölf Einrichtungen hätte pro Jahr 3,7 Millionen DM gekostet, wobei die Telekom nur eine Bindungsfrist von mindestens fünf Jahren zugelassen hätte.

Sehr ausführlich wurden die Möglichkeiten für das Verlegen eigener Glasfaserkabel unter der Regie der Senatsverwaltung für Bau- und Wohnungswesen (SenBauWohn) und des Betreibens dieser Glasfasern in eigener Regie diskutiert. Die Technische Universität verfügte bereits über mehrjährige Erfahrungen mit privaten von SenBauWohn verlegten Glasfaserstrecken, die das Stammgelände der Universität mit mehreren entfernt liegenden Bereichen verbindet. Die Kosten für das Verlegen dieser Strecken lag bei DM 40.000 pro Kilometer. Es entstanden keine laufenden Kosten für das Kabel selbst, die Erfahrungen der TU zeigten auch keine erhöhte Fehleranfälligkeit der Kabel.

Parallel zu den Überlegungen, mit Hilfe von SenBauWohn ein eigenes Kabelnetz zu errichten, erfuhr die MAN-Planungsgruppe der Berliner Wissenschaft von entsprechenden Arbeiten der MAN-Planungsgruppe der Berliner Behörden (siehe 2.4 "Das Berliner Landesnetz für die Verwaltung"). Von diesem Zeitpunkt an kamen beide Planungsgruppen überein, die Planungen zu koordinieren und das vom LIT zu errichtende Netz gemeinsam zu nutzen. Das LIT hat die Kapazität seines Kabelnetzes von zunächst vierzig Glasfasern auf fünfzig erhöht und stellt davon zehn Glasfasern ausschließlich den Wissenschaftseinrichtungen in Berlin zur eigenen Nutzung zur Verfügung. Die Anbindung der am BRTB beteiligten wissenschaftlichen Einrichtungen (FUB, HUB, TUB, ZIB, ISST) ist für die Wissenschaftseinrichtungen im wesentlichen kostenfrei erfolgt, die Wissenschaftseinrichtungen haben vornehmlich die in ihrem Räumen entstehenden Kosten (Wanddurchbrüche, Verteilerkasten, Verlegung der Kabel in den Innenräumen) übernommen. Lediglich das HMI beteiligt sich an den Kosten der Stichstrecke zum Rathaus Zehlendorf anteilig, da diese Verbindung vom LIT zunächst nicht benötigt wird. Auch diese Stichstrecke enthält neben den Glasfasern für die Wissenschaft Glasfasern für die Behörden, da mit dieser Verbindung zum Beispiel eine spätere Anbindung von Einrichtungen in Potsdam vorbereitet wird.

Mit der gemeinsamen Realisierung von Behörden-MAN und Wissenschafts-MAN konnte die Infrastruktur für das RTB extrem kostengünstig realisiert werden. Nach Schätzungen des LIT betragen die tatsächlichen Kosten für ein LWL-Kabel mit 50 Fasern einschließlich Verlegung 30 DM je Meter Kabellänge bei vorhandenen Kanaltrassen bzw. 300 DM je Meter bei zusätzlichen Erdarbeiten.

Diese Entscheidung hatte zur Folge, daß für das Netz eine Genehmigung zum Betrieb einer Gesamtfernmeldeanlage (siehe 2.6 "Gesetz über Fernmeldeanlagen") vorliegen muß.

Netztechnik

Als mögliche Netztechnik für Breitbandkommunikation im MAN-Bereich standen 1993 DQDB und ATM zur Diskussion. Beide Techniken wurden damals in Feldversuchen getestet:

- DQDB von der Telekom in München und Stuttgart und vom LIT (Testphase, 2. Hälfte des Jahres 1993)
- ATM im Rahmen des Projektes BALI vom DFN-Verein durch DeTeBerkom, GMD Fokus und TUB (das Projekt ist noch nicht abgeschlossen)

Während die MAN-Planungsgruppe ATM als Technik vorzog, gab es beim DFN-Verein lange Zeit Überlegungen, ein deutschlandweites DQDB-Netz mit Hilfe der Telekom (Datex-M Dienst) zu realisieren. Im Laufe der Verhandlungen mit der Telekom nahm der DFN-Verein immer weiter davon Abstand und gab diesen Gedanken dann endgültig auf. Nunmehr werden alle RTB-Netze in ATM-Technik betrieben (siehe 3.1 "Das BRTB-Netz").

2.6 Gesetz über Fernmeldeanlagen

Die Grundlagen für den Betrieb eines privaten Netzes sind im *„Gesetz über Fernmeldeanlagen“ (FAG) (3.7.1989) - Netzmonopol des Bundes* - bzw. in der Verfügung 159/1993 des Bundesministeriums für Post und Telekommunikation (BMPT) *„Regulierung von Fernmeldeanlagen, die gemäß den §§ 2 und 3 des Gesetzes über Fernmeldeanlagen (FAG) von anderen als der Deutschen Bundespost TELEKOM errichtet und betrieben werden dürfen (ausgenommen Funkanlagen)“* des BMPT geregelt. Dieses Netzmonopol schreibt für den Normalfall die Verwendung von Monopolübertragungswegen des Bundes vor, erlaubt aber in festgelegten Sonderfällen auch die Nutzung privater Übertragungswege. Danach darf zum Beispiel nach Genehmigung durch das Bundesamt für Post und Telekommunikation (BAPT) eine natürliche oder juristische Person eine „Gesamtfernmeldeanlage Typ C“, die nicht zur Sprachkommunikation genutzt wird, betreiben, die neben Übertragungsstrecken der Telekom auch private Übertragungswege nutzt und innerhalb eines Ortsnetzes verschiedene Grundstücke dieser Person oder auch anderer (natürlicher oder juristischer) Personen verbindet.

Das Land Berlin, vertreten durch das LIT, verfügt über die Genehmigung zum Betrieb einer Gesamtfernmeldeanlage Typ C mit privaten Übertragungsstrecken für das Behördennetz.

Im Oktober 1994 hat der DFN-Verein beim BMPT einen Antrag auf Verleihung der Rechte zum Betrieb des Wissenschaftsnetzes nach § 2 FAG gestellt. Über diesen Antrag ist bis zum Redaktionsschluß dieses Berichtes (Juni 1995) noch nicht entschieden worden.

Im November 1994 haben die Minister für Telekommunikation der Länder der Europäischen Union endgültig beschlossen, den Wettbewerb für die Telekommunikationsnetze zum 1. Januar 1998 zu öffnen. Damit werden die Sprach- und Datennetzmonopole für die Bundesrepublik Deutschland sowie die Mehrzahl der übrigen Staaten der EU zu diesem Zeitpunkt aufgehoben.

Im Dezember 1994 vereinbarten die am BRTB-Projekt beteiligten Wissenschaftseinrichtungen, das Recht zum Betrieb der auf ihren unterschiedlichen Grundstücken betriebenen Fernmeldeanlagen zur Datenkommunikation dem Land Berlin, vertreten durch das LIT, zu übertragen. Anschließend beantragte das LIT für das Land Berlin beim BAPT, Außenstelle Berlin, die erteilte Genehmigung zum Betrieb der Gesamtfernmeldeanlage um diese Standorte zu erweitern.

2.7 Landes-WiN-Vereinbarung

Mit Stand März 1995 gibt es 46 Anschlüsse von Berliner Einrichtungen am Wissenschaftsnetz (WiN) des DFN, vornehmlich Einrichtungen aus dem Wissenschaftsbereich. Fünf Einrichtungen (DLR, FHI, GMD-FOKUS, TUB und ZIB) verfügen über einen 1,92 Mb/s-Anschluß, 21 Einrichtungen verfügen über 64 Kb/s-Anschlüsse, die übrigen Einrichtungen verfügen über 9,6 Kb/s-Anschlüsse. Der Unterschied zwischen 2 Mb/s und 64 Kb/s ist sowohl von den Kosten (6:1) als auch von der Leistung (30:1) sehr groß, daher empfiehlt sich eine gemeinsame Nutzung von wenigen leistungsfähigen WiN-Anschlüssen gegenüber separaten leistungsschwächeren WiN-Anschlüssen.

Als ersten Schritt hat die Senatsverwaltung für Wissenschaft und Forschung Berlin, vertreten durch das ZIB, eine Landes-WiN-Vereinbarung mit dem DFN-Verein abgeschlossen, nach der die drei Universitäten und das ZIB gemeinsam zwei 1,92 Mb/s-WiN-Anschlüsse für den vornehmlich vorliegenden IP-Verkehr und zwei 9,6 Kb/s-WiN-Anschlüsse lokal für den noch geringfügig vorhandenen X.25-Verkehr nutzen. Der DFN-Verein bietet im Rahmen von Landesvereinbarungen die Leistungen etwas preiswerter an als bei Einzelvereinbarungen.

Ab 1995 ist vorgesehen, diese Landesvereinbarung um weitere wissenschaftlichen Einrichtungen in Berlin zu ergänzen. Die bessere Nutzung der gemeinschaftlichen Anschlüsse kommt natürlich nur dann zum Tragen, wenn zwischen den beteiligten Einrichtungen ausreichende und kostengünstige Datendirektverbindungen bestehen.

In naher Zukunft wird der DFN-Verein 34 Mb/s-WiN-Anschlüsse anbieten, die Kosten dafür sind noch nicht bekannt. Ziel der Landesvereinbarung wird sein, allen an der gemeinsamen Nutzung des leistungsfähigen 34 Mb/s-WiN-Anschlusses interessierten Einrichtungen das Recht dieser Nutzung zu geben. Da die Senatsverwaltung für Wissenschaft und Forschung die anfallenden WiN-Anschluß-Kosten nicht pauschal übernimmt, stellt das ZIB die auf die einzelnen Einrichtungen entfallenden Kosten in Rechnung. Eine technische Voraussetzung für die gemeinsame Nutzung des 34 Mb/s-WiN-Anschlusses ist natürlich die breitbandige Verbindung der beteiligten Einrichtungen.

2.8 Brandenburgisches Forschungsnetz (BRAFOnet)

Seit April 1994 existiert eine Kommision "Brandenburgisches Forschungsnetz BRAFOnet", die auf Initiative des „Gemeinnützigen Instituts für Computerintegrierte Systeme GmbH“ (CoIn, Institut an der Universität Potsdam), dem Minister für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg und dem Gründungsrektor der TU Cottbus ins Leben gerufen wurde. Mitglieder dieser Kommission sind Vertreter von Brandenburgischen Hochschulen und Forschungseinrichtungen und von einem Industrieunternehmen.

Nach dem Bericht dieser Kommission vom 27.6.1994 ist das Ziel *die Bereitstellung einer hochleistungsfähigen Plattform für die Fernübertragung von Daten im gesamten Land Brandenburg.*

Als erste Ausbaustufe sollen die Universitäten in Potsdam, Frankfurt (Oder) und Cottbus verbunden werden, wobei von Potsdam eine Anbindung ins Berliner RTB erfolgen soll. In der Endausbaustufe sollen weitere Hochschulstandorte angeschlossen sein (siehe Abbildung 2.5).

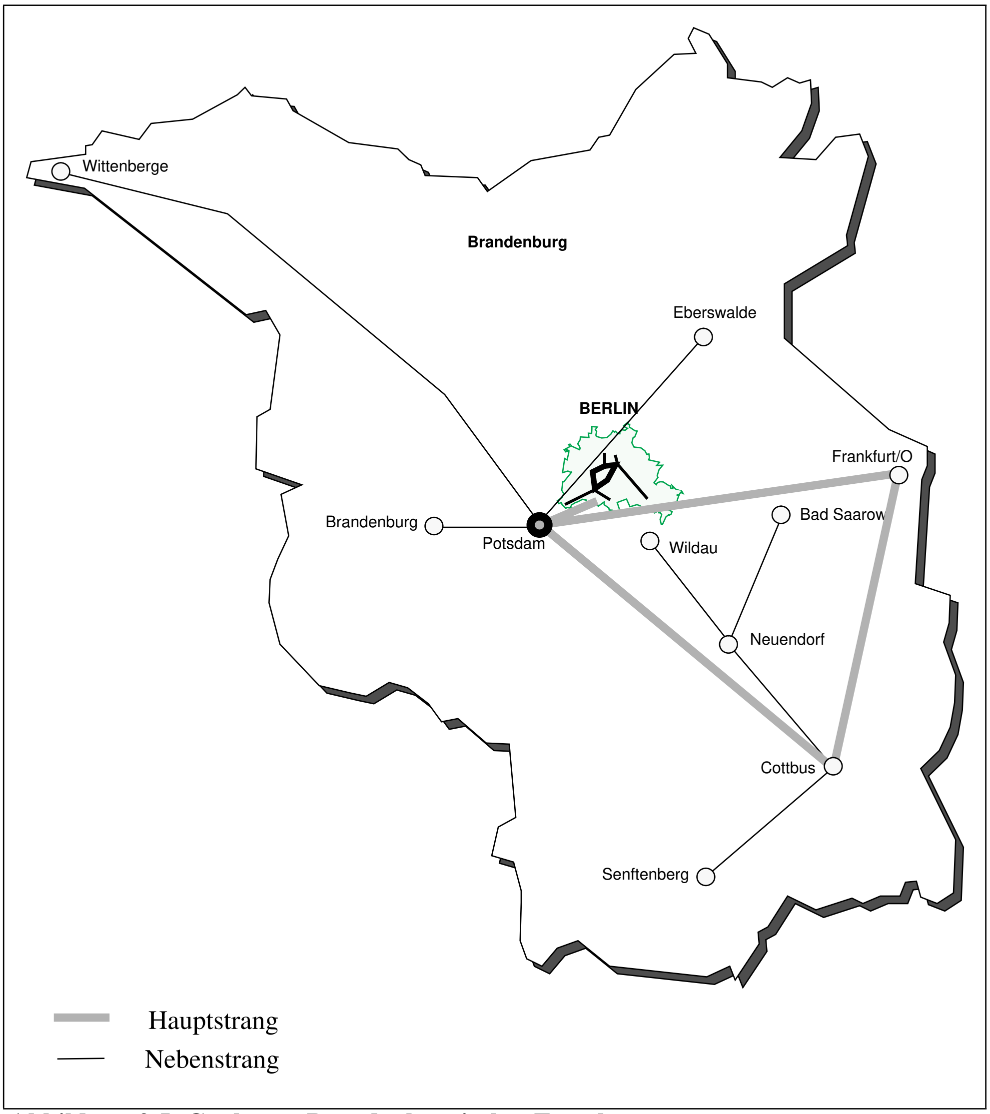

Abbildung 2.5: Geplantes Brandenburgisches Forschungsnetz

Als Übertragungsmedium werden aus Kostengründen eigene Richtfunkstrecken genommen: *Eine attraktive Lösung könnte sich aus der Anwendung von Richtfunksystemen ergeben. Diese gewährleisten eine hohe Datenübertragungsgeschwindigkeit (140 bis 155 Mb/s) und sind vom*

Einrichtungsaufwand zwischen den drei Universitätsstandorten Potsdam, Cottbus und Frankfurt/O. mittelfristig realisierbar. Der Einrichtungspreis für eine derartige Verbindung würde für die Hauptstränge Potsdam-Cottbus-Frankfurt-Potsdam nach Angaben der Firma Siemens knapp unterhalb von 10 Mio. DM liegen. Allein für die Duplexverbingung von Potsdam nach Cottbus werden 3.5 Mio. DM veranschlagt; ca. ein Drittel der Kosten entstehen durch Erwerb und Aufstellung der Richtungmasten.

Die Kommision beabsichtigt nach der Abschätzung des Finanzbedarfs und der Erkundung der Finanzierungsmöglichkeiten detaillierte Angebote von verschiedenen Anbietern (in dem Bericht sind dabei *BERKOM, Telekom, DFN, andere (freie) Anbieter* genannt) einzuholen.

Nach dem Bericht der Kommission soll der Baubeginn im vierten Quartal 1995 erfolgen und zum 1. Januar 1996 das BRAFOnet in Betrieb gehen.

Mit Stand Juni 1995 wird nunmehr zunächst CoIn die verschiedenen Standorte der Universität Potsdam untereinander mit Richtfunkstrecken über einen Antennenmast auf dem Teufelsberg in Berlin-Charlottenburg verbinden. Es sollen ATM-Protokolle mit 155 Mb/s verwendet werden. Die fernmelderechtlichen Genehmigungen (einschließlich der Richtfunkgenehmigung) liegen CoIn vor.

3 Realisierung der ersten Stufe des Berliner Breitbandnetzes

3.1 Das BRTB-Netz

Die erste Stufe des Berliner Breitbandnetzes für die Wissenschaft ist das Breitbandnetz des Berlin Regional Testbed (BRTB), welches mit Landesmitteln und Bundesmitteln (BMBF) realisiert werden konnte. Die sieben teilnehmenden Einrichtungen (FUB, HMI, HUB, FhG-ISST, LIT, TUB und ZIB) sind über zwei Glasfasern aus dem vom Land Berlin bereitgestellten Glasfaserkabelnetz verbunden. Die Topologie ist der Abbildung 3.1 zu entnehmen:

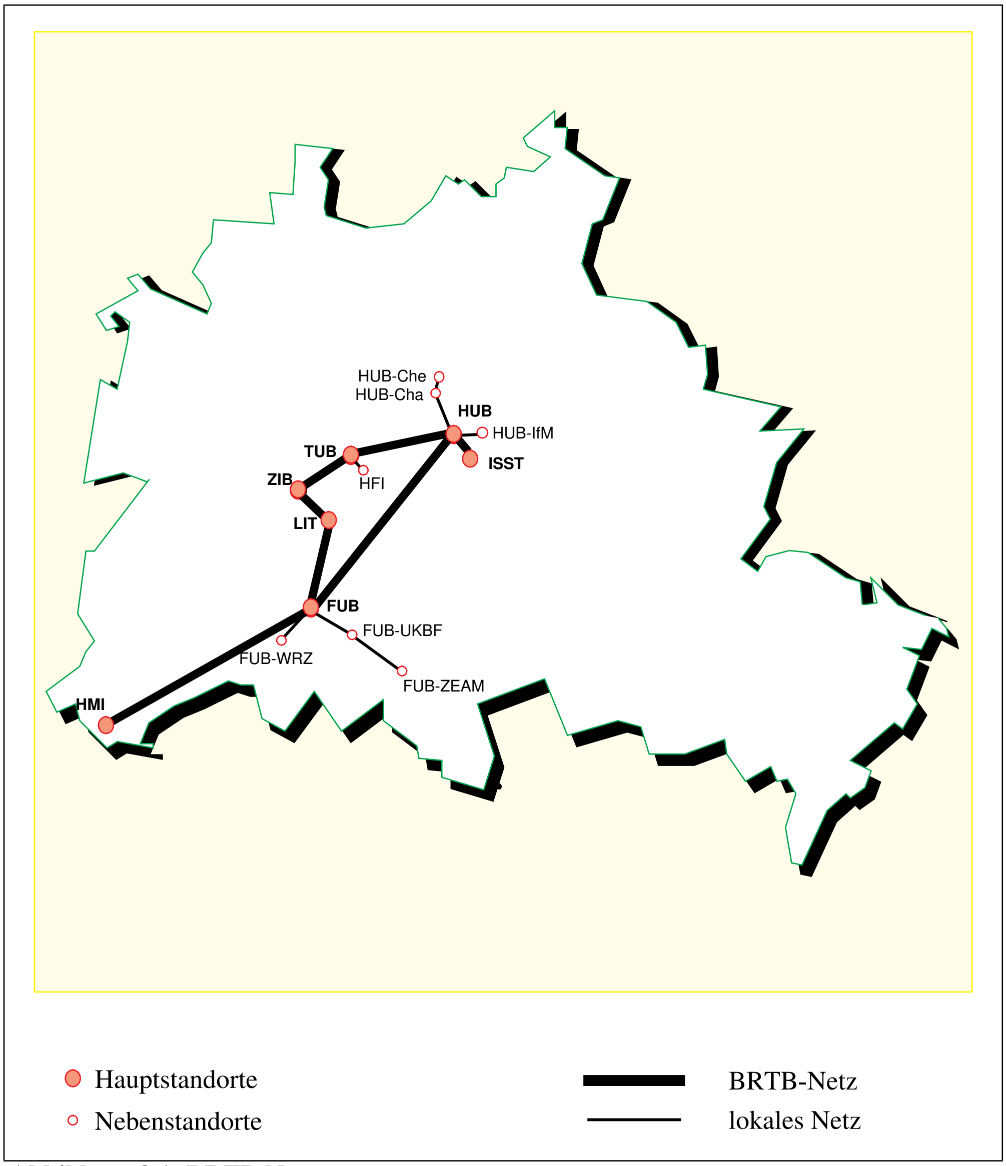

Abbildung 3.1: BRTB Netz

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes (Juni 1995) sind fünf der sieben Einrichtungen angeschlossen:

- Die Universitäten FUB, HUB und TUB sowie das ZIB sind über den Westring des Verwaltungs-MANs und einzelne Stichstrecken weitgehend doppelt verbunden.
- Das HMI ist über eine Stichstrecke mit der FUB verbunden.
- Das FhG-ISST wird ab August 1995 über eine Stichstrecke mit der HUB verbunden sein - hier ist durch die äußerst starke Bautätigket in der Berliner Mitte eine Verzögerung eingetreten.
- Das LIT ist bereits über das Bezirksamt Wilmersdorf am Verwaltungs-MAN angeschlossen; für das BRTB wird bei Bereitstellung der Verbindung zum FhG-ISST auch eine Verbindung ins Wissenschaftsnetz benötigt, diese wird dann ebenfalls im August 1995 realisiert werden.

Im Rahmen des BRTB-Projekts hat der DFN-Verein die Auswahl und Finanzierung der Netzgeräte durchgeführt. Folgende Geräte sind in jeder Einrichtung installiert (im Falle FhG-ISST und LIT ab August 1995):

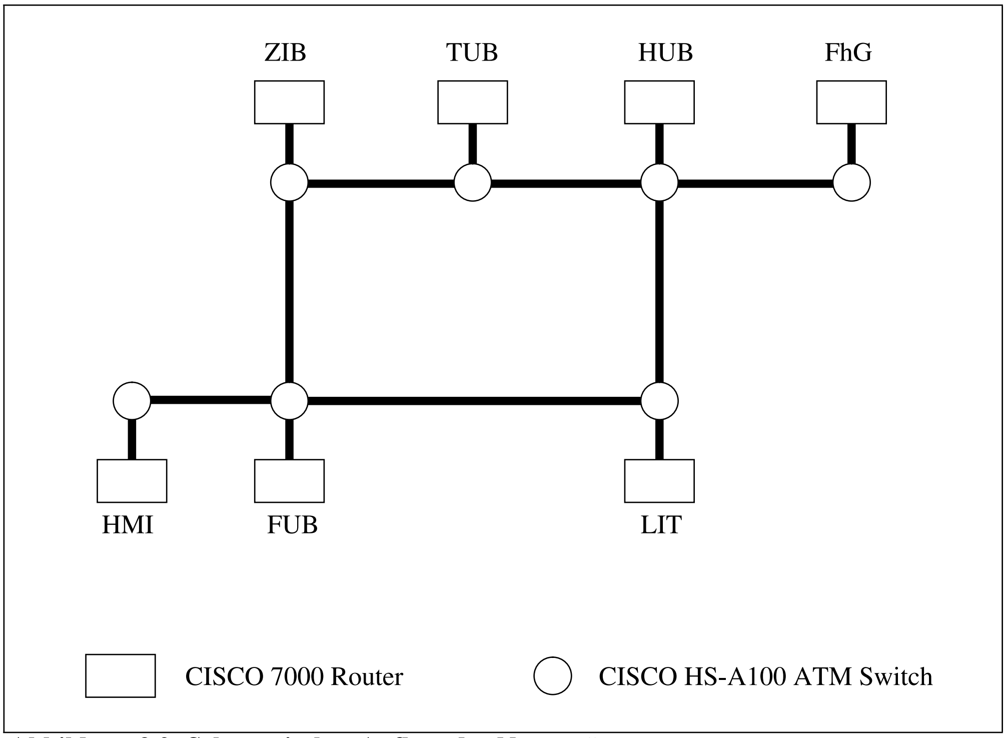

Abbildung 3.2: Schematischer Aufbau der Netzgeräte

- 1 HS-A100 ATM Switch der Firma CISCO mit folgenden Interfaces
  - 1 Multimode-Interface für die Verbindung zum Router (ATM, 155 Mb/s)
  - 1, 2 oder 3 Singlemode-Interfaces (je nach Einrichtung) für die Verbindung über die landeseigene Glasfaser zum jeweiligen Partner (ATM, 155 Mb/s)
- 1 CISCO 7000 Router mit folgenden Interfaces
  - 1 Multimode-Interface für die Verbindung zum ATM-Switch (34 Mb/s)
  - 1 FDDI-dual-access Anschluß
  - 1 X.21 Interface MT für den Anschluß eines Modems zur Fernwartung der Geräte

Die folgende Abbildung 3.3 zeigt einen Anschluß am Beispiel des ZIB:

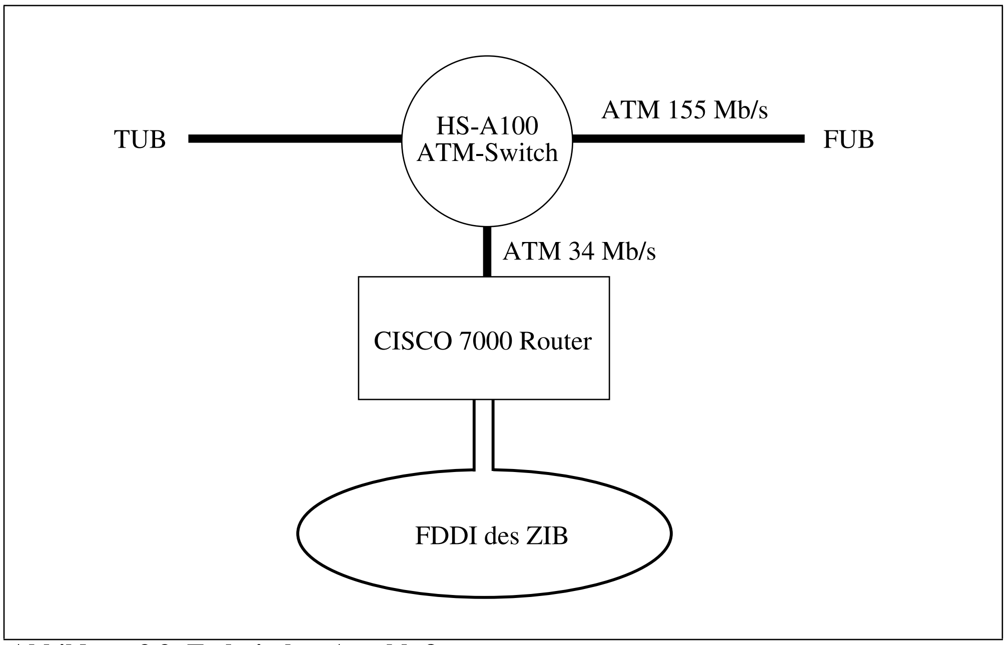

Abbildung 3.3: Technischer Anschluß

Die wesentlichen Komponenten der Geräte der Firma CISCO wurden im Dezember 1994 ausgeliefert und in Räumen des Rechenzentrums der TUB nach den Vorgaben der Geschäftsstelle des DFN-Vereins von Mitarbeitern von TUB und ZIB getestet. Dabei wurde bereits ein lokales Abbild des Berliner Netzes aufgebaut und mit echten Adressen testweise in Betrieb genommen. Nach Komplettierung der Lieferung, Ersatz defekter Teile und nach erfolgreichem lokalen Test wurden im April 1995 die Geräte in die Einrichtungen transportiert und mit dem Glasfasernetz verbunden. Auf Grund der vorhergehenden ausführlichen Tests und der bereits generierten Adressen konnte der Testbetrieb über das Berliner Netz sofort erfolgreich aufgenommen werden. Der Betrieb des Netzes wird bis auf weiteres nach den Vorgaben des DFN-NOC (Rechenzentrum der Universität Stuttgart) von den Rechenzentren der Einrichtungen selbst durchgeführt.

3.2 Genehmigung

Das Bundesamt für Post und Telekommunikation, Mainz hat inzwischen seine Außenstelle in Berlin angewiesen, dem LIT die Genehmigung zum Betrieb der Gesamtfernmeldenlage (siehe 2.6 "Gesetz über Fernmeldeanlagen") aller beantragten Standorte des integrierten Behörden- und Wissenschaftsnetzes zu erteilen. Bei Redaktionsschluß dieses Reports (15. Juni 1995) liegen der schriftliche Bescheid und gegebenenfalls notwendige Ausführungsbestimmungen noch nicht vor.

3.3 Lokale Netze der Universitäten

Im Laufe der Bewerbung um die Durchführung eines RTB hat sich herausgestellt, daß die Kosten für die interne Vernetzung der Einrichtungen nicht vom DFN-Verein übernommen werden. Der DFN-Verein fördert pro Einrichtung nur den zentralen Netzanschluß. Damit standen insbesonde die drei Universitäten vor großen finanziellen Schwierigkeiten, da sich die Projektpartner in den verschiedenen Fachbereichen meist nicht auf dem gleichen Grundstück wie der zentrale Verknüpfungspunkt im Hochschulrechenzentrum befinden. Erschwerend kam hinzu, daß zu diesem Zeitpunkt finanzielle Mittel für die lokale Vernetzung schon im Haushalt der jeweiligen Universität weitgehend gebunden waren. Im Laufe der Bewerbungsphase von 1,5 Jahren bis zum endgültigen Zuschlag durch den DFN-Verein ist es den Universitäten gelungen, finanzielle Mittel für die notwendige lokale Vernetzung bereitzustellen.

- Die FUB verbindet die bis zu acht Kilometer entfernten Standorte (Klinikum Benjamin Franklin, ZEAM, WRZ) mit der ZEDAT ebenfalls über vom LIT verlegte Lichtwellenleiter des Landes.
- Die TUB bindet das HFI (ca. 1 km) sowie die auf dem Campus befindlichen Institute aus den Bereichen Mathematik, Physik und Informatik über private Lichtwellenleiter an die ZRZ an.
- Die HUB muß für die Anbindung des Universitätsklinikum Charité sowie der Institute aus den Fachbereichen Chemie und Wirtschaftswissenschaften Glasfasern der Telekom für ein Jahr mieten. Auf Grund der erhöhten Bautätigkeit in der Mitte Berlins und der nur unzureichend vorhandenen Informationen über Kabeltrassen in diesem Bereich konnten diese Standorte nicht kurzfristig über vom LIT verlegte Lichtwellenleiter des Landes angeschlossen werden.

3.4 Kosten

Das DFN-Projekt „Berlin Regional Testbed“ wird während seiner Laufzeit von Oktober 1994 bis September 1996 mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) in Höhe von ca. 4,6 Mio DM gefördert. Davon entfallen

- ca. 1,1 Mio DM auf Netzgeräte (CISCO HS-A100 ATM-Switch, CISCO 7000 Router),
- 1,1 Mio DM auf Sachmittel (Hardware, Software, Einzelaufträge) und
- 2,4 Mio DM auf Personalmittel.

Das Land Berlin unterstützt das BRTB-Projekt mit der kostenfreien Überlassungvon Glasfasern aus dem Landesnetz. Die Einrichtungen selbst haben sich an der Finanzierung ihrer Stichstrecken beteiligt und die in ihren Räumen anfallenden Kosten des Glasfaseranschlusses übernommen.

Die beteiligten Einrichtungen stellen für ihre Projekte ebenfalls Personal und Sachmittel bereit. Der Umfang liegt in der Größenordnung der Fördermittel.

3.5 BRTB-Anwendungen

3.5.1 Visualisierung wissenschaftlicher Daten - *visual*

Projektverantwortliche: H.-C. Hege, H. Stüben; ZIB

Unterstützung des Projektes durch den DFN/BMBF: ca. 666.000 DM

Beschreibung des Projektes

Allgemeiner Hintergrund. Simulationsergebnisse aus Supercomputern sind oft so umfangreich, daß der Anwender nur einen Bruchteil davon direkt sichten kann. Komplexe Phänomene lassen sich, wenn überhaupt, meist nur mit erheblichem Aufwand und umfangreichem Vorwissen auf wenige Zahlen reduzieren. Datenreduktion birgt jedoch die Gefahr, daß wesentliche Information verloren geht. Insbesondere unerwartete und damit besonders interessante Phänomene können ausgefiltert werden.

Durch Nutzung der geeigneten „Mensch-Maschine-Schnittstelle“, nämlich des menschlichen Sehsystems, läßt sich die Situation erheblich verbessern. Der Mensch verfolgt mühelos einen Film von 25 Bildern pro Sekunde, was bei hohen Bildauflösungen unkomprimiert einem Datentransferrate von ca. 100 MB/s entspricht. Er ist darüber hinaus mit einem hervorragenden „Mustererkennungsapparat“ ausgestattet. Beispielsweise erkennt er beim Betrachten der bildlichen Darstellung des Strömungsfeldes einer hydrodynamischen Simulation mühelos und ohne merkliche Verzögerung die Wirbelsysteme und Schockflächen sowie deren zeitliche Veränderungen. Die gleichen Muster, dargeboten in Listen von mehreren hunderttausend Zahlen, würden dem menschlichen Betrachter völlig verborgen bleiben.

Das allgemeine Ziel ist, das leistungsfähige Seh- und Mustererkennungssystem des Menschen zur mentalen Erfassung umfangreicher, computererzeugter oder empirisch gewonnener Daten zu nutzen. Grundlage der visuellen Darstellung von Daten ist die 3D-Computergrafik und der Computerfilm auf hochauflösenden Rastergrafik-Geräten. Für die Interpretation und Präsentation der Resultate ist auch die Aufzeichnung auf geeigneten Medien (Papier, Dia, Video, Film) wichtig.

Netzverteilte Visualisierung. Die Erstellung von Visualisierungen ist ein stark interaktiver Prozeß und sollte möglichst am Arbeitsplatz des Wissenschaftlers stattfinden. Eine komplette Visualisierungsumgebung, bestehend aus Hardware (Grafik-Workstation, Video-Equipment) und Software (für Bildsynthese, Bildverarbeitung, Video-Steuerung) erfordert allerdings *erhebliche Investitionen*. Allein aus Kostengründen empfiehlt sich daher die Nutzung zentraler Ressourcen. Ein weiterer Grund ist der erhebliche, von kleinen Arbeitsgruppen nicht zu leistende Aufwand für die Pflege der entsprechenden Hard- und Software. Darüberhinaus übersteigt bei Simulationen auf Supercomputern das Volumen der numerischen Ergebnisse häufig die an den Arbeitsplatz des Wissenschaftlers zu transportierende Bildinformation (zumindest nach Automatisierung des Visualisierungsprozesses), so daß Bildsynthese und Filmaufzeichnung möglichst auch im entsprechenden Rechenzentrum geschehen sollten.

Derzeitiger Stand und allgemeines Ziel. Wissenschaftliche Visualisierung wird von den Anwendern in den Universitäten und Forschungseinrichtungen Berlins lokal eingesetzt, jedoch handelt es sich überwiegend um nicht vernetzte Einzellösungen, weil die bisherige Netzinfrastruktur für integrierte Lösungen nicht ausreicht. Sowohl seitens der Pilotanwender als auch vom ZIB wurden bereits erhebliche Vorleistungen für verteilte Visualisierungsanwendungen erbracht. Ziel dieses Teilprojektes ist, hierauf aufbauend die Entwicklungen auf einer erheblich verbesserten Netzinfrastruktur nutzbar zu machen. Hierbei sollen nach Möglichkeit etablierte Standards und geeignete verfügbare Software (kommerziell oder Public Domain) eingesetzt werden.

Das Projekt wird in enger Kooperation mit ausgewählten Pilotanwendern verschiedener Fachgebiete aus den Universitäten und Forschungseinrichtungen in Berlin durchgeführt. In Zusammenarbeit mit den Pilotanwendern sollen beispielhafte Lösungen für Visualisierungsanwendungen aufgebaut werden. Wir erwarten hiervon langfristig eine Breitenwirkung für alle Benutzer der Berliner Höchstleistungsrechner. Die Projektarbeiten sollen mit ähnlichen Projekten der anderen RTBs koordiniert und die Ergebnisse gemeinsam genutzt werden.

Im Rahmen dieses Teilprojekts sind die folgenden Pilotanwendungen geplant:

- Berechnung und Visualisierung elektrochemischer Redoxprozesse (HUB, Chemie)
- Visualisierung der Staubbildung in pulsierenden Sternatmosphären (TUB, Astrophysik)
- Videoanimation der Struktur komplexer Fluide (TUB, Physik)
- Visualisierung großer wissenschaftlicher Datenmengen in der Strömungsmechanik - Computational Fluid Dynamics (CFD) (TUB, HFI)
- Visualisierung numerischer Algorithmen (TUB, Mathematik)
- Berechnung und Visualisierung quantenchemischer Streuprozesse (HMI)

Projektziel

Ziel des Projektes ist, eine geeignete *Infrastruktur* aus Hard- und Software aufzubauen, die Wissenschaftlern in verschiedensten Instituten die Möglichkeit gibt, unter Nutzung des MAN und zentral bereitgestellter, hochwertiger Geräte

- Visualisierungen (von niedriger bis höchster Qualitätsstufe),
- Video- und Dia-Produktion,
- visuelle Online-Kontrolle und interaktive Steuerung von Supercomputer-Simulationen

durchzuführen.

Zentral genutzte Geräte werden sein:

- Höchstleistungsrechner (Vektorrechner und massiv-paralleler Rechner)
- Render Server (Hochleistungs-Grafikrechner)
- Massenspeichersysteme (für Simulationsdaten, Bilder und Filme) mit entsprechender Datenbank-Software
- digitale und analoge Aufzeichnungssysteme für Bild, Film und Ton
- Schnitt- und Mischsysteme, Filmeditoren.

An den Arbeitsplätzen der Wissenschaftler in den beteiligten Einrichtungen werden Grafikworkstations (im Low- bis High-End-Bereich) eingesetzt.

3.5.2 Hypermedia-Lehreinheiten in der Studentenausbildung - *mmserv*

Projektverantwortlicher: Dr. N. Apostolopoulos, FUB

Unterstützung des Projektes durch den DFN/BMBF: ca. 662.000 DM

Beschreibung des Projekts

Der Fachbereich Wirtschaftswissenschaft der FUB ist mit seinen 5000 Studenten und über 40 Hochschullehrern einer der größten in der Bundesrepublik. Daraus ergeben sich Massenveranstaltungen im Grund- und Hauptstudium, bei denen wegen der geringen Betreuungsdichte der Lernerfolg sowohl von den Studenten als auch von den Dozenten als gering eingeschätzt wird. Abhilfe wurde bisher durch Übungen und Tutorien geschaffen, welche aber sehr personalintensiv und damit aufwendig sind. Dieser Mangel soll nun durch Erstellung von interaktiven hypermedialen Lehreinheiten möglichst behoben werden. Durch die neue Lernform sollen die Studenten ihrem Lernfortschritt entsprechend im "Selbststudium" die Grundlagen eines Faches erarbeiten bzw. eine Vorlesung nacharbeiten können. Hierdurch ist eine Effektivierung der Lehre erreichbar und damit eine Studienzeitverkürzung denkbar. Die Dozenten in den Veranstaltungen können sich dann besser den Fragen, aktuellen Problemstellungen und fachlichen Diskussionen widmen. Der Einsatz von Visualisierungstechniken (Hyperlinks, grafische Aufbereitung, Videosequenzen, Animation, grafisch unterstützte Simulation etc.) und Mensch-Maschine-Interaktion trägt wesentlich zum Verständnis abstrakter Zusammenhänge und Theorien bei. Deshalb wird insgesamt mit einer substantiellen Verbesserung der Wissensvermittlung gerechnet.

Ein weiterer Schwerpunkt dieses Projekts ist die Umsetzung eines Teils der Schulungsunterlagen des an der FUB etablierten Fernstudiums "Weiterbildendes Studium Technischer Vertrieb" in Multimedia-Lehreinheiten. Eine der Hauptaufgaben eines Fernstudiums ist die Entwicklung ausführlicher Schulungsunterlagen. Im vorliegenden Fall ist bisher mit Hilfe von DTP-Methoden ein sehr umfangreiches Handbuch zum Themengebiet des Business-to-Business-Marketing (B-T-B-Marketing) für Berufseinsteiger, Praktiker und Leitungsverantwortliche im technischen Vertrieb erstellt worden. Es dient als Grundlage für autodidakte Weiterbildung sowie für Dozenten in der betrieblichen Weiterbildung. Außerdem wird es von Dozenten und Studenten in den Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften zur systematischen Aufarbeitung der Lehrinhalte in diesem Bereich eingesetzt. Der Einsatz dieser Lehreinheiten wird sowohl bei Berufstätigen - dort wo die technischen Voraussetzungen dies ermöglichen ("distance learning") - als auch bei Studenten des Hauptstudiums der beiden beteiligten Universitäten im Fach Marketing erprobt. Durch den Einsatz neuer hypermedialer Systeme soll der Lernerfolg bei beiden Gruppen dank besserer Aufbereitung des Stoffes erheblich gesteigert werden.

Beide Themenbereiche und insbesondere der Schwerpunkt ”Technischer Vertrieb” sind (wegen bereits existierender Kooperation der beteiligten Forschergruppen) auch für die wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Humboldt Universität von Bedeutung, so daß die Anwendungen in beiden Bereichen erprobt und bewertet werden können.

Zusätzlich zu den Eigenentwicklungen sollen bereits fertige Hypermedia-Lehreinheiten angeboten werden, welche z. Zt. wegen fehlender technischer Infrastruktur überwiegend als stand-alone Lösungen verfügbar sind. Hier wird insbesondere auf das Projekt Hermes (Universität Würzburg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik) sowie auf die Multimedia-Kurseinheiten der Fernuniversität Hagen (Datenbanken, KI-Systeme) verwiesen, welche auf große Resonanz stoßen. Diese Systeme machen jedoch (teilweise aus Kostengründen) eingeschränkt von Audio- und Videosequenzen Gebrauch und sind daher eher wie Nachschlagwerke einzusetzen.

In diesem zentralen Punkt unterscheidet sich der Ansatz dieses Projekts von den bisherigen Ansätzen aus diesem Themenkomplex. Durch die direkte Einbindung des Dozenten ("Digitalisierung" von Vorlesungsabschnitten bzw. durch Darstellung konkreter Anwendungsbeispiele (z. B. ”Aquisitions-Situationen im Vertrieb” oder ”Bewertung von Finanzierungsangeboten durch Experten”) sowie durch die Einblendung von realen ”case-studies” im Rahmen einer Lehreinheit soll von der schematischen Darstellung eines Sachverhalts zu einer ”lebendigen” Form der Wissensvermittlung übergegangen werden. Solche Lehreinheiten werden mit Sicherheit nicht den Frontalunterricht ersetzen sondern ihn ergänzen. Derartige Verdeutlichungen (Praxisbeispiele, Forschungsberichte oder Erklärungen des Dozenten) können nur durch Einsatz von audiovisuellen Filmsequenzen erzeugt und vermittelt werden. Ob der Einsatz von Zeichentrickfilmen (geringeres Datenvolumen) hierfür genügt, kann z. Zt. nicht beantwortet werden, deren Erstellung ist auf jeden Fall sehr aufwendig.

Entferntes Ziel dieses Ansatzes ist es nicht ”Unterricht on demand” zu realisieren sondern die Vor- und Nachbearbeitungsphase des Lernens aktiv zu unterstützen.

In Form von Kooperationen mit Kommunikations- und Verlagsträgern ist die Erstellung von hypermedialen Einheiten auch über die Universitätsgrenzen hinaus möglich, wie dies mit Vorlesungs-Skripten und Lehrbüchern bereits heute praktiziert wird. Bei flächendeckender MAN-Infrastruktur können die Lehreinheiten von jedem angeschlossenen kompatiblen Endgerät genutzt werden.

Projektziel

Das Projekt *mmserv* hat als Hauptziel, einen Multimedia-Service einzurichten sowie mit Dozenten in einer verteilten Umgebung interaktive hypermediale Lehreinheiten aus dem Bereich der Wirtschaftswissenschaften zu erstellen und einer breiten Anwenderschaft (lokal und im gesamten RTB-Bereich) über ein digitales Netz zugänglich zu machen. Im Rahmen dieses Projekts werden zunächst zwei Pilotanwendungen (Fernstudium "Technischer Vertrieb" und Finanzwissenschaft) erstellt. Zusätzlich werden bereits existierende oder während der Projektlaufzeit fertiggestellte Multimedia-Applikationen in das Angebot des "high-speed-LAN" aufgenommen.

3.5.3 Einheitliche Datenumgebung auf heterogenen Rechnersystemen - *afs*

Projektverantwortlicher: G. Maierhöfer, ZIB

Unterstützung des Projektes durch den DFN/BMBF: ca. 326.000 DM

Beschreibung des Projektes

Die immer fortschreitende Vernetzung heterogener Rechnersysteme verursacht für den Anwender häufig Schwierigkeiten, da er verstärkt mit unterschiedlichen Systemphilosophien (z. B. UNIX versus MS-DOS) und Namenskonventionen (z. B. Zugriffspfade unterschiedlicher UNIX-Derivate) konfrontiert wird und damit arbeiten muß. Wünschenswert wäre eine Abstraktion der zugrundeliegenden Architekturen, um dem Anwender einen transparenten Zugriff auf seine Daten bzw. Programme zu gestatten. Dazu müßten die Zugriffspfade unabhängig vom Zugriffsort des Anwenders gleich sein.

Im Bereich der Informationssuche hilft ein einheitlicher Namensraum dem Anwender, gezielt auf Information zuzugreifen bzw. relevante Information schnell zu finden. So existieren Namenskonventionen bei verschiedenen Informationsdiensten, die – sofern beim Anwender bekannt – bei der Suche nach relevanter Information hilfreich sind. Beispielsweise wird beim *File Transfer Protocol* (FTP) die Empfehlung ausgesprochen, Daten sowie Programme für den freien („anonymen“) Zugang stets in einem Verzeichnis „/pub“ abzulegen.

Aufgrund von unterschiedlichen syntaktischen Konventionen der verschiedenen Betriebssysteme, kann jedoch keine vollständige Einheitlichkeit erreicht werden. So werden Pfadkomponenten in der UNIX-Welt mit „/“ in der PC-Welt jedoch mit „\“ getrennt. Beide Zeichen sind aber *funktional äquivalent*. Im Bereich der Datenhaltung kann eine vollständige Transparenz über Rechnerarchitekturgrenzen hinweg erreicht werden. Dem Anwender spänne sich damit dann ein *einheitlicher Namensraum* auf. Dabei soll der Namensraum nicht nur auf eine einzelne Institution beschränkt sondern instituts- und sogar länderübergreifend sein.

Zwar wird schon heute das *Network File System* (NFS) zum Einrichten lokaler einheitlicher Namensräume eingesetzt, doch bietet NFS weder die notwendige Effizienz noch die erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen, um dies auch nur institutsübergreifend durchzuführen. Im Rahmen dieses Teilprojekts wird auf der Basis des *Andrew File System* (AFS) bzw. *Distributed Computing Environment/Distributed File Service* (DCE/DFS) der *Open Software Foundation* (OSF) ein einheitlicher Namensraum für interessierte Teilprojekte eingerichtet, da diese *verteilten Dateisysteme* alle oben genannten Bedingungen erfüllen und auch für alle in den BRTB-Projekten relevanten Rechnerarchitekturen zur Verfügung stehen bzw. stehen werden.

Wesentlich für die Effizienz des Zugriffs auf die Datenbestände ist deren Vorhaltung in der Nähe des Anwenders (*Lokalität*). Dazu werden Kopien (*Replikate*) der Daten beim Anwender angelegt (*caching*). Somit kann lokal auf den Daten operiert werden, so daß die Netzbelastung vermindert wird. Lediglich beim Verändern der Daten muß ein Abgleich mit der Primärkopie erfolgen. Sowohl AFS als auch DCE/DFS bieten Verfahren zur automatischen Konsistenzerhaltung an. Für System- und Anwenderprogramme kann eine effizientere und sicherere (konsistentere) Software-Verteilung als mit herkömmlichen Systemen erreicht werden:

- Effizienter deshalb, weil Replikate der Software auf Servern bei den Anwendern hinterlegt werden können, so daß ein direkter und schneller Zugriff möglich ist.
- Sicherer, weil durch die automatische Konsistenzerhaltung die Aktualität der Kopien gewährleistet ist und durch die Replikate selbst bei Ausfall einer oder mehrerer Systemkomponenten in der Regel mindestens ein Replikat für den Zugriff erhalten bleibt.

Um auch sehr große Datenmengen, wie sie z. B. in der Visualisierung bei der Erstellung von Bewegtbildern anfallen (im Bereich mehrerer Gigabyte (GByte)), verarbeiten zu können, werden leistungsfähige *Datenserver* mit hoher Speicherkapazität und Anbindung an Höchstleistungsdatennetze benötigt. Das ZIB bietet bereits mit dem an einer Cray Y/MP angeschlossenen Magnetbandroboter der Firma *Storage Tek* ausreichende Leistung und Speicherkapazität an, um diese Datenmengen verwalten zu können. Mit Hilfe von AFS bzw. DCE/DFS kann zusätzlich ein effizienter und architekturunabhängiger Zugriff auch für Anwender entfernter Institute realisiert werden. Mit einer Modifikation des Standard AFS, dem „Multi-Resident AFS“ (MR-AFS), ist sogar die Installation eines impliziten Backup-Mechanismus möglich.

Projektziel

Es soll ein Basisdienst zur komfortablen und effizienten verteilten Datenhaltung auf heterogenen Rechnersystemen zur Verfügung gestellt werden. Dabei ist für den Nutzer der Zugriff auf Daten und Programme *transparent*: Die Lokalisation der Daten und Programme auf den realen Maschinen wird vor ihm verborgen. Durch Datenreplikation wird zum einen eine Transfer- und Zugriffsoptimierung erreicht. Zum anderen ergibt sich eine weitaus größere Ausfallsicherheit. Mit dem Anbieten eines solchen Dienstes wird auch das Ziel verfolgt, eine dezentrale Administration des Zugangs und der Ressourcen sowie eine vereinheitlichte Software-Verteilung zu erreichen. Letzteres bedeutet für die Berliner Wissenschaft die Verfügbarkeit eines globalen Informationsraums, in dem das Informationsangebot kooperativ durch die beteiligten Institutionen eingebracht wird.

3.5.4 Medizinische Bildverarbeitung - *medbild*

Projektverantwortliche: Prof. Dr. T. Tolxdorff, FUB-UKBF, Prof. Dr. H. U. Lemke, TUB

Unterstützung des Projektes durch den DFN/BMBF: ca. 638.000 DM

Beschreibung

Die Bedeutung verteilter medizinischer Dienste wird in den nächsten Jahren zunehmen. Die Steigerung der ambulanten Versorgung, notwendige Einsparungen und restriktivere Auslegung wie zum Beispiel bei der Großgeräteverordnung werden sich nur dann nicht negativ auf die Gesundheitsversorgung auswirken, wenn die von Spezialisten oder spezialisierten Zentren gewonnenen medizinischen Daten auch extern von den behandelnden Ärzten nutzbar sind. Weiterhin wird der Aufbau von multimedialen Datenbanken insbesondere im Bereich bildgebender Verfahren und bei Operationsplanungen zu einer verbesserten Ausbildungssituation führen. Ein weiterer wichtiger Vorteil ist die Entwicklung neuer wissenschaftlicher und medizinischer Verfahren (zum Beispiel in der Auswertung von MRT-, d.h. Kernspintomographiebildern), die nur in enger Zusammenarbeit mit den entsprechenden Fachbereichen der Universitäten oder Forschungseinrichtungen möglich ist. Die Problematik verteilter medizinischer Dienste soll hier exemplarisch anhand neuer radiologischer Diagnoseverfahren, die für beide Universitätsklinika über eine Videokonferenz nutzbar gemacht werden, untersucht werden. Vorarbeiten, welche nachfolgend genauer beschrieben werden, sind bereits erfolgt. Realisiert wird das Projekt durch die Anpassung der im weiteren dargestellten Softwaresysteme an Anforderungen und Möglichkeiten der Remote-Rechner, der verteilten Dienste und der klinischen Bedürfnisse.

Im März 1994 wurde Prof. Dr. B. Hamm als Leiter der Radiologischen Abteilung der Charité neu berufen. Prof. Hamm ist Spezialist auf den Gebieten der Kernspintomographie und der Sonographie. Ein Schwerpunkt seines medizinischen Interesses besteht darin die Möglichkeiten der *Remote Expert Consultation* (REC), des *Resource-Sharing* (Rechner und Computer Tomographen) und der *Teleradiologie* zur Erweiterung der Diagnostik gewinnbringend zu nutzen.

Durch die Einbindung der im Rahmen des AIM Projektes MILORD an der Technischen Universität entwickelten interaktiven 3-D-Visualisierungstools und des Telekonferenzsystems soll durch “resource-sharing” (Nutzung der Hochleistungsrechner) den klinischen Projektpartnern der Institute für Röntgendiagnostik der Universitätsklinika Charité und Universitätsklinikum Benjamin Franklin (UKBF) eine schnellere und präzisere Diagnose mit Hilfe einer Telekonferenz ermöglicht werden (siehe Abbildung 3.4).

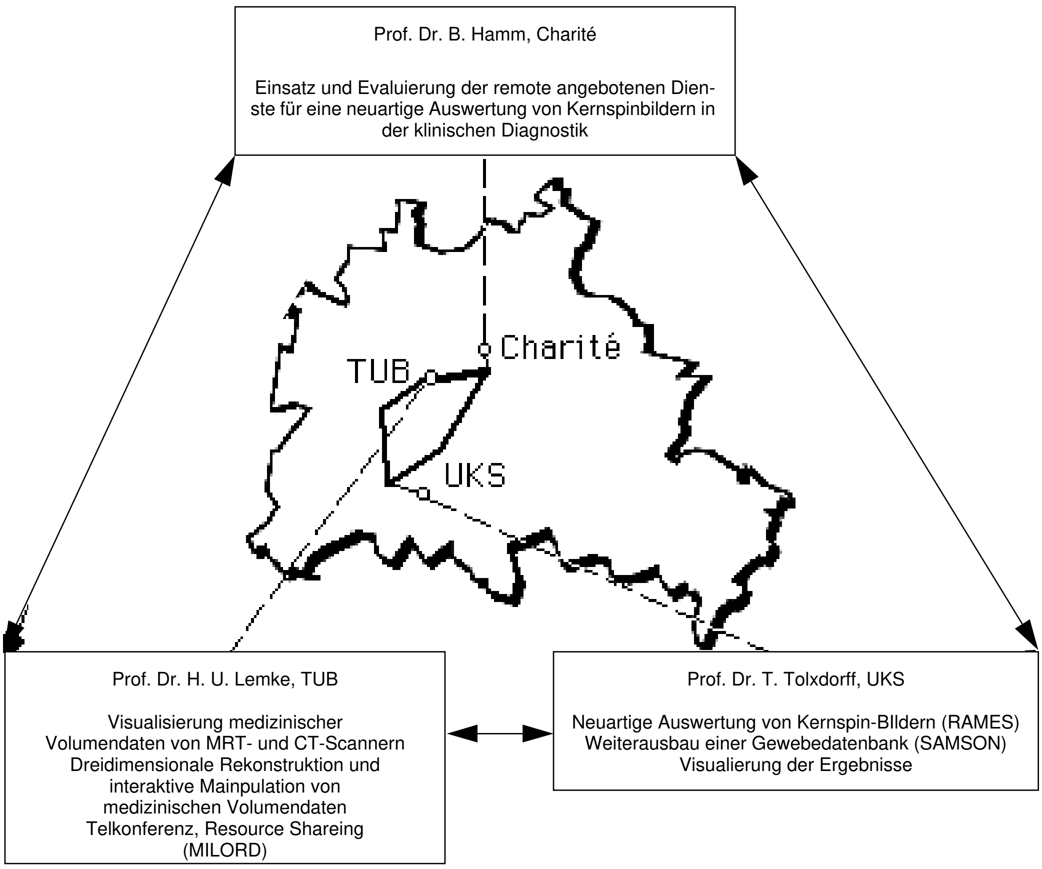

Abbildung 3.4: Zusammenarbeit im Projekt

Weiterhin sollen die dadurch verfügbaren Ressourcen an Rechner- und Datenkapazitäten zur Grundlagenforschung im Bereich der bildgebenden Verfahren und zur Weiterentwicklung bei der interaktiven Operationsplanung genutzt werden, welche bei Projektpartner Prof. Dr. Lemke schon in ersten Prototypen existieren. Neu entwickelte 3-D-Visualisierungstools und MRT-Sequenzen mit den entsprechenden Auswerteprogrammen sollen zur Diagnose und Therapiekontrolle bei Tumoren im Kopfbereich eingesetzt werden. Die Kommunikation der beteiligten Partner soll dabei über eine Video-Konferenz erfolgen. Ein vom Antragsteller Tolxdorff entwickeltes umfangreiches Softwaresystem (RAMSES) erlaubt eine neuartige und genauere Analyse der bei der Kernspintomographie auftretenden multiparametrigen Relaxationsvorgänge. Die so erstmalig mögliche Beurteilung der biochemischen Eigenschaften der untersuchten Volumenelemente wird durch ein weiteres neu entwickeltes Softwaresystem (SAMSON) zur Charakterisierung des Gewebes hinsichtlich pathologischer Prozesse genutzt und die Information in einer Gewebedatenbank zur späteren Diagnoseunterstützung abgelegt. Die Entwicklung der Softwaresysteme wurde von der DFG gefördert. Sie werden mit Erfolg sowohl im Klinikum der RWTH Aachen als auch im Max-Planck-Institut für Neurologische Forschung in Köln eingesetzt. Die Kombination mit den neuentwickelten interaktiven 3-D-Visualisierungstools, die im Fachbereich Informatik der TU Berlin in der Arbeitsgruppe Prof. H. U. Lemke im Rahmen des AIM Projektes MILORD entwickelt wurden und auf Erkenntnissen von BERKOM Projekten (MEDAP/COMED) basieren, verspricht neuartige Erkenntnisse bei der klinischen Diagnose. Im Rahmen des MILORD-Projekts ist eine Pilotinstallation des MILORD-Systems in der Radiologischen Abteilung der Charité im Testeinsatz. Diese Installation umfaßt einen 2-D-Medizinischen Arbeitsplatz mit Telekonferenzfunktionalität, sowie 3-D-Visualisierungstools, welche ebenfalls in *medbild* einfließen werden.

Projektziel

Es sollen Dienste für die verteilte Diagnose anhand neuester medizinischer Diagnoseverfahren unter Einsatz neu entwickelter interaktiver 3-D-Visualisierungsverfahren zur Verfügung gestellt werden.

3.5.5 Ein Hotline und Consulting System im Regionalen Testbed - *hotcon*

Projektverantwortliche: Arne Fellien, Lutz Nentwig, FhG-ISST

Unterstützung des Projektes durch den DFN/BMBF: ca. 748.000 DM

Beschreibung des Projektes

In einer geographisch verteilten Umgebung ist es schwierig, den Benutzern Hilfe in Problem- und/oder Fehlersituationen anzubieten. Um ein Problem zu lösen, muß häufig ein Spezialist gefunden werden. In der Regel sind Spezialisten nicht unmittelbar verfügbar oder befinden sich an weit entfernten Orten oder man kennt keinen.

Es ist daher sinnvoll, ein rechnergestütztes System einzusetzen, das Benutzer in Problem- oder Fehlersituationen durch Vermittlung zum richtigen Spezialisten unterstützt. Das System *hotcon* soll sowohl für einen Hotline-Betrieb (User Help Desk) mit einer Fehlerdatenbank als auch als Beratungssystem (Consulting) in geographisch verteilten Umgebungen eingesetzt werden. *hotcon* unterstützt einen Dialog zwischen einem Benutzer und einem Berater. Der Dialog führt zur Eingrenzung und Präzisierung des Problems und trägt damit zur effizienten Lösungsfindung bei. Eine Beratung findet daher zwischen mindestens zwei Personen statt. Dabei können weitere technische Hilfsmitte z.B. Analysewerkzeuge, benutzt werden.

In einer Problemsituation wendet sich ein Benutzer an das *hotcon*-System mit der Bitte um Beratung, z.B. indem er eine Frage formuliert. Dem Benutzer wird von *hotcon* automatisch ein Berater aus einem Pool von Spezialisten zugeordnet (Abbildung 3.6).

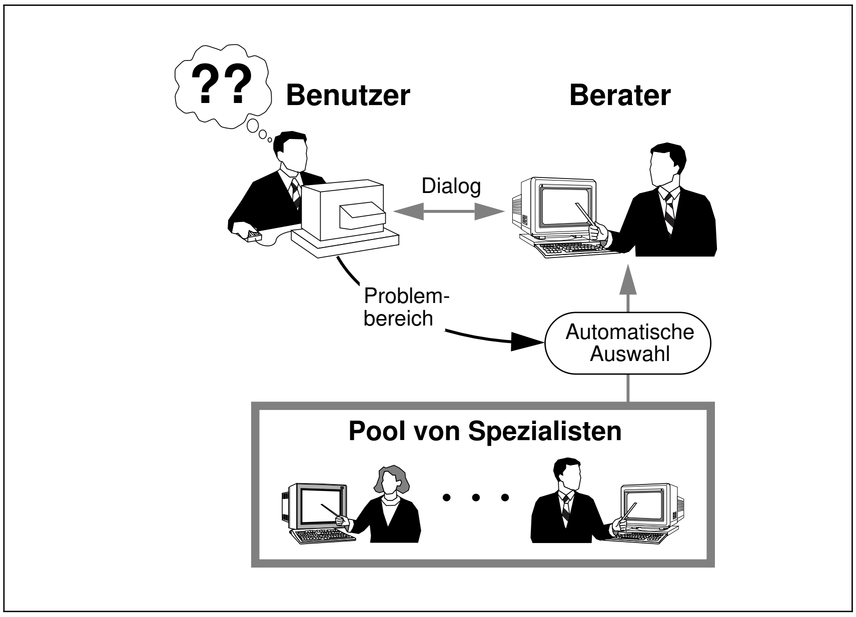

Abbildung 3.6: Problemlösungsprozeß

Jeder Spezialist wird nach bestimmten Themengebieten und Prioritäten klassifiziert. Die Zuordnung der Spezialisten zu Problemen durch das System erfolgt dann anhand dieser Klassifikation. Der ausgewählte Berater kann entweder die Frage sofort beantworten oder mit dem Benutzer einen Dialog zur Lösung des Problems aufnehmen. Dieser Dialog kann interaktiv (online) oder auch nicht interaktiv (offline) erfolgen. Ist ein Berater allein nicht in der Lage, das Problem zu lösen, kann er weitere Berater in den Dialog einbeziehen, die dann miteinander kooperieren. Es ist daher möglich, eine Beratung unter Live-Bedingungen durchzuführen.

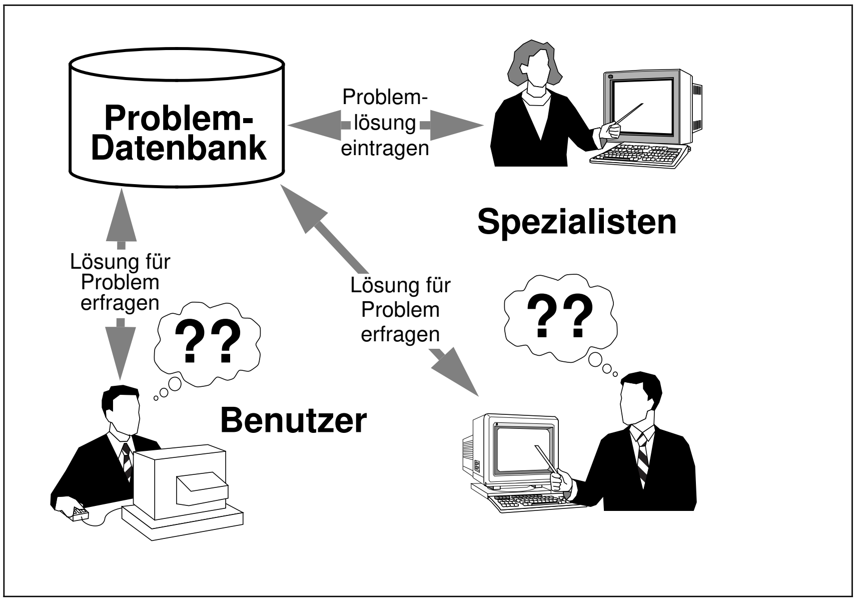

Abbildung 3.7: Unterstützung durch die Problemdatenbank

Zur Unterstützung des Dialoges steht den Benutzern und den Beratern eine Multimedia-Umgebung mit einer entsprechenden Benutzungsoberfläche zur Verfügung. Für die Problemlösung können Videokonferenzen, Video- und Audiosequenzen, Bilder oder Bildschirmabzüge benutzt werden. Ein Benutzer kann z.B. einem Berater seinen Bildschirmabzug schicken, damit dieser die Fehlersituation genau analysieren kann, oder es kann bei einer Konferenzschaltung allen Konferenzteilnehmern der Ablauf einer Applikation, bei dem sich das zu lösende Problem zeigte, vorgeführt werden, um den Kontext und den Sachverhalt darzustellen.Nach der Beendigung des Dialoges kann der Berater das Problem samt Lösung in eine Problemdatenbank übernehmen. Da bei einem Dialog auch Video- oder Audiosequenzen verwendet werden, können diese in die Datenbank übernommen werden. Die Problemdatenbank kann sowohl von den Benutzern als auch von den Spezialisten jederzeit zur Suche nach bereits gelösten Problemen benutzt werden (Abbildung 3.7).

Projektziel

Es soll eine Systemumgebung bereitgestellt werden, mit der einzelne Nutzer aus einer dezentral verteilten Nutzergruppe von einer ggf. auch dezentralen Beratergruppe beraten werden können.

4 Ausbau des Berliner Breitbandnetzes (BRAIN)

Berlin Research Area Information Network (BRAIN) ist das sich entwickelnde Berliner Breitbandnetz für die Wissenschaft. Die erste Stufe von BRAIN ist das Netz des „Berlin Regional Testbed", das BRTB-Netz.

Abbildung 4.1: Logo des BRAIN

Nachdem im Jahre 1994 die Berliner MAN-Planungsgruppe vorrangig die Infrastruktur-Planungen für das BRTB gemeinsam mit dem LIT und der Geschäftsstelle des DFN-Vereins durchgeführt hatte und Anfang 1995 die Betriebsaufnahme für das BRTB-Netz realisiert hat, liegt der Schwerpunkt der Arbeitsgruppe nun bei der Planung und Realisierung des BRAIN. Dafür wurde die zuständige MAN-Planungsgruppe in die BRAIN-Planungsgruppe übergeführt. Sie besteht unverändert aus denselben Mitgliedern: je ein Vertreter aus den Rechenzentren der Universitäten und des ZIB.

Die BRAIN-Planungsgruppe hat Anfang Mai 1995 ein Planungspapier zu BRAIN erarbeitet und der Senatsverwaltung für Wissenschaft und Forschung sowie den Berliner Universitäten und den technisch orientierten Fachhochschulen sowie dem ZIB zur Begutachtung und Beschlußfassung vorgelegt. Da dieses Papier zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts (Juni 1995) von der Senatsverwaltung, den Hochschulen und dem ZIB noch nicht verabschiedet wurde, können im folgenden nur unverbindlich die Empfehlungen der BRAIN-Planungsgruppe für ein allumfassendes Berliner Breitbandnetz für die Wissenschaft beschrieben werden.

4.1 Zielstellung

- BRAIN ist offen für wissenschaftliche Einrichtungen Berlins und Brandenburgs. Neben wissenschaftlichen Einrichtungen können sich an BRAIN wissenschaftsnahe Einrichtungen aus Bildung, Kultur und Wirtschaft anschließen.
- BRAIN ist ein Betriebsnetz und muß entsprechende Anforderungen hinsichtlich der Betriebssicherheit und der Dienstgüte erfüllen. Für die angeschlossenen Einrichtungen müssen hinreichend langfristig die Betriebsgarantie, der Investitionsschutz für die aktive und passive Netztechnik und die finanzielle Planbarkeit der Ausgaben für die Nutzung des Netzes gegeben sein. Andererseits soll es als Netz vorwiegend für den Wissenschaftsbereich die abgestimmte frühzeitige Einführung und den betriebsnahen Test neuer Netztechnologien und -dienste ermöglichen.
- BRAIN ist ein nichtkommerzielles Netz. Die Gebühren der Teilnehmer finanzieren ausschließlich den Betrieb und den Ausbau des Netzes.
- BRAIN ist zunächst ein Datennetz. Bei Verfügbarkeit der notwendigen Netzwerktechnik- und -verfahren sowie Vorliegen der fernmelderechtlichen Voraussetzungen ist aber auch die Sprachkommunikation über BRAIN vorgesehen.

- *BRAIN* soll als Backbone-Netz sowohl die lokalen Netze bzw. Teilnetze der teilnehmenden Einrichtungen verbinden als auch als Träger für direkte Hochgeschwindigkeitsanwendungen zwischen einzelnen Teilnehmern dienen. Über *BRAIN* soll seinen Teilnehmern der breitbandige Übergang zu anderen Netzen Berlins, zum deutschen Wissenschaftsnetz WiN und über dieses zum Internet ermöglicht werden.

Bei der technischen und organisatorischen Realisierung des *BRAIN* wird u.a. von folgenden Grundsätzen ausgegangen:

- Für den Übergang aus dem *BRAIN* in das Wissenschaftsnetz WiN stehen zunächst zwei WiN-Anschlüsse mit der Kapazität von 2 Mbit/s an TUB und am ZIB zur Verfügung. Es ist kurzfristig (1995) ein Ausbau mit einem weiteren 2-Mbit/s-Anschluß und mittelfristig (1996) die Ablösung dieser Anschlüsse durch einen 34-Mbit/s-Anschluß vorgesehen. Die Teilnahme am *BRAIN* schließt die Nutzung des WiN und des Internet jedoch nicht automatisch ein. Hierzu sind Vereinbarungen mit dem DFN-Verein als Träger des WiN, mit dem ZIB als Vertragspartner des DFN-Vereins für die WiN-Rahmenvereinbarung Berlins, mit Internet-Mehrwertdienstanbietern und und mit dem *BRAIN*-Betreiber notwendig.
- Fernmelderechtlich wird das *BRAIN* bis zum Fortfall des Netzmonomols (31. Dezember 1997) innerhalb der Gesamtfernmeldeanlage des Landes Berlins, vertreten durch das LIT, betrieben.
- Die für die Herstellung des Zugangs zum *BRAIN* notwendigen Leitungs- und Gerätekosten sind durch den Teilnehmer zu tragen, wobei der Netzanschluß unterschiedlich hinsichtlich der Leistung und der Kosten sein kann. Die Finanzierung der Betriebskosten und des Ausbaus des *BRAIN* erfolgt über die von den Teilnehmern erhobenen Nutzungsgebühren. Die Gebühren werden mit Hilfe von Klassen der Zugangskapazität, der Größe der Einrichtung bzw. unter Hinzuziehung von Volumenklassen auf der Basis des Datenverkehrs des jeweiligen Vorjahres erhoben.

4.2 Zweite Stufe von BRAIN

Noch im Jahr 1995 wird als erster Ausbauschritt des Breitbandnetzes BRAIN die Realisierbarkeit des Anschlusses für weitere Wissenschaftseinrichtungen geprüft (siehe Abbildung 4.2):

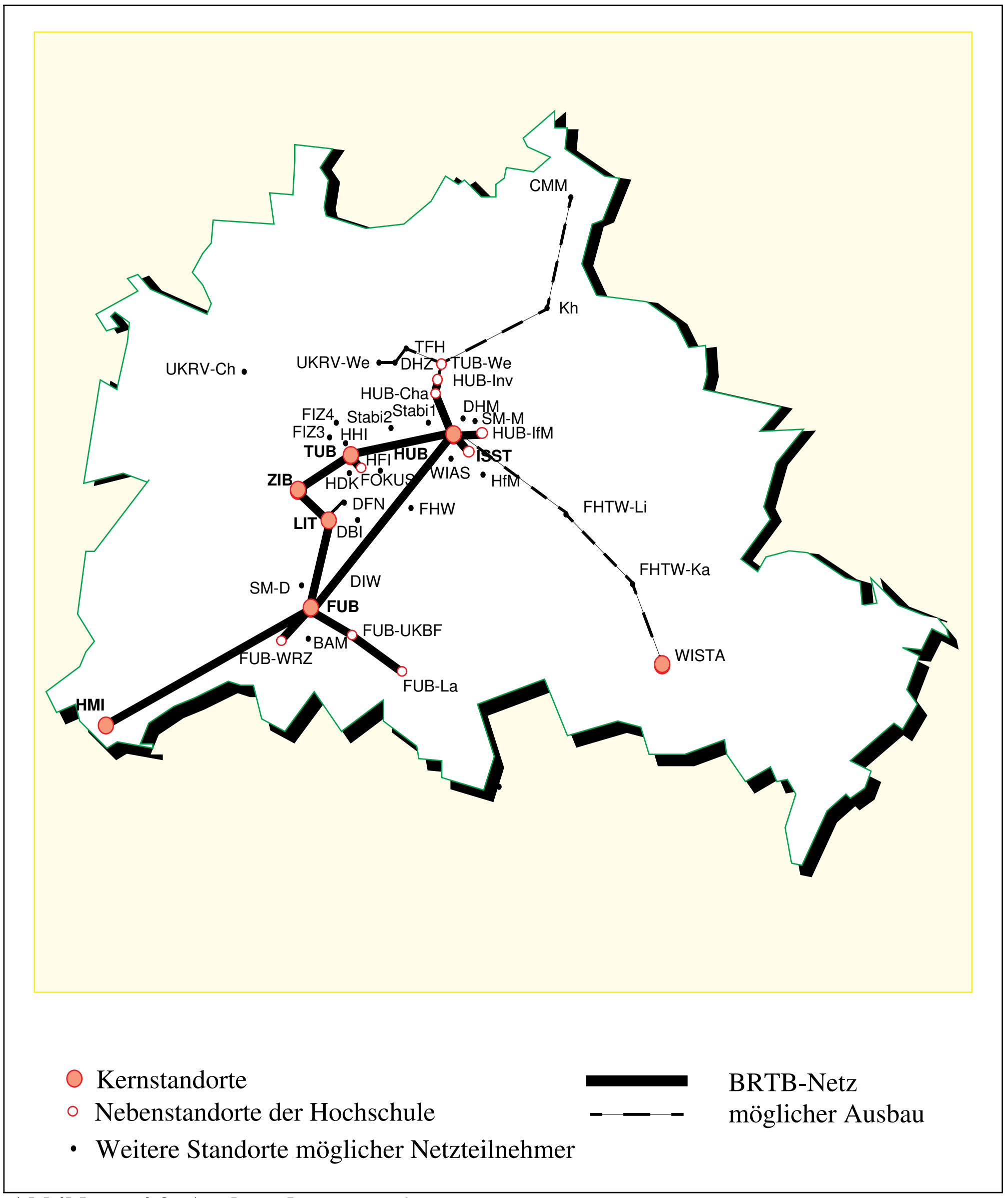

Abbildung 4.2: Ausbau des BRAIN

Weitere Einrichtungen können bei Bedarf in der Planung des BRAIN berücksichtigt werden.

4.3 Gremien

BRAIN-Planungsgruppe

Die BRAIN-Planungsgruppe besteht aus je einem Vertreter der Kerneinrichtungen des BRAIN: der Berliner Universitäten und des ZIB. Die Planungsgruppe hat folgende Aufgaben:

- Erarbeitung von Vorgaben zur Bedarfs- und Wirtschaftsplanung und zur organisatorisch-technischen Koordination für das BRAIN. Das betrifft insbesondere die Ausarbeitung der Netztopologie und den Einschluß neuer Standorte sowie Vorlagen zum weiteren Ausbau der Infrastruktur und der eingesetzten Gerätetechnik, zur Realisierung von Adressierung, Management und Service und zur Anbindung an äußere Netze.
- Gestaltung der inhaltlichen Rahmenbedingungen für die Arbeit der BRAIN-Betreiber und für die Benutzung des WiN aus dem BRAIN.
- Begutachtung von Vorschlägen der BRAIN-Betreiber zur Erweiterung und Modifikation des BRAIN-Betriebes, insbesondere auch zur Nutzung der für das BRAIN zur Verfügung stehenden Glasfasern.
- Koordinierung landesweiter Netzdienste

BRAIN-Verwaltungsrat

Der BRAIN-Verwaltungsrat besteht aus bis zu sieben Mitgliedern. Denkbar sind je ein Vertreter der Senatsverwaltung für Wissenschaft und Forschung, der FUB, der HUB, der TUB, des ZIB, der Gruppe der Hoch- und Fachhochschulen sowie der Gruppe aller weiteren Einrichtungen. Er besitzt die Richtlinienkompetenz hinsichtlich der Entwicklung und Organisation des BRAIN, beschließt über grundsätzliche Fragen, welche die Haushaltsplanung und -prüfung, die Tarifierung, die Investitionsplanung, die Benutzung und den Betrieb des BRAIN betreffen und entscheidet in Streitfällen. Beschlüsse werden einvernehmlich gefaßt. Die Mitglieder des Verwaltungsrates werden auf Vorschlag der beteiligten Einrichtungen durch die Senatsverwaltung für Wissenschaft und Forschung benannt.

Der Verwaltungsrat nimmt seine Tätigkeit auf der Grundlage einer Kooperationsvereinbarung zwischen der Senatsverwaltung für Wissenschaft und Forschung und den Kerneinrichtungen des BRAIN - FUB, HUB, TUB und ZIB - auf. Die Vereinbarung wird auf zwei Jahre befristet abgeschlossen, um bei einer starken Ausdehnung des BRAIN die einvernehmliche Einführung einer anderen Organisationsform, z. B. als eingetragener Verein, prinzipiell offen zu halten.

4.4 Betreiber

Es wird zwischen fernmelderechtlichen, administrativen, gerätetechnischen und leitungstechnischen Betreiberfunktionen unterschieden.

Fernmelderechtlicher Betrieb

Bis zum Fortfall des bis Ende 1997 bestehenden Netzmonopols wird hinsichtlich des fernmelderechtlichen Betriebes des BRAIN wie beim BRTB vorgegangen:

In Abstimmung mit den BRTB-Teilnehmern und dem DFN-Verein hat das LIT den Betrieb des BRTB-Netzes und der Netze der BRTB-Teilnehmer innerhalb seiner Fernmeldeanlage beim Bundesamt für Post und Telekommunikation (BAPT) beantragt. Das LIT ist für fernmelderechtliche Belange zuständig.

Sofern dem DFN-Verein das Recht zur Errichtung und zum Betreiben von Fernmeldeanlagen verliehen wird, ist zu prüfen, ob die fernmelderechtliche Verantwortung für das BRAIN dem DFN-Verein übertragen werden sollte. Die Verfahrensweise ab 1998 muß an das dann geltende Fernmelderecht angepaßt werden.

Administrativer Betrieb

Administrative Betreiberfunktionen für das BRAIN nimmt im Auftrag der Senatsverwaltung für Wissenschaft und Forschung das ZIB wahr. Im einzelnen sind das:

- Vertragswesen gegenüber BRAIN-Teilnehmern, Einrichtungen mit Betreiberfunktionen im BRAIN und dem DFN-Verein hinsichtlich der WiN-Nutzung
- Mittelverwaltung für das BRAIN, d. h. insbesondere der Gebühreneinnahmen und der Ausgaben für das Leitungsnetz, für Geräte und für den Betrieb
- Koordinierung der Arbeit der BRAIN-Betreiber für die Gesamtfernmeldeanlage, das Leitungsnetz und den technischen Betrieb
- Abstimmung des BRAIN-Betriebes mit der BRAIN-Planungsgruppe
- Bearbeitung von Anträgen zum Anschluß an das BRAIN bzw. zur Nutzung des WiN über das BRAIN
- Vorschläge zur Realisierung von BRAIN-Anschlüssen und Aufstellung erster Kostenvoranschläge für die Antragsteller
- Beschaffung von gemeinschaftlich finanzierten Kommunikationsgeräten für das BRAIN
- Beratung von Beauftragten der BRAIN-Teilnehmer und -Interessenten
- Netzdokumentation

Gerätetechnischer Betrieb

Der technische Betrieb des BRAIN wird funktional getrennt vom administrativen Betrieb an einen geeigneten Betreiber vergeben. Aufgaben des technischen Betreibers sind:

- Gewährleistung des durchgängigen Netzbetriebes mit festgelegten Reaktionszeiten in Fehlerfällen
- Ansprechpartner in Fehlerfällen, Fehlermanagement (Trouble Ticket)
- Abstimmung mit dem Betreiber des Leitungsnetzes, Kontrolle der Funktionsfähigkeit des Leitungsnetzes, Beauftragung von Leitungsmessungen und Reparaturen
- Management der ATM-Switches, der Router zur Ankopplung der lokalen Netze der Teilnehmer sowie von Übergängen zu äußeren Netzen
- Beratung von Beauftragten der BRAIN-Teilnehmer hinsichtlich netztechnischer Fragen
- Verifizierung der für den Einsatz im BRAIN in Frage kommenden Kommunikationstechnik

Leitungstechnischer Betrieb

Das Leitungsnetz des BRAIN wird weitgehend auf der Grundlage von landeseigenen Trassen und hier in den meisten Fällen über reservierte Glasfasern in Kabeln des Landes Berlin, die durch das LIT beim Aufbau des Berliner MAN verlegt wurden, betrieben. Eine Vereinbarung zwischen der Senatsverwaltung für Wissenschaft und Forschung, vertreten durch das ZIB, und der Senatsverwaltung für Inneres, vertreten durch das LIT, wird die Modalitäten des Betriebes des Leitungsnetzes regeln.

4.5 Teilnahmemodalitäten

Der Anschluß einer Einrichtung an das BRAIN kann unter den folgenden Voraussetzungen erfolgen:

- Es handelt sich um eine wissenschaftliche Einrichtung oder wissenschaftsnahe Einrichtung aus Bildung, Kultur oder Wirtschaft in Berlin oder Brandenburg.
- Die Kabelverbindung zu einem BRAIN-Knoten wird durch die Einrichtung finanziert.
- Die Einrichtung finanziert die für ihren Anschluß an das BRAIN notwendige Gerätetechnik (z. B. Switch, Router bzw. Interfaces).

- Die Einrichtung stimmt im Falle eines ATM-Zuganges zum BRAIN i. a. der ausschließlichen Nutzung dieser Gerätetechnik für die Herstellung des Anschlusses an das BRAIN zu und unterstellt deren Management generell dem technischen Betreiber des BRAIN.
- Der Teilnehmer erklärt sich prinzipiell bereit, zukünftige Erweiterungen des BRAIN über seinen Standort zuzulassen.
- Die fernmelderechtliche Genehmigung der BRAIN-Nutzung liegt für den Teilnehmer vor.

Der Zugang zum BRAIN kann hinsichtlich der Leistung und der Kosten auf verschiedene Weise realisiert werden. Am komfortabelsten, aber auch teuersten, ist der Zugang über einen eigenen ATM-Switch und über einen Router mit ATM-Interface und LAN-Interface (z. B. FDDI, Ethernet). In diesem Fall besteht sowohl der Zugang aus dem LAN des Teilnehmers in das BRAIN als auch die Möglichkeit des direkten Anschlusses von Computern mit ATM-Interface. Abstufungen sind die Verwendung eines Routers mit ATM-Interface, der mit einem ATM-Switch eines BRAIN-Knotens verbunden wird, oder der Verbund eines lokalen Routers über ein konventionelles Netzverfahren (z. B. FDDI oder Ethernet) mit dem Router eines BRAIN-Knotens.

Finanzierungsmodell

Das Kernnetz des BRAIN besteht aus Kommunikationsknoten, die untereinander über LWL-Verbindungen vermascht sind. Jeder Knoten des Kernnetzes realisiert i. a. gleichzeitig den Anschluß des Teilnehmers dieses Standortes. Die Aufwendungen für das Kernnetz lassen sich also generell aufteilen in Aufwendungen, die man dem Teilnehmer am Standort des Knotens zuordnen kann und in Aufwendungen, die die Gesamtheit der Netzteilnehmer betreffen. Ersteres betrifft vor allem die Basiskommunikationstechnik des Knotens, inclusive der Interfaces zum Netz des Teilnehmers, letzteres die Technik zur Realisierung vermaschter Verbindungen im Kernnetz. Dies beinhaltet Geräte, die im Interesse der Allgemeinheit eine höhere Geschwindigkeit der Datenübertragung im Kernnetz erlauben oder rein vermittelnde Knoten ohne direkten Teilnehmeranschluß.

Die Aufwendungen lassen sich gliedern in:

- Teilnehmerunabhängige Aufwendungen für das Kernnetz
- Aufwendungen für den Anschluß von Teilnehmern (einschließlich der teilnehmerabhängigen Aufwendungen an den Knoten)
- Aufwendungen der Betreiber

Die Aufwendungen für das Kernnetz (a) und die Betreiber (c) betreffen generell die Allgemeinheit der Netznutzer und sollten so durch eine gewichtete Umlage auf die Gebühren aller Teilnehmer finanziert werden. Die Kosten für die Anschlußaufwendungen (b) werden voll auf die geweiligen Teilnehmer umgelegt. Ausnahmen, in denen nur ein Teil der Anschlußkosten durch den Teilnehmer getragen wird, können durch den geplanten Ausbau seines Anschlusses zu einem Knoten des Kernnetzes oder durch das allgemeine Interesse am Anschluß dieses Teilnehmers (z. B. Dienstangebot) begründet sein.

Eine Sonderrolle spielen die Aufwendungen für die Erneuerung der Kommunikationstechnik, da die zyklische Erneuerung gesichert sein muß (etwa alle 5 Jahre). Am sichersten, und von der Planungsgruppe empfohlen, ist der Weg, etwa 1/5 der Kosten der jeweiligen Technik auf die jährlichen Gebühren des Teilnehmers aufzuschlagen. Das führt zu hohen laufenden Kosten. Die Finanzierung der Erneuerung der Technik über Investitionsmittel der jeweiligen Teilnehmer führt im anderen Fall zu niedrigeren laufenden Kosten und ermöglicht ggf. die Ausnutzung der HBFG-Förderung, hat aber den Nachteil der geringeren Planungssicherheit.

Beispielrechnung

Jede Einrichtung muß ihre Leitungsanbindung an das BRAIN aus eigenen Mitteln finanzieren (in der Regel zwischen ca. 20.000 - 100.000 DM). Hinzu kommen die einmaligen Gerätekosten und die jährlichen laufenden Kosten. Die Tabelle 4.1 zeigt eine Kostenabschätzung am Beispiel von Fachhochschulen:

Fachhochschule	Anschlußkapazität	Gerätekosten	laufende Kosten/Jahr
groß	155 Mb/s (ATM)	150.000 DM	65.000 DM
klein	10 Mb/s (Ethernet)	20.000 DM	9.000 DM

Tabelle 4.1: Beispielrechnung für Fachhochschulen

4.6 Das Berliner Landesnetz für die Verwaltung

Der Ausbau des Berliner Landesnetz wird auch in Zukunft weiter vorangetrieben. Die Projektgruppe des Verwaltungs-MAN rechnet z.Z. mit einer Erschließung von ca. 1000 Grundstücken mit sowohl Verwaltungs-, Wissenschaft-, Kultur- als auch Bildungseinrichtungen. Um dafür eine optimale Netzstruktur zu erhalten, wird eine Kooperation mit dem ZIB angestrebt, in dem die Struktur mathematisch berechnet wird.

Außerdem wird von Seiten der Projektgruppe versucht, beim Ausbau des Netzes auch Kanalanlagen der Berliner Wasserbetriebe, der BVG, der Bahn-AG und der Bewag zu benutzen. Verhandlungen mit den jeweiligen Institutionen sind unterschiedlich weit fortgeschritten.

4.7 Einbindung des BRTB ins deutschlandweite WiN

Der DFN-Verein plant seit längerem den Aufbau eines Breitband-WiN (siehe Abbildung (4.3):

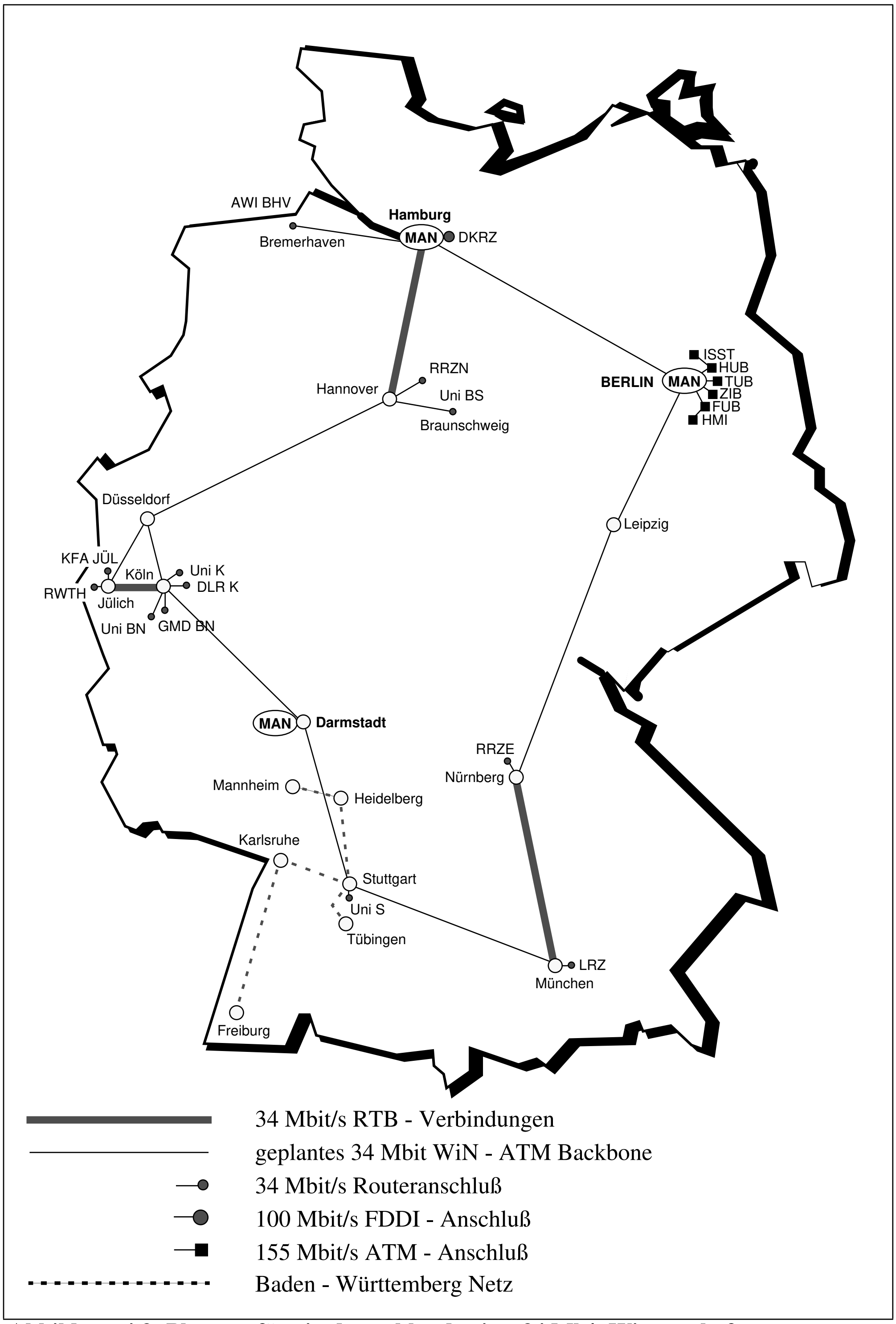

Abbildung 4.3: Planung für ein deutschlandweites 34 Mb/s Wissenschaftsnetz

Aufgrund der hohen Preise der Monopolleitungen kann dieser Dienst jedoch nicht gleich flächendeckend angeboten werden; er soll stufenweise eingeführt werden:

Die Planungen des DFN-Vereins sehen vor, eine Hochgeschwindigkeitsinfrstruktur stufenweise aufzubauen. Dabei soll bereits von Anfang an die neue ATM-Technologie zur Übertragung von Daten eingesetzt werden mit der Zielstellung der Integration der Sprachübertragung in einer weiteren Ausbaustufe. Aufgrund des Standardisierungs- und Entwicklungsstandes der ATM-Technologie und der hohen Kosten für Monopolleitungen sind derzeit foglende Stufen geplant:

Stufe 0*: Regionale Vernetzung mit Übertragungsgeschwindigkeiten von 34 Mbit/s bzw. 155 Mbit/s (Regionale Testbeds) mit Bereitstellung eines IP-Dienstes. Die experimentelle Erprobung von ATM-Diensten ist an einigen Standorten bereits möglich, wenn daduch der reguläre IP-Dienst nicht gestört wird.*

Stufe 1*: 34 Mbit/s-WiN ohne ATM an der Schnittstelle zum Nutzer, d.h. Aufbau eines ATM-Backbone mit Multiprotokollroutern zur Bereitstellung konventioneller WiN-Dienste, wie z.B. IP im Produktionsbetrieb.*

Stufe 2*: 34 Mbit/s-155 Mbit/s-WiN mit ATM an der Schnittstelle zum Nutzer. ATM-Dienste sowie WiN-Dienste der Stufe 1 sind im Produktionsbetrieb nutzbar. Die Übertragungskapazitäten für Anschlußleitungen und Backbone sind dabei abhängig von den Leitungskosten. Sie sollten für den Backbone jedoch möglichst 155 Mbit/s betragen.*

Stufe 3*: 155 Mbit/s-WiN Diensten der Stufe 2 und Sprachintegration. Voraussetzung dafür ist eine Backbone-Kapaziät nicht kleiner als 155 Mbit/s.*

Die Stufe 0 des Breitband-WiN ist in Berlin im Rahmen des BRTB schon realisiert:

- die Übertragungsgeschwindigkeit im BRTB beträgt 155 Mb/s
- die Übertragungstechnik ist ATM; sie wird im normalen Betrieb eingesetzt.

Es ist vorgesehen, sobald die entsprechenden Dienste in den Stufen 1 - 3 vom DFN-Verein angeboten werden und die erforderlichen Mittel von den beteiligten Berliner wissenschaftlichen Einrichtungen aufgebracht werden können, diese auch zu nutzen.

5 Zusammenfassung

Insbesondere zwei einschneidene Ereignisse haben bei der über vier Jahre dauernden Planung und Realisierung des Berliner Breitbandnetzes für die Wissenschaft eine besondere Rolle gespielt:

1. Die erfolgreiche und unkomplizierte Zusammenarbeit zwischen der MAN-Planungsgruppe des Landesamtes für Informationstechnik (LIT) (im Auftrag der Senatsverwaltung für Inneres) und der MAN-Planungsgruppe der Wissenschaftseinrichtungen (im Auftrag der Senatsverwaltung für Wissenschaft und Forschung) - dies führte schließlich zum gemeinsamen Aufbau des Glasfasernetzes für das Land Berlin zu äußerst geringen Kosten.

2. Die Förderung der Durchführung eines Berliner „Regional Testbed" mit Mitteln des Bundes und der damit verbundenen vereinfachten Finanzierung der Netzgeräte

Beide Ereignisse zusammen waren notwendig, damit bei den knappen öffentlichen Mitteln ein Berliner Breitbandnetz überhaupt entstehen konnte.

Im diesem Rahmen gab es noch weitere positive Entwicklungen im Berliner Wissenschaftsbereich:

- Die WiN Vertragsstruktur wurde geändert, so daß mehr leistungsfähigere Anschlüsse bei gleicher Haushaltsbelastung für die einzelnen Einrichtungen finanzierbar waren. Die Berliner Wissenschaft betreibt dadurch z.Z. zwei 2 Mb/s Anschlüsse, die in Kürze um einen weiteren 2 Mb/s Anschluß erhöht werden sollen.
- Ein 34 Mb/s WiN Anschluß für Berlin ist realisierbar geworden.
- Der Anschluß weiterer, auch kleinerer Einrichtungen mit geringeren Mitteln an das *BRAIN* ist kostengünstig möglich.
- Die breitbandige, lokale Anbindung einzelner Fachbereiche der Universitäten, die auf getrennten Grundstücken liegen, ist bezahlbar.
- Die Anbindung von Berliner Kultureinrichtungen an ein Breitbandnetz und die damit interne Vernetzung der Kultureinrichtungen wird kostengünstig möglich.
- Durch die Bildung der *BRAIN*-Planungsgruppe existiert ein Ansprechpartner für den Ausbau des Berliner Wissenschaftsnetz.

6 Wissenschaftliche Einrichtungen Berlins

BAM	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
BESSY	Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchotronstrahlung mbH
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BGA	Bundesgesundheitsamt (bzw. Nachfolgeorganisationen)
BGK	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Außenstelle Berlin
DBI	Deutsches Bibliotheksinstitut
DFN	DFN-Verein
DHM	Deutsches Historisches Museum
DHZ	Deutsches Herzzentrum Berlin
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
FhG-IID	Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung
FhG-IPK	Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik
FhG-IST	Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnik
FhG-IST-A	Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnik Außenstelle Siemensstadt
FhG-IZM	Fraunhofer-Einrichtung für Zuverlässigkeit und Mikrointegration
FHI	Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft
FHSS	Fachhochschule für Sozialarbeit und Sozialpädagogik
FHTW-Ka	Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Karlshorst
FHTW-Li	Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Lichtenberg
FHW	Fachhochschule für Wirtschaft
FIZ3	Fachinformationszentrum Chemie GmbH
FIZ4	Fachinformationszentrum Karlsruhe GmbH, Abteilung Berlin
FLI	Festkörper-Laser-Institut Berlin GmbH am FB Physik der TU Berlin
FMP	Forschungsinstitut für Molekulare Pharmakologie
FUB	Freie Universität, ZEDAT, Fabeckstr. 32
FUB-UB	Freie Universität, Universitätsbibliothek
FUB-WRZ	Freie Universität, Wirtschaftswissenschaftliches Rechenzentrum
FUB-ZEAM	Freie Universität, ZEAM, Lankwitz
GMD-FOKUS	Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung Berlin - FOKUS
HdK	Hochschule der Künste
HfS	Hochschule für Schauspielkunst
HfM	Hochschule für Musik Hanns Eisler
HHI	Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik Berlin GmbH
HMI	Hahn-Meitner-Institut
HUB	Humboldt-Universität, Unter den Linden 6
HUB-Cha	Humboldt-Universität, Charité
HUB-Che	Humboldt-Universität Bunsenstr. 1
HUB-CZ	Humboldt-Universität, Clara-Zetkin-Str. 26
HUB-Hess	Humboldt-Universität, Hessische Str. 1-4
HUB-IfM	Humboldt-Universität, Spandauer Str. 1
HUB-Inf	Humboldt-Universität, Lindenstr. 54a
HUB-Inv	Humboldt-Universität, Invalidenstr.42/43
HUB-Kas	Humboldt-Universität, Geschwister-Scholl-Str. 6
HUB-Kom	Humboldt-Universität, Unter den Linden 9
HUB-Lui	Humboldt-Universität, Luisenstr. 56
HUB-Math	Humboldt-Universität, Burgstr. 26
HUB-Phy	Humboldt-Universität , Invalidenstr. 110
HUB-Psy	Humboldt-Universität, Hausvogteiplatz 5-7
HUB-Zie	Humboldt-Universität, Ziegelstr. 11-13
HUB-MPG	Arbeitsgruppen der Max-Planck-Gesellschaft an der Humboldt-Universität
IAG	Institut für Angewandte Geodäsie
IAV	Ingenieurges. für Aggregatetechnik und Verkehrsfahrzeuge mbH an der TUB
IFB	Institut für Bahntechnik GmbH
ISST	Fraunhofer-Institut für Software und Sytemtechnik
KH	Kunsthochschule Berlin
MPG-FHI	Fritz-Haber-Institut Berlin der MPG
TFH	Technische Fachhochschule
TGFF	Teleskopie-Gesellschaft für Fernsehzuschauerforschung mbH
TUB	Technische Universität, ZRZ, Einsteinufer 17
TUB-Da	Technische Universität, Lentzeallee 75
TUB-We	Technische Universität, Ackerstr. 76
TVA	TVA Berlin e. V.
UKRV-We	Universitätsklinikum Rudolf Virchow der HUB, Wedding
UKRV-Ch	UKRV der HUB, Charlottenburg
VWS	Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau Berlin
WKB	Wissenschaftskolleg zu Berlin
WSO	Wasser- und Schiffahrtsdirektion Ost
WZB	Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung
ZFB	Zentrum für Flugsimulation Berlin-GmbH
ZIB	Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik Berlin

Berlin-Buch	
MDC	Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin
UKRV-Bu	HUB, UKRV, Robert-Rössle-Klinik, Franz-Volhard-Klinik
Hausvogteiplatz	
WIAS	Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik
MPG-IPP	Max-Planck-Institut für Plasmaphysik
PDI	Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik
FIZ-MI	Fachinformationszentrum Karlsruhe, Abteilung Mathematik und Informatik
HUB-Psy	HUB, Institut für Psychologie
Stiftung Preußischer Kulturbesitz	
Stabi1	Staatsbibliothek zu Berlin, Haus 1
Stabi2	Staatsbibliothek zu Berlin, Haus 2
SM-M	Staatliche Museen zu Berlin, Museumsinsel
SM-D	Staatliche Museen zu Berlin, Dahlem
WISTA - Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Berlin-Adlershof	
ACA	Institut für Angewandte Chemie
BESSY	Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchotronstrahlung mbH
BAM	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
DLR	Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt
FBH	Ferdinand-Braun-Institut für Hochfrequenztechnik
FhG-IFU	Fraunhofer-Institut für Atmosphärische Umweltforschung
GMD-FIRST	Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung
HUB-A	Humboldt-Universität zu Berlin, Nat.wiss. Campus
IGB	Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei
IGZ	Informations- und Gründerzentrum Adlershof
IKZ	Institut für Kristallzüchtung
ISAS	Institut für Spektrochemie und angewandte Spektroskopie
MBI	Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie
MPG-IEP	Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik
MPG-IKG	Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzfächenforschung
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Institut Berlin
TP	Teleport Adlershof, NKZ, Telekom-Sonderstelle
WWZ	Wirtschafts- und Wissenschaftszentrum Adlershof
Einrichtungen in Brandenburg	
GFZ	Geo-Forschungszentrum Potsdam
HFF	Kunsthochschule für Film und Fernsehen Konrad Wolf
IAP	Institut für Astrophysik Potsdam
UP	Universität Potsdam
IfH-DESY	Institut für Hochenergiephysik Zeuthen

7 Abkürzungen und Begriffe

ATM	Asynchronous Transfer Mode; zellorientierte Transporttechnologie (Datenpakete konstanter Länge), die für verschiedenartigste Daten- und Telekommunikationsdienste geeignet ist, Datenraten z. Z. von 25 bis 155 Mbit/s, künftig bis 622 Mbit/s
Backbone	Datennetz, das Teilnetze miteinander verbindet
BA	Bezirksamt
BAPT	Bundesamt für Post und Telekommunikation
B-ISDN	Breitband-ISDN
BMBF	Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie
BRAIN	Berlin Research Area Information Network
BERKOM	Berliner Kommunikationssystem
BRTB	Berlin Regional Testbed
DFN-Verein	Verein zur Förderung eines Deutsches Forschungsnetzes e. V.
Ethernet	paketorientierte Transporttechnologie (Datenpakete variabler Länge) in lokalen Datennetzen, Datenrate 10 Mbit/s
FDDI	Fiber Distributed Data Interface; paketorientierte Transporttechnologie in lokalen Datennetzen, Datenrate 100 Mbit/s
HfD-Leitung	Hauptanschluß für Direktruf
Interface	Geräteschnittstelle zu einem Netz
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
kbit/s	Maßeinheit für Datenrate: 10^3 Bits pro Sekunde
LAN	Local Area Network; lokales Datennetz
LIT	Landesamt für Informationstechnik
LWL	Lichtwellenleiter
MAN	Metropolitan Area Network; Datennetz im städtischen Bereich
Mbit/s	Maßeinheit für Datenrate: 10^6 Bits pro Sekunde
RJE	Remote Job Entry
Router	Kommunikationsgerät zur Vermittlung z. B. von IP-Paketen
RTB	Regional Testbed (auch Regionales Testbed)
Switch	Kommunikationsgerät zur Vermittlung z. B. von ATM-Zellen
VBN	Vorläuferbreitbandnetz, Vermittelndes Breitbandnetz
WiN	Wissenschaftsnetz; vom DFN-Verein betriebenes Datennetz zwischen wissenschaftlichen Einrichtungen Deutschlands
WOTAN	Workstations der TUB am Netz

8 Literatur

- „Ausstattung der Berliner Hochschulen mit Geräten der Informations- und Kommunikationstechnik“, Senatsvorlage
- „Metropolitan Area Network (MAN) in Berlin“. Aus: Pressemitteilung des LIT zur Einweihung des Kernnetzes, 1994
- „MAN-Projektverlauf“. In: Splitter - IT-Nachrichten aus der Berliner Verwaltung, Berlin, Nr.4, 1994
- „Vorschlag zur Errichtung eines Brandenburgischen Forschungsnetzes BRAFOnet“, Bericht der Kommission „Brandenburgisches Forschungsnetz“, Cottbus, 27.06.1994
- Projektanträge. Aus: Aufbau eines Metropolitan Area Network für wissenschaftliche Einrichtungen in der Region Berlin/Brandenburg - Angebot an den Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes e.V. - DFN-Verein - zur Durchführung eines Entwicklungsauftrages „Berlin Regional Testbed“ (BRTB), 1993

- Busch, Hubert; Kroß, Günther; u.a.: „Konzeption zum Aufbau eines Metropolitan Area Network für die wissenschaftlichen Einrichtungen des Berliner Raums“. Arbeitspapier zur Vorbereitung der Bewerbung für die Förderung als Regionales-Testbed (RTB) der Hochgeschwindigkeitsvernetzung durch den DFN-Verein, 1993
- Hoffmann, Gertraud: „Step-by-Step“. In: DFN-Mitteilungen, Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes e.V. - DFN-Verein - , Heft 37, März 1995, Seiten 15-17
- Kaufmann, Peter: „Startschuß für Regionale Testbeds“. In: DFN-Mitteilungen, Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes e.V. - DFN-Verein - , Heft 31, März 1993, Seiten 17-18
- Kroß, Günther; Busch, Hubert; u.a.: „BRAIN - Berlin Research Area Information Network - Bericht zum Sachstand und zur weiteren Planung“, 1995