

Baumaßnahme FKZ F1181067, Bm 612 15
Aufbau eines Hochgeschwindigkeits-Datenübertragungsnetzes
A. Sachbericht

Im Rahmen der Baumaßnahme ist an der Philipps-Universität Marburg in den Jahren 1994 bis 2000 das **Hochschulnetz UMRnet** für die Übertragung von Daten, Text, Bildern, Audios und Videos aufgebaut worden, und zwar sowohl für Forschung und Lehre als auch Krankenversorgung; das Netz wird darüber hinaus für die Hochschulverwaltung genutzt. Grundlage war der Bauantrag „Hochschulinternes Rechnernetz für die Philipps-Universität Marburg“ vom 19.10.1990 zu den erforderlichen Infrastrukturmaßnahmen im Umfang von 11.110.090 DM; die Spezifikation der Arbeiten im Einzelnen erfolgte durch Haushaltsunterlagen Bau vom 19.08.1992, 23.03.1994 bzw. 06.04.1995. Die Aufnahme der Maßnahme in den Rahmenplan im Umfang von 11,1 Mio. DM hat sich leider aus unterschiedlichen Gründen mehrmals verzögert, so dass die erste Bewilligung über einen Teilbetrag erst am 16.12.1993 zustande kam. Infolge ausgearbeiteter Planungen konnten die Arbeiten Anfang 1994 sofort beginnen; sie haben sich bis Ende 2000 hingezogen, wobei sich die jährlichen Ausgaben stark unterscheiden. Zum Netz für Forschung und Lehre gibt es eine ausführliche Online-Dokumentation, vgl. <http://www.uni-marburg.de/hrz/umrnet.html>.

Ein Hochschulnetz kann nicht wie ein Gebäude in einem Rutsch aufgebaut werden. Infolge der stürmischen Entwicklung der Kommunikationstechnologie einerseits und dem ständig steigenden Bedarf in Forschung und Lehre andererseits - sowohl bzgl. Rechneranzahl und Anschlusskapazität als auch dem Einsatz neuer Dienste - ist ein derartiges **Netz kontinuierlich auf- und auszubauen**. Der Einstieg in den Netzaufbau ist an der Philipps-Universität Marburg in 1987 erfolgt; die Baumaßnahme lieferte dann ab 1994 die finanzielle Basis für die systematische Verkabelung sowie die Installation der notwendigen Geräte. Weitere Baumaßnahmen schlossen sich an, die das Netz zu einem Multifunktionsnetz fort entwickelten, das die Übertragung von Sprache und Daten ermöglicht (s.u.).

Alle erforderlichen Planungen für den Auf- und Ausbau des Netzes erfolgen durch Universitäts-Personal, und zwar durch das HRZ für den Bereich Forschung und Lehre bzw. die Netzgruppe des Klinikums für den Bereich Krankenversorgung; Entsprechendes gilt für die Durchführung von Ausschreibungen und Beschaffungen. Auch die Arbeiten am Netz erfolgen überwiegend durch Universitäts-Personal; das zeigt der zahlenmäßige Nachweis, der die Beschaffung Tausender Einzelteile widerspiegelt, die zu einem Ganzen zusammenzubauen sind. Das Staatsbauamt Marburg ist im wesentlichen nur zur Trassen-erstellung und Primärverkabelung eingeschaltet worden. Die **Arbeiten am Netz** lassen sich folgendermaßen charakterisieren:

- **Primär- und Sekundär-Verkabelung** (zwischen Gebäuden bzw. im Steigbereich der Gebäude): Arbeiten wie Tiefbau, Verlegung von Leerrohren und Kabelkanälen sowie das Ziehen der Glasfaserkabel werden an Firmen vergeben. Alle verbleibenden Arbeiten an den Fasern – Installation von Spleißboxen und Patchfeldern, Spleißen von Fasern, Stecker-Montage an Fasern, Messung und Dokumentation der Fasereigenschaften – werden von eigenem Personal ausgeführt.
- **Tertiär-Verkabelung** (innerhalb von Gebäuden): Arbeiten wie Durchbrüche erstellen sowie Verlegung von Kabelkanälen und Koaxial-/Twisted-Pair-Kabeln werden an Firmen vergeben. Alle verbleibenden Arbeiten an den Kabeln – Installation von Patchfeldern, Auflegen der Kabel, Stecker-Montage, Rangierungen, Messung und Dokumentation der Kabeleigenschaften – werden von eigenem Personal ausgeführt.
- **Geräte-Installation**: Alle Installationen, insb. Test, Konfiguration, Inbetriebnahme und Dokumentation der Netzkomponenten – wie Router, Ethernet-Switches, Hubs, Sternkoppler, Funk-Bridges etc. – erfolgen durch eigenes Personal.
- **Betrieb und Wartung**: Analog zum Aufbau des Netzes erfolgt auch dessen Betrieb vollständig durch eigenes Personal. Auch die gesamte Software-Maintenance der Netzkomponenten, die Fehlersuche und der Ersatz defekter Module dieser Komponenten werden von eigenem Personal ausgeführt. Wartungsverträge dienen lediglich dazu, den Zugang zur Hotline der Distributoren, die Lieferung aktueller Software und den Austausch defekter Hardware sowie den Online-Zugang zum Hersteller-Support sicherzustellen (wodurch die Verträge besonders günstig sind).

Standen anfangs für diese Vorgehensweise der Mangel an geeigneten Firmen sowie die Minimierung der Kosten im Vordergrund, so sind es heute eher die Maintenierbarkeit und Qualitätssicherung. Alle Einzelteile werden als Teile eines riesigen Baukastensystems angesehen, die bei Bedarf an beliebiger Stelle eingebaut und bei sich änderndem Bedarf an anderer Stelle weiter verwendet werden können.

Anfang 1994 gab es noch kein Glasfasernetz, sondern nur vereinzelte Glasfaserkabel auf Universitätsgelände mit einer Gesamtlänge von ca. 7,2 km; für die Verbindung zwischen dem Fb Physik im Stadtgebiet und dem HRZ im Universitätsneubaugebiet wurde eine Glasfaserleitung der Telekom gemietet (seit 1990). Es gab auch noch kein Backbone, vielmehr waren alle 30 lokalen Netze (LANs) sternförmig an das 10 MBit/s Ethernet LAN im HRZ angeschlossen, bezeichnet als Extended Ethernet LAN; neben den wenigen Glasfaserverbindungen standen dafür lediglich 64 KBit/s- bzw. 2 MBit/s-Verbindungen über das Telefonnetz zur Verfügung. An das Netz waren im Bereich Forschung und Lehre 1.127 Rechner angeschlossen, verteilt über 16 der damals 21 Fachbereiche und 5 Einrichtungen; Krankenversorgung und Hochschulverwaltung wurden z.T. auch bereits versorgt, deren Rechneranzahlen aber noch nicht erfasst. Neben dem Extended Ethernet LAN spielten auch noch die Terminalnetze und das Rechnervermittlungnetz DEVELnet mit 299 angeschlossenen Terminals/PCs eine Rolle. Der Anschluss an das WiN/Internet hatte eine Kapazität von 64 KBit/s (seit Sept. 1991).

Primär- und Sekundärverkabelung basieren ausschließlich auf Glasfaser. Für die Verlegung dieser Kabel zwischen den Gebäuden konnte z.T. auf vorhandene Trassen zurückgegriffen werden. Diese Trassen waren für das Verlegen von Telefonkabeln geschaffen worden; insb. zwischen Stadt- und Universitätsneubaugebiet waren diese Telefonkabel aber nicht in Rohren, sondern in Sand verlegt, so dass hier neue Trassen erstellt werden mussten. Das Ziel eines universitätsweiten integrierten Kabelnetzes auf eigenen Trassen wurde verwirklicht. Das entstehende Glasfasernetz schuf die Voraussetzung für die Installation eines Router-basierten 100 MBit/s FDDI-Backbones in 1995, an das alle LANs angeschlossen werden konnten.

Bei der Tertiärverkabelung war für den Bereich Forschung und Lehre aus Kostengründen zunächst auf Koaxial-Verkabelung gesetzt worden, um möglichst schnell möglichst viele Arbeitsplatzrechner erschließen zu können. Mehrere Kabelstränge lassen sich dabei über einen Sternkoppler zu einem LAN verbinden, pro Kabelstrang mehrere Rechner anschließen (max. 30, in der Praxis 7 - 10). Der Nachteil dabei ist, dass sich alle Rechner eines LAN die Übertragungsrate von 10 MBit/s teilen müssen. Im Herbst 1996 erfolgte dann der Übergang zur Twisted-Pair-Verkabelung, bei der jeder Rechner über ein eigenes Kabel angeschlossen wird und dabei eine Übertragungsrate von 10, 100 oder auch 1000 MBit/s nutzen kann. Für die Installation der LANs kommen dabei Ethernet-Switches zum Einsatz, die auch den Einsatz universitätsweiter virtueller LANs (VLANs) ermöglichen. In den Bereichen Krankenversorgung und Hochschulverwaltung kam von Anfang an Twisted-Pair-Verkabelung zum Einsatz, finanziert aus anderen Quellen, allerdings nur für Übertragungsraten bis max. 100 MBit/s.

Ende 2000 umfasst das Glasfasernetz der Universität insgesamt 235 Kabel mit einer Gesamtlänge von ca. 57,8 km, verteilt über das gesamte Stadt- und Universitätsneubaugebiet. Ein ATM-Kernnetz zur Übertragung von Sprache und Daten hat 1999 (s.u.) das FDDI-Backbone abgelöst; an dieses Kernnetz sind alle Knoten der ISDN-Telefonanlage und alle 72 LANs/VLANs für Forschung und Lehre angeschlossen; alle Fachbereiche und Einrichtungen sind versorgt, die Teilnetze für Krankenversorgung und Hochschulverwaltung sind über Firewalls angeschlossen. Die Übertragungskapazität des ATM-Kernnetzes ist mit $10 \cdot 622$ MBit/s 62,2 mal so hoch wie die des FDDI-Backbone (ab 1995) und 622 mal so hoch wie davor (1987-1994). An das Netz sind insgesamt 9.279 Rechner/Netzkomponenten angeschlossen, davon 5.321 im Bereich Forschung und Lehre, 2.991 im Klinikum inkl. Fb Humanmedizin, 281 in der Verwaltung sowie 686 in nicht zur Universität gehörenden Institutionen (z.B. Archivschule, Herder-Institut, Max-Planck-Institut, insb. zwecks Mitnutzung des WiN-Anschlusses). Die Standard-Anschlusskapazität für Rechner beträgt 10 MBit/s, 100 MBit/s-Anschlüsse sind möglich (insb. für Server). Der Anschluss an das WiN/Internet hat eine Kapazität von 155 MBit/s (ab Okt. 2000).

Parallel zum Antrag der hier beschriebenen Baumaßnahme war auch die Beschaffung eines ISDN-Telekommunikationssystems beantragt worden; konkrete Planungen folgten aber erst später (HU Bau vom 21.07.97). Im Rahmen der Maßnahme

- **FKZ 1181066 ISDN-Telekommunikationssystem** (8,5 Mio. DM)

ist 1999 eine neue Telefonanlage Alcatel 4400 mit verteilten Knoten und insgesamt 8.700 Endgeräten in Betrieb genommen worden. Für die Kommunikation der 11 Knoten untereinander wurde ein ATM-Kernnetz aufgebaut, über das auch die Datenkommunikation erfolgt (Stichwort: Sprach-Daten-Integration). Für den weiteren Ausbau des Hochschulnetzes UMRnet ab 2001 ist die Maßnahme

- **FKZ 1181074 Hochgeschwindigkeits-Datenübertragungsnetz**, 2. Bauabschnitt (5,967 Mio. DM)

angelaufen. Schwerpunkte werden der weitere Ausbau des Glasfasernetzes, die Erschließung weiterer Arbeitsplätze in Twisted-Pair-Technologie und der Übergang zu einem 1 GBit/s Ethernet-Kernnetz sein, inkl. Migrationspfad zu einem 10 GBit/s Ethernet-Kernnetz.