Inhalt

Grußwort *3*
Vorwort *5*
Zur Geschichte des Rechenzentrums der Universität Würzburg *9*
25 Jahre Anwendungssoftware *28*
Das Hochschulnetz der Universität Würzburg im Wandel der Zeit *35*
PC-Betreuung und Nutzung der Dezentralen Novellserver *45*
World Wide Web: Internet für die Massen *49*
Internet-Anschlüsse für Studenten-PCs im Rechenzentrum *52*
Entwicklung der Ein- und Ausgabeverfahren *54*
Kadaver, Kermit und Klammeraffe – ein subjektiver Rückblick *60*
Das Rechenzentrum der Universität als Dienstleister *63*
Zeittafel zur Geschichte des RZUW *66*

Grußwort

Das Rechenzentrum feiert sein 25-jähriges Bestehen als zentrale Einrichtung der Universität. Dieser Anlaß eignet sich, Rückblick zu halten sowohl auf die Entwicklung der Technik als auch auf den dadurch bedingten Aufgabenwandel.

Geprägt waren die letzten 25 Jahre durch die Ablösung der Mainframes durch Client-Server-Architekturen, eine rasante Verbreitung der PCs, eine drastische Steigerung im Angebot der Softwareprodukte, ein exponentielles Wachstum des weltweiten Internet und die Entwicklung neuer Internet-Zugriffstechniken (WWW). Damit verbunden war ein enormer Anstieg der Benutzerzahlen auf aktuell rund 9.500 Studierende und Mitarbeiter und in Konsequenz eine komplette Umstrukturierung des Rechenzentrums, um dem neuen Aufgabenprofil gerecht zu werden.

Das Rechenzentrum hat die Herausforderung des Strukturwandels angenommen und sich im Rahmen seiner personellen Möglichkeiten im Verlauf der gesamten 25 Jahre bestens auf die jeweilige Situation eingestellt. Das Rechenzentrum kann auf das Erreichte stolz sein.

Die Herausforderungen, denen sich die Hochschulen zu Beginn des neuen Jahrtausends stellen müssen, werden nicht nur die Hochschulrechenzentren betreffen. Die derzeit stattfindenden Umbrüche werden weite Kreise ziehen. Es ist nicht einfach, Prognosen für die nächsten 10 bis 20 Jahre zu stellen, es scheint aber ziemlich sicher, daß multimediale Anwendungen, deren Einsatzmöglichkeiten derzeit in diversen Testumgebungen geprüft werden, in den nächsten Jahren eine ähnliche Entwicklung in Gang setzen können, wie seinerzeit das WWW.

Einsatzbereiche der multimedialen Anwendungen sind z. B. Teleteaching, Telelearning und Telemedizin. Diese neuen Medien werden natürlich auch einen zunehmenden Einfluß auf die Entwicklung der Hochschulen nehmen. So wird darüber nachgedacht, ob beispielsweise die Vermittlung von Basiswissen an den Hochschulen über elektronische Medien erfolgen könnte. Das in der Regierungserklärung des Bayerischen Ministerpräsidenten vom 12. 10. 1999 verkündete Konzept einer „Virtuellen Hochschule Bayern“ (VHB) im Rahmen der „High-Tech-Offensive Zukunft Bayern“ läßt Entwicklungen in diese Richtung erahnen.

Um so wichtiger wird es aber auch in Zukunft sein, ein zentrales Rechenzentrum zu haben, das auf die Veränderungen und die neuen Anforderungen zuverlässig reagiert. Das bisher Erreichte, die schon jetzt getroffenen Weichenstellungen für die Zukunft und die moderne Struktur zeigen, daß das Rechenzentrum der Universität Würzburg die neuen Herausforderungen angenommen hat und auf einem guten Weg ist.

Th. Berchem
Präsident

B. Forster
Kanzler

Vorwort

Die vorliegende Festschrift befaßt sich mit viel Liebe zum Detail mit den vergangenen 25 Jahren der zentralen Einrichtung Rechenzentrum. Dabei wurden auch die frühen Anfänge der Datenverarbeitung an der Universität nicht ausgespart.

Dem Vorwort bleibt es damit vorbehalten, über den aktuellen Stand und die in den ersten Jahren des neuen Jahrtausends zu erwartenden „Aufgaben des IT-Dienstleistungszentrums am Hubland“ zu berichten.

Das Rechenzentrum der Universität Würzburg hat sich seit seinem Bestehen stets den sich ständig ändernden Anforderungen gestellt. Bereits im Jahre 1995 wurde der Hochschulleitung ein umfassender Strukturplan des Rechenzentrums vorgelegt. Bei der nachfolgenden Umstrukturierung des Rechenzentrums wurden drei Bereiche eingerichtet:

- Zentrale und dezentrale Dienste,
- Kommunikationssysteme,
- Beratung, Information und Ausbildung.

Diese Struktur und Aufgabenzuordnung hat sich inzwischen bewährt und entspricht im wesentlichen den Empfehlungen der Kommission für Rechenanlagen der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Weitere strukturelle Anpassungen sind jedoch bereits vorprogrammiert. Die Kommunikations- und Informationstechnik erfährt in den letzten Jahren wie kaum ein anderer Bereich rapide dynamische Veränderungen. Die Hochschulrechenzentren sind bestrebt, diesen Veränderungen Rechnung zu tragen, und werden als Kenner der Informationstechnologie (IT) und des Marktes versuchen, eine optimale IT-Infrastruktur im Rahmen der Möglichkeiten aufzubauen. Die Forschung und Lehre muß die daraus resultierenden neuen technischen Möglichkeiten für die wissenschaftliche Kommunikation und Information konsequent nutzen, wenn sie im nationalen und internationalen Wettbewerb bestehen will.

Die neuen Informationsstrukturen der Hochschulen und die damit neu entstehenden Serviceleistungen der Hochschulrechenzentren als moderne IT-Dienstleistungszentren erfordern fast ausschließlich hochqualifiziertes Personal. Das Aufgabenspektrum wird zusehends umfangreicher und anspruchsvoller, und da mit einer bedarfsgerechten Aufstockung der vorhandenen Personalstellen in nächster Zeit nicht zu rechnen ist, sollte über neue Formen der Kooperation zwischen den Fachbereichen und den Zentraleinrichtungen nachgedacht werden. Ein Betreuungskonzept für die dezentralen DV-Systeme, das gemeinsam von den Instituten und dem Rechenzentrum zu entwickeln ist, dürfte Modellcharakter für diese Form der Kooperation haben. Einen ermutigenden Anfang bilden hier die Netzbeauftragten, die sich aufgrund der Netzbenutzungsordnung der Universität zusammengefunden haben und sich in Zusammenarbeit mit dem Rechenzentrum um die Belange der Institutsnetze kümmern.

Die kooperative DV-Versorgung

Die kooperative DV-Versorgung hat sich als eine zeitgemäße und bedarfsgerechte Versorgungsstruktur durchgesetzt. Die DV-Ressourcen werden dabei dem Wissenschaftler, soweit es sinnvoll und wirtschaftlich erscheint, am Arbeitsplatz zur Verfügung gestellt. Die hier eingesetzten dezentralen Server sollen, soweit es sich nicht um Spezialserver handelt, einen Teil des Grundbedarfs abdecken. Voraussetzung für eine funktionierende Versorgungsstruktur ist jedoch eine leistungsfähige Kommunikationsstruktur.

Das Universitätsrechenzentrum plant, verwaltet und betreibt das gesamte gebäudeverbindende Hochschulnetz (Backbone) bis zu den Übergabepunkten in den Gebäuden. Es entwirft auch die Vernetzungsstrategien für das passive Netz der Gebäude und koordiniert die Beschaffung und die Installation der aktiven Netzkomponenten in den Gebäuden. Gleichzeitig berät es die Institute und Fachbereiche bei der Planung von Vernetzungen und unterstützt sie bei der Lokalisierung und Behebung von Störungen. Im Rahmen eines zusätzlichen Service werden gängige und vom Rechenzentrum empfohlene Netzkomponenten für die Universitätseinrichtungen zentral beschafft.

Das Hochschulnetz muß laufend den rasch steigenden Anforderungen angepaßt und saniert werden. Es sind mehrere Tausend Rechner an das Hochschulnetz angeschlossen. Die Daten werden bereits in Gigabit/s übertragen und benötigen Speicherraum in Größenordnungen von Terabyte. Neben Texten werden Bilder und Sprache übertragen. Multimediale Systeme wie beispielsweise Videokonferenzsysteme sind im Kommen.

Für den Anschluß des Hochschulnetzes der Universität Würzburg an das Breitband-Wissenschaftsnetz (national) und das Internet (international) sorgt ebenfalls das Rechenzentrum der Universität. Die Informationsdienste des Internets stehen den Wissenschaftlern und Studierenden im Versorgungsbereich des lokalen Hochschulnetzes rund um die Uhr mit einer beachtlichen Zuverlässigkeit zur Verfügung. Die hohe Verfügbarkeit des lokalen Netzes garantiert einen schnellen und sicheren Zugriff auf die heute unverzichtbaren Dienste wie WWW, News, E-Mail und FTP. Das Universitätsrechenzentrum bietet außerdem analoge und digitale Zugänge zum Hochschulnetz und damit zum Internet an, über die Studierende von ihrem häuslichen Arbeitsplatzrechner auf die Informationsdienste zugreifen können. Solche Anschlüsse werden künftig in den Studentenwohnheimen zur Standardausstattung gehören.

Der Spitzenrechenzeitbedarf wird vorwiegend im lokalen Universitätsrechenzentrum durch die zentralen Computeserver abgedeckt. Es sind in der Regel Hochleistungsrechner wie mittlere Parallel- und Vektorrechner sowie Cluster mit leistungsfähigen skalaren Computeservern, die den Wissenschaftlern für rechenintensive Aufgaben in der Forschung zur Verfügung stehen. Nur für Aufgaben mit außergewöhnlichem Rechenzeitbedarf, die vor Ort nicht sinnvoll abgewickelt werden können, sind die Höchstleistungsrechner im Leibniz-Rechenzentrum in München bestimmt.

Zentrale Server werden zudem vom Rechenzentrum für die Institute und Bereiche der Universität bereitgestellt, die über keine entsprechenden Compute- und Fileserver verfügen. Es kann sich dabei auch um Spezialserver wie Grafikserver, Archivserver und E-/A-Server, aber auch um Arbeitsplatzrechner handeln, die in öffentlichen Benutzerräumen im Rechenzentrum für die Mitarbeiter und Studierenden betrieben werden. Eine wichtige Rolle spielt hier auch die Software, die aus ökonomischen oder systemtechnischen Gründen nur auf den zentralen Servern zur Verfügung gestellt werden kann. Die Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt-Aschaffenburg und die Musikhochschule Würzburg können hier mitversorgt werden.

Eine sichere Archivierung von unersetzlichen Forschungsdaten als Sicherheitskopie ist nur bei einer professionell geführten Datenhaltung gewährleistet und wirtschaftlich nur in einer zentralen Einrichtung zu realisieren.

Das gleiche gilt auch für teure Spezialgeräte, die für einen breiten Benutzerkreis interessant sind und in der Regel eine komplizierte Handhabung, eine aufwendige Betreuung sowie hohe Unterhaltskosten erfordern. Das Rechenzentrum kann in solchen Fällen die Benutzer auch fachlich unterstützen wie bei der grafischen Darstellung von Daten für Präsentations- und Analysezwecke. Auch wissenschaftliche Visualisierungen nehmen einen immer höheren Stellenwert in der Forschung ein. Dies gilt sowohl für die Bereiche der Physik, Chemie und Informatik, wo meist große Datenmengen aus Simulationen visualisiert werden müssen, als auch in besonderem Maße für biomedizinische Projekte. Gerade den stark expandierenden *life sciences* ermöglicht häufig erst eine geeignete graphische Darstellung, beispielsweise von komplexen 3D-Bilddaten, eine weitere wissenschaftliche Analyse und Auswertung. Aufgrund dieses bereits vorhandenen und noch steigenden Bedarfs hat das Rechenzentrum in enger Kooperation mit den beteiligten Forschergruppen ein Hochleistungsgraphiksystem Onyx2 InfiniteReality der Firma SGI beschafft. Mittelfristig sollen alle Aktivitäten in einem Kompetenzbereich „Visualisierung“ zusammengeführt werden. Der Aufbau von Kompetenzbereichen, wie bei der Visualisierung geplant, ist zwingend erforderlich, um das reichlich vorhandene Know-how der Universitätsbereiche zu bündeln und es allgemein der Forschung und Lehre zur Verfügung stellen zu können.

Wie bereits oben erwähnt, wird auf den zentralen Servern neben Standardsoftware auch Anwendungssoftware bereitgestellt, die auf den dezentralen Servern nicht vorhanden ist. Diese Software kann oft nur gemietet werden, ist im Einzelfall teuer und sehr betreuungsintensiv und bedingt Einführungskurse, die im Rechenzentrum veranstaltet werden.

Das Rechenzentrum verfügt über Campusverträge wie den Microsoft-Select-Vertrag und beschafft außerdem Mehrfachlizenzen. Daneben werden gemeinsam mit anderen bayerischen Universitätsrechenzentren Rahmenverträge mit Softwareherstellern abgeschlossen. Alle Einrichtungen der Universität Würzburg können somit preisgünstig Lizenzsoftware über das Rechenzentrum oder beim Rechenzentrum beziehen. Die Software wird zum überwiegenden Teil in der Softwareverteilungsstelle im Rechenzentrum auf CD-ROM gebrannt.

Mit der flächendeckenden Vernetzung ging auch die flächendeckende Austattung der Universitätsbereiche mit Arbeitsplatzrechnern und Computer-Pools einher. Es stellte sich dabei sehr schnell heraus, daß ein Großteil der Bereiche mit der Betreuung seiner Rechner überfordert ist. Wenn die in diesem Zusammenhang anfallenden Arbeiten von den Bereichen im Rahmen von Eigenwartung nicht mehr durchgeführt werden können, muß teuere Fremdwartung in Anspruch genommen werden. Hinzu kommt, daß dem Rechenzentrum das Personal fehlt, die ständig zunehmende Zahl der dezentralen Rechner auf die konventionelle Art zu betreuen. Das reichhaltige und immer unübersichtlichere Softwareangebot mit seinen vielen gleichartigen Produkten zwingt außerdem die Rechenzentren, sich auf bestimmte sogenannte Standardprodukte zu beschränken, für die auch Campuslizenzen beschafft werden. Diese Situation hat schließlich zum Projekt „Zentrale Softwareversorgung über verteilte Novell-Server“ geführt. Es entlastet qualifiziertes Personal in den Fachbereichen. Gleichzeitig können die nicht unerheblichen Kosten für Fremdwartung vermieden werden. Die zentrale Softwareversorgung reduziert auch Softwarekosten in erster Linie durch „Software Sharing“. Es müssen weitaus weniger Lizenzen pro Produkt beschafft werden als bei einer individuellen Beschaffung. Netzlizenzen sind wirtschaftlicher.

Das Rechenzentrum berät die Benutzer auch bei der Wahl ihres Arbeitsplatzrechners. Es werden Ausschreibungen durchgeführt und Empfehlungen ausgesprochen. Es berät auch auf Wunsch die Universitätseinrichtungen bei der Beschaffung und Installation von dezentralen Systemen. Für die langjährige Planung, die Antragsbegleitung und die Beschaffung von CIP-Pools und WAP-Clustern ist das Rechenzentrum ebenfalls zuständig.

Eine Beratung für Mitarbeiter und Studierende fungiert quasi als Anlaufstelle des Rechenzentrums. Sie ist gleichzeitig die zentrale Auskunfts- und Beratungsstelle, die bei Bedarf auf die Spezialisten oder die Hotlines im Rechenzentrum verweist. Den Studierenden wird in allen einschlägigen Fragen vom häuslichen Arbeitsplatzrechneranschluß bis zur Benutzung der Einrichtungen im Rechenzentrum geholfen. Allen Hochschulangehörigen vom PC-Anfänger bis zum Systembetreuer bietet das Rechenzentrum auch Kurse an.

Informationen und Dokumentationen des Rechenzentrums zu wichtigen und aktuellen Themen gibt es laufend im WWW. EDV-Dokumentationen, insbesondere die Schriften des RRZN Hannover, können im Rechenzentrum erworben werden. Mitteilungen informieren kurzfristig über Kurse und sonstige Veranstaltungen. Die halbjährigen Benutzer-Informationen des Rechenzentrums bleiben Aufsätzen über aktuelle Themen vorbehalten.

Neue zusätzliche Aufgaben des Rechenzentrums

Im neuen Strukturplan des Rechenzentrums wird auf eine Reihe von Projekten hingewiesen, die bereits bearbeitet werden oder in allernächster Zeit in Angriff genommen werden müssen. In der folgenden Auflistung sind aus Platzgründen nur die Arbeitstitel angegeben:

- Universitätsweite Beschaffungskoordination für Arbeitsplatzrechner.
- Förderung des Einsatzes von Linux und StarOffice-Produkten.
- Fächerübergreifende Projekte und Kompetenzbereiche.
- Hochschulinterne Internet-Anschlußmöglichkeiten für studenteneigene Rechner.
- Aufbau der Archivierungs- und Backup-Dienste.
- Aufbau eines Helpdesk-Systems.
- Online-Benutzer-Information mit Druck-Option.
- Betreuungskonzept für dezentrale DV-Systeme.
- Neue Benutzungsrichtlinien für die Informationsverarbeitung der Universität.
- WEB-basierte Benutzerschnittstellen.
- Untersuchungen über den Einsatz drahtloser Datenübertragung.
- Ein Informationsmanagementsystem als gemeinsames Projekt von Rechenzentrum, Universitätsbibliothek, Fachbereichen und Medienzentrum.
- Untersuchungen über verursacherorientiertes Netz-Accounting.

Es werden, wie die Erfahrung zeigt, noch weitaus mehr Aufgaben in der nächsten Zeit auf das Rechenzentrum zukommen. Die Möglichkeiten, die Computernetze wie das Internet bieten, sind bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Man steht erst am Anfang der Einsatzmöglichkeiten dieses jungen Mediums. Wohin der Weg führt und welche Überraschungen noch zu erwarten sind, kann heute niemand schlüssig beantworten.

Zur Geschichte des Rechenzentrums der Universität Würzburg

Matthias Reichling

Der nachfolgende Beitrag beschreibt das Entstehen und die Entwicklung des Rechenzentrums der Universität Würzburg. Es wird hierbei vor allem auf die zentralen Rechner eingegangen, angefangen von der Zuse Z 22R bis hin zum heutigen Bestand an unterschiedlichen Servern. Zur Entwicklung der Ein- und Ausgabegeräte, der Arbeitsplatzrechner und PC-Server, der Kommunikationssysteme und der Anwendungssoftware sei auf die weiteren Beiträge in dieser Schrift verwiesen.

Die Anfänge

Nachdem in den 1940er Jahren von verschiedenen Forschern und Forschergruppen die ersten Computer entwickelt worden waren, rief die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Jahre 1952 eine Kommission für Rechenanlagen ins Leben. Diese förderte zunächst die Entwicklung von Rechnern im Eigenbau in Darmstadt, Göttingen und München. Bald konnte jedoch auch die deutsche und ausländische Industrie Rechner anbieten, so daß die DFG in der Folgezeit im Rahmen eines Schwerpunktprogramms Rechner verschiedener Fabrikate und Größenordnungen beschaffte und den Universitäten zur Verfügung stellte. Gleichzeitig sollten an den Hochschulen Rechenzentren entstehen, zu denen alle Forscher der betreffenden Hochschule Zugang haben. Für den Spitzenbedarf wurde 1962 das „Deutsche Rechenzentrum Darmstadt“ als Großrechenzentrum eingerichtet.

Als kleinere Anlagen wurden Rechner des Typs Zuse Z 22 ausgewählt. Solche Geräte standen beispielsweise an den Universitäten in Freiburg, Mainz, Münster und Saarbrücken. Größere Anlagen waren die SEL ER 56 oder die Siemens 2002, letztere unter anderem an der Universität Tübingen und der TH Aachen. Auch in Würzburg war man an einer derartigen Anlage interessiert. Im Frühjahr 1956 war das Institut für Angewandte Mathematik gegründet worden. Als Professor wirkte dort seit 11. 6. 1959 Friedrich Sommer (1912–1998). Schon am 14. 9. 1959 beantragte er bei der DFG eine Sachbeihilfe in Höhe von 1,4 Millionen DM zur Beschaffung einer Siemens 2002. Die DFG-Kommission befürwortete eine Rechenanlage für die Universität Würzburg, empfahl jedoch wegen der geringen Personalausstattung des Instituts, zunächst eine Zuse Z 22 zu beschaffen. Prof. Sommer modifizierte am 12. 3. 1960 seinen Antrag; das Staatsministerium für Unterricht und Kultus sicherte die notwendigen Personal- und Betriebskosten für die Folgejahre zu. Am 13. 7. 1960 genehmigte die DFG 300 000 DM zur Beschaffung der Anlage.

„Durch diese Bewilligung soll den Forschern der Universität Würzburg die Durchführung mathematischer Arbeiten mit Hilfe elektronischer Rechenmaschinen ermöglicht und die Ausbildung von Nachwuchskräften gewährleistet werden.“ Nun konnte die Firma Zuse in Bad Hersfeld mit dem Bau der Z 22R/45 beginnen. Die Maschine wurde am 16. 1. 1961 in Würzburg angeliefert und im Keller des Physikalischen Instituts am Röntgenring 8 aufgestellt (unter den Räumen, in denen 1895 die Röntgenstrahlen entdeckt worden waren). Schon seit August 1960 war der Techniker Helmut Weide am Institut für Angewandte Mathematik angestellt; er wurde zunächst noch in Bad Hersfeld ausgebildet und war dann bei der Installation der Anlage beschäftigt. Am 15. März 1961 fand die offizielle Übergabe der Maschine durch den Rektor der Universität, Prof. Dr. Knetsch, statt; an der Feierstunde nahmen auch der Würzburger Oberbürgermeister Dr. Zimmerer sowie der Firmenchef Konrad Zuse teil. Der Zeitungsbericht hebt hervor, daß Würzburg als erste der drei bayerischen Universitäten mit einer derartigen Maschine ausgerüstet worden sei. In der Tat führt ein Verzeichnis der DFG (Stand: 1. 2. 1962) an 29 wissenschaftlichen Hochschulen und Forschungsstätten 43 elektronische Rechenanlagen auf, die meisten von der DFG finanziert; neben Würzburg ist darin München (Max-Planck-Institut und Technische Hochschule – erst seit 1970 Technische Universität) einziger bayerischer Standort. Häufigstes Modell in dieser Liste ist die Z 22 (zehn Maschinen, dazu vier Z 22R). Der Computer der Universität war der zweite Rechner in Würzburg: Bereits am 18. 10. 1960 war eine Zuse Z 22R in der Landesversicherungsanstalt Unterfranken in Betrieb genommen worden, um die durch die Rentenreform gestiegenen Anforderungen bei der Rentenberechnung abdecken zu können.

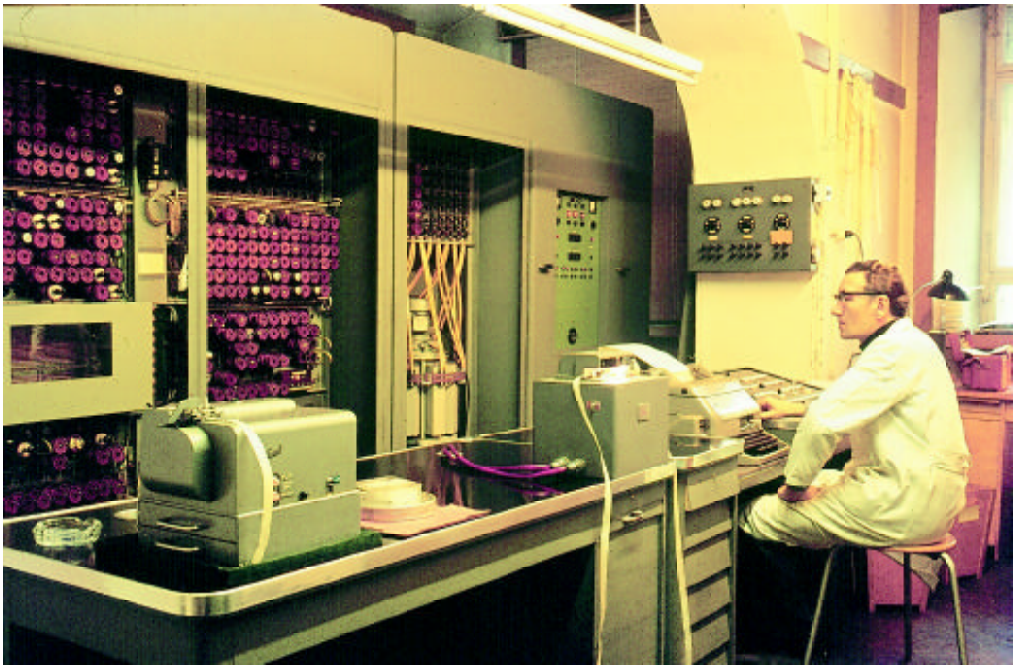
Übergabe der Zuse Z 22R/45 am 15. 3. 1961. Hinten v. l. n. r. Prof. Friedrich Sommer, Prof. Helmuth Kulenkampff, Rektor Prof. Georg Knetsch, Konrad Zuse. Am Bedienungspult Techniker Helmut Weide.

Der erste Rechner: Die Zuse Z 22R

Konrad Zuse (1910–1995) war ein Computerpionier, der 1941 die erste funktionierende frei programmierbare vollautomatische Rechenanlage im Wohnzimmer seiner Eltern in Berlin aufgebaut hatte. 1949 gründete er die Zuse KG, die zunächst Rechner in Relaistechnik fertigte (Z 11). Später entstand, in Röhrentechnik, die Z 22, von der zwischen 1957 und 1962 über 50 Maschinen ausgeliefert wurden. Ab Januar 1960 wurden zur Erhöhung der Rechengeschwindigkeit einige kleine Modifikationen im Befehlssatz vorgenommen, weshalb die Umbenennung in Z 22R erfolgte. Die Würzburger Maschine trug die Seriennummer 45. 1961 entstand die Z 23, die in Transistortechnik gefertigt wurde und eine verbesserte Weiterentwicklung der Z 22 darstellte. Im Jahre 1964 wurde die Zuse KG von BBC, bald darauf von Siemens übernommen.

Die Z 22 arbeitete mit Worten zu je 38 Bit. Der Speicher bestand zum einen aus dem sogenannten Schnellspeicher (Kernspeicher in Ringkerntechnik) mit 32 Worten (Maximalausbau, so auch in Würzburg realisiert). Dieser Schnellspeicher entspricht den Registern heutiger Prozessoren. Daneben stand eine Magnettrommel für 8192 direkt adressierbare Worte zur Verfügung. Sie enthielt 256 Spuren, die in 32 Sektoren unterteilt waren, und drehte sich mit 100 Umdrehungen pro Sekunde, was eine mittlere Zugriffszeit von 5 Millisekunden bedeutete. Die gesamte Speicherkapazität dieser Trommel entsprach 38 KByte. Ein Wort konnte entweder eine 38-stellige Dualzahl, einen Befehl oder sieben alphanumerische Zeichen (à 5 Bit entsprechend dem Code der 5-Kanal-Lochstreifen, also nur Großbuchstaben, Ziffern und einige Sonderzeichen) aufnehmen. Als Eingabemedium dienten zwei Lochstreifenleser (15 bzw. 200 Zeichen/sec); die Ausgabe erfolgte auf einen Fernschreiber (10 Zeichen/sec), an dem auch ein Lochstreifenstanzer aktiviert werden konnte, bzw. auf einem eigenen Lochstreifenstanzer (25 Zeichen/sec). Der Lochstreifen diente also quasi als Massenspeicher, wodurch eine Weiterverwendung der Ausgabe eines Programms als Eingabe für ein neues Programm möglich war. Am Bedienungspult standen 38 Schalter für die Eingabe der einzelnen Bits eines Befehls in das Befehlsregister zur Verfügung; beim Stopp der Maschine ließ sich der Inhalt des Befehlsregisters über eingebaute Lämpchen ablesen. Neben Tasten zum Starten und Stoppen des Programms waren noch einige Schalter mit Spezialbedeutung vorhanden, teilweise nachträglich selbst eingebaut (z. B. akustische Meldung beim Eintreten eines bestimmten Ereignisses oder – wichtig für die Fehlersuche – Stopp nach dem Rücksprung aus einem Unterprogramm). Später baute der Techniker in die Maschine noch einige Zusatzbefehle ein, die dem Befehlssatz der Z 23 entnommen waren, wodurch die Maschine etwas schneller und die Programme etwas kürzer wurden. Die mittlere Rechengeschwindigkeit der Maschine betrug etwa 20 Fließkomma-Operationen in der Sekunde, also 20 flops. Der Rechner mit etwa 400 Röhren und 2500 Dioden füllte mehrere Schränke, davon einen für den Trommelspeicher. Die beträchtliche entstehende Wärme wurde über eine Wasserkühlung abgeführt, so daß vor dem Einschalten der Maschine zunächst ein Wasserhahn zu öffnen war. Der Techniker mußte vor allem fehlerhafte Röhren finden und ersetzen oder die Köpfe des Trommelspeichers neu justieren.

Für die Programmierung des Rechners wurde im allgemeinen nicht der Intern-Code, sondern eine Art Assemblersprache, der sogenannte Freiburger Code verwendet. Dieser war in einer Zusammenarbeit des Mathematischen Instituts der Universität Freiburg mit der Zuse KG entwickelt worden und gestattete es, vor allem mathematische Probleme komfortabler zu lösen. Er enthielt eine Sammlung von Routinen, mit denen man z. B. eingegebene Dezimalzahlen in Dualzahlen umwandeln,



Die Zuse Z 22R/45. Hinten Kernspeicher, Leitwerk, Magnettrommelspeicher und Stromversorgung. Vorne Lochstreifenstanzer, schneller Lochstreifenleser, Fernschreiber und Bedienungspult.

Texte eingeben und formatiert ausgeben sowie gewisse arithmetische Programme (Grundrechenarten und Quadratwurzelziehen mit Zahlen in Gleitkommadarstellung) durch einen einzigen Unterprogrammaufruf ausführen konnte. Die Umwandlung des Freiburger Codes in die Maschinenbefehle besorgte das sogenannte Grundprogramm. Es belegte die ersten 1024 Speicherplätze auf der Magnettrommel und war durch einen Schalter vor versehentlichem Überschreiben geschützt. Außerdem waren verschiedene mathematische Funktionen (Exponentialfunktion, Logarithmus usw.) in Maschinencode auf Lochstreifen vorhanden, die vom Benutzer eingelesen und dann von seinem Programm aufgerufen werden konnten. Nachdem die höhere Programmiersprache ALGOL (syntaktisch ein Vorläufer von Pascal) entwickelt worden war, entstand 1961 mit DFG-Unterstützung am Institut für Angewandte Mathematik der Universität Mainz unter K. Samelson und F. L. Bauer der Compiler ALCOR MAINZ Z 22R. Dieser belegte die Hälfte des Trommelspeichers (Speicherplätze ab 4096); dafür konnte der sonst vom Grundprogramm belegte Speicherplatz freigegeben werden. Beim Wechsel zwischen Programmen in ALGOL und Programmen im Freiburger Code mußte also jeweils das Grundprogramm bzw. der ALCOR vom Lochstreifen eingelesen werden.

Ein logischer Baustein der Z 22R.

Das Beschreiben der Lochstreifen konnte offline an einem Fernschreiber erfolgen. Die Anlage selbst lief im offenen Betrieb, also ohne einen Operateur. Die Benutzer arbeiteten – anfangs unter Anleitung – selbst am Bedienungspult der Maschine, das heißt, sie legten den Lochstreifen ein und starteten das Programm. Da jeweils nur ein einziges Programm in der Maschine rechnen konnte, mußten sich die Benutzer untereinander absprechen bzw. Reservierungen vornehmen.

Der neue Rechner wurde bald nach der Aufstellung intensiv genutzt. Im Sommersemester 1960 – also noch vor Lieferung der Maschine – hatte Prof. Sommer ein „Proseminar für elektronische Rechenautomaten“ sowie ein „Praktikum über numerisches Rechnen“ abgehalten. Im Sommersemester 1961 fanden dann erstmals „Übungen zum Elektronischen Rechnen“ statt, die auch in den folgenden Semestern regelmäßig angeboten wurden. Die Hauptnutzer des Rechners waren Physiker und Mathematiker. Wie aber von der DFG gefordert und auch von Prof. Sommer bei der Übergabe betont, stand der Rechner allen Instituten der Universität offen, und so findet man unter den Benutzern des Jahres 1963 beispielsweise Vertreter der Chemie, Mineralogie, Astronomie und Psychologie, aber auch das Max-Planck-Institut für Silikatforschung (heute Fraunhofer-Institut) und das Balthasar-Neumann-Polytechnikum (Vorläufer der Fachhochschule). Auch die Universitätsverwaltung wußte das neue Gerät zu nutzen: 1964 wurde ein Programm zur Aufschlüsselung der Telefonrechnung nach Instituten erstellt. Außerdem wurde die Verteilung der Studiengebühren und der Hörgelder auf die einzelnen Studenten und Dozenten berechnet, eine komplizierte Aufgabe, die jedes Semester mehrere Tage in Anspruch nahm. Daraus entstand auch eine erste Studentenstatistik über Vorlesungsbelegungen – mangels Belegpflicht heutzutage gar nicht mehr möglich.

Bereits im Jahresbericht der Universität über das akademische Jahr 1959/60 ist im Bericht des Universitätsbauamtes beim Institut für Angewandte Mathematik von „Planungsarbeiten zur Errichtung eines Neubaues auf dem Gelände des alten Botanischen Gartens, zugleich für Rechenzentrum“ die Rede. Im Vorlesungsverzeichnis taucht der Begriff „Rechenzentrum“ erstmals zum Wintersemester 1961/62 auf: Das „Institut für angewandte Mathematik mit Rechenzentrum“ befand sich zwar in der Klinikstraße 6, das Rechenzentrum selbst jedoch am Röntgenring 8. Zunächst waren nur zwei Angestellte vorhanden, der Techniker Helmut Weide und der Diplom-Mathematiker Wolfgang Pavel. Langsam wuchs der Personalbestand, auch durch Hilfskräfte, an, so daß ein Teil der Mitarbeiter eine Baracke im alten Botanischen Garten (südlich der Physik) beziehen mußte. 1969 wurde zwar eine neue transportable Baracke näher am Physikgebäude erbaut, die aber dem Raummangel auch nicht abhelfen konnte.

Ein zweiter Rechner: Die EL X8

Die Z 22R konnte den stark wachsenden Bedarf an Rechenleistung natürlich nicht lange befriedigen. Um gegenüber anderen Universitäten nicht ins Hintertreffen zu geraten, mußte eine leistungsfähigere Anlage beschafft werden. 1965 wurde der Antrag auf einen größeren Rechner bei der DFG gestellt und am 16. 12. 1965 bewilligt. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft stellte auch diesmal wieder den Rechner zur Verfügung. Es handelte sich um eine Maschine EL X8 der niederländischen Firma Electrologica. Dieses Unternehmen hatte bereits Ende der 50er Jahre den vollständig transistorisierten Rechner X1 entwickelt, der auch an mehreren deutschen Universitäten aufgestellt worden war. Die Firma wurde später

von Philips übernommen. Etwa gleichzeitig mit Würzburg hatten auch die Universität Kiel und die TH Karlsruhe von der DFG eine X8 erhalten. Im Februar 1967 wurde der Rechner im Keller des Physikalischen Instituts, jedoch in anderen Räumen als die Zuse aufgestellt.

Die neue Anlage war mit 2,88 Millionen DM wesentlich teurer als die Z 22R. Dafür war sie auch etwa zweitausendmal leistungsfähiger: Eine Gleitkomma-Addition benötigte 7,5 µsec, eine Gleitkomma-Multiplikation 11,25 µsec und eine Gleitkomma-Division 62,5 µsec. Die Maschine verwendete Worte mit je 27 Bit, die einen Befehl, eine Ganzzahl oder drei Zeichen Text (à 7 Bit) aufnehmen konnten. Für eine Gleitkommazahl wurden zwei Worte benutzt. Der Kernspeicher (Arbeitsspeicher inkl. Register) war nun 32 KWorte groß (entspricht 108 KByte); er wurde später auf 48 KWorte und zuletzt auf 64 KWorte erweitert. Als Externspeicher diente zunächst ein Trommelspeicher mit 512 KWorten (= 1728 KByte). Im Laufe der Zeit wurden zusätzlich zwei Laufwerke für Wechselplattenstapel mit je 2 MWorten (= knapp 7 MByte) angeschlossen, die jedoch wesentlich längere Zugriffszeiten als der Trommelspeicher benötigten. Die Eingabe erfolgte wie bei der Z 22R über einen Lochstreifenleser (1000 Zeichen/sec), bald aber auch über einen Lochkartenleser, der in der Sekunde 20 Karten verarbeiten konnte. Für die Ausgabe standen Lochstreifenstanzer, Lochkartenstanzer, ein Zeilendrucker (20 Zeilen/sec, keine Kleinbuchstaben) sowie erstmals ein Zeichengerät (Plotter) zur Verfügung. Später wurde auch ein graphisches Display mit Hardcopy-Einrichtung beschafft. Die gesamte Peripherie war mit einem Ein-/Ausgabe-Rechner verbunden. An diesen wurden später mittels Datenfernübertragung auch externe, in anderen Gebäuden untergebrachte Geräte angeschlossen: ein Fernschreiber im Astronomischen Institut sowie eine DEC PDP 8 im Institut für Organische Chemie am Hubland. Die Zuse Z 22R wurde über eine

Vorstellung der Electrologica EL X8 im Februar 1967. Rechts Prof. Velte, sitzend W. Pavel. Von vorn nach hinten: Bedienungspult, Konsolfernschreiber, Lochstreifenleser, Plotter und Lochstreifenstanzer. Im Hintergrund der Drucker sowie ein Teil des Rechners.

vom Rechenzentrum entwickelte Hard- und Softwarelösung als Terminal für die X8 weiterverwendet. Für die Datenerfassung (zunächst mit Lochstreifen, später zunehmend mit Lochkarten) standen den Benutzern mehrere Blattschreiber und Kartenlocher zur Verfügung.

Der Maschinencode (Assembler) des Rechners hieß ELAN. Außer der Programmiersprache ALGOL stand nun ein Compiler für Fortran IV zur Verfügung. Auch bei dieser Maschine konnte zu einem Zeitpunkt nur jeweils ein einziges Programm laufen. Zum 1. 6. 1970 wurde das am Rechenzentrum unter der Federführung von Peter Ruff entwickelte Betriebssystem TASO in Betrieb genommen, wodurch eine effektivere Nutzung der Anlage möglich wurde: Während früher ein neues Programm erst eingegeben werden konnte, wenn das vorherige abgearbeitet war, konnten nun mehrere Programme in die Maschine eingegeben werden, die vom System sequentiell gestartet wurden. Die Eingabe über Lochstreifen und -karten erfolgte nicht mehr, wie bei der Z 22R, durch den Benutzer selbst, sondern durch einen Operateur, dem die Lochstreifen (in einer Tüte) bzw. die Lochkarten (in einem Kasten) vor dem Maschinenraum bereitgestellt werden mußten. Mit Einführung von TASO war es auch möglich, Programme direkt über einen Fernschreiber bzw. dessen Lochstreifenleser einzugeben. Der Fortran-Compiler war nicht in TASO integriert. Daher mußte zu gewissen Zeiten das Fortran-System aktiviert werden. Allerdings entfielen nur wenige Prozent der Gesamtrechenzeit auf Fortran-Jobs; das Hauptgewicht lag auf ALGOL.

Der Benutzerkreis hatte sich im Laufe der Jahre stetig erweitert. Wissenschaftler, die für umfangreichere Probleme bisher auf das Deutsche Rechenzentrum in Darmstadt angewiesen waren, konnten nun den Rechner vor Ort nutzen. 1968 tagte eine Arbeitsgemeinschaft „Methoden der Datenverarbeitung in der Mediaevistik“ mit Prof. Otto Meyer, wodurch der Einsatz des Computers auch in den Geisteswissenschaften gefördert wurde. Die Universitätsbibliothek begann im Frühjahr 1968 mit der Erstellung des Gesamt-Zeitschriftenverzeichnisses der Universität auf Lochstreifen. Auf Anregung des Konrektors Prof. Max Scheer wurde Anfang 1970 in der Zentralverwaltung eine neue Abteilung für Planungsfragen eingerichtet, mit der die Studentenabteilung, die Prüfungskanzlei und das Rechenzentrum zusammenarbeiten sollten, um unter anderem eine Statistik der immatrikulierten Studenten und ihre Verteilung auf die Studienfächer zu erstellen. Wie ein Artikel im Mitteilungsblatt der Universität vermeldet, sollte den Studenten das Ausfüllen zahlreicher Formblätter erspart werden, da die Daten bei der Immatrikulation erhoben und dann im Computer gespeichert wurden, so daß nur etwaige Änderungen nachzutragen waren. „So gehen beide, die Universität und der Student, ‘goldenen Zeiten’ entgegen.“ Vereinzelt nahmen auch Institutionen außerhalb der Universität Würzburg das Rechenzentrum in Anspruch, so die Bayerische Landesanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Veitshöchheim oder die Staatliche Bibliothek Bamberg. Starken Niederschlag in der Presse (bis hin zum Münchner Merkur) fand 1969 die Erstellung des Stundenplans für das Würzburger Wirsberg-Gymnasium durch den Rechenzentrums-Angestellten Bernd Knauer, nachdem im Jahr zuvor mehrere Firmen bei der Stundenplanerstellung für das Röntgen-Gymnasium gescheitert waren. Die EL X8 hatte die Berechnungen in nur 50 Minuten durchgeführt.

Prof. Sommer, der gemeinsam mit dem Physiker Prof. Scheer die EL X8 beantragt hatte, war im Mai 1965 einem Ruf an die Universität Bochum gefolgt. Der Lehrstuhl für Angewandte Mathematik wurde im April 1966 durch Waldemar Velte besetzt. Dieser war als Vorstand des Instituts für Angewandte Mathematik zugleich Leiter des Rechenzentrums. Nachdem im Juli 1969 Josef Stoer auf einen neu geschaf-

fenen zweiten Lehrstuhl für Angewandte Mathematik berufen worden war, wurde die Leitung des Rechenzentrums von beiden Lehrstuhlinhabern gemeinsam wahrgenommen. Die Organisation lag in den Händen von Wolfgang Pavel, dem eine langsam wachsende Zahl von wissenschaftlichen Angestellten, wissenschaftlichen Hilfskräften und technischen Angestellten zur Seite stand. Mit der Aufstellung der EL X8 wurde auch eine Stelle für einen Operateur geschaffen, und Anfang der 70er Jahre konnte eine Sekretärin eingestellt werden. Der jährliche Sachetat des Rechenzentrums lag zu dieser Zeit bei rund 150 000 DM, wovon ein knappes Drittel auf Verbrauchsmaterial, der große Rest auf die Wartung der EL X8 entfielen. Diese wurde von einem vor Ort stationierten Techniker der Firma Electrologica durchgeführt, während die Wartung der Z 22R nach wie vor durch den eigenen Techniker erfolgte. Die Senatskommission für das Rechenzentrum, der unter dem Vorsitz von Prof. Wilhelm Arnold Mitglieder verschiedener Fakultäten angehörten, legte die Gebühren für Verbrauchsmaterial und Rechenzeit fest.

Das Rechenzentrum als zentrale Einrichtung der Universität

Das Jahr 1974 bedeutete für die Datenverarbeitung an der Universität Würzburg in mehrfacher Hinsicht einen Wandel. Verschiedene schon seit langem geplante Veränderungen wurden realisiert.

Im Rahmen des Umzugs der naturwissenschaftlichen Fachgebiete auf das neu geschaffene Universitätsgelände am Hubland war 1970 mit den Erdarbeiten für das Physik- und Mathematikgebäude begonnen worden. In letzterem sollte auch das neue Rechenzentrum untergebracht werden. Die Büroräume konnten im Februar 1974 bezogen werden. Offizielle Übergabe war jedoch erst am 31. 1. 1975. Die Plastik der „Enneperschen Minimalfläche“ vor dem Gebäude, geschaffen vom Bildhauer Olaf Taeuberhahn, entstand nach Berechnungen, die im Rechenzentrum von Dr. Imme Haubitz durchgeführt worden waren.

Übergabe des neuen Mathematikgebäudes am 31. 1. 1975.
V. l. n. r. Prof. Hans Wilhelm Knobloch (Mathematik), Prof. Hans Haffner (Astronomie), Wolfgang Schliffer (Rechenzentrum).

Seit 1971 wurde auch an der Auswahl eines Nachfolgerechners für die EL X8 gearbeitet. Nach einem langwierigen Verfahren, bei dem Anlagen verschiedener Hersteller getestet und bewertet worden waren, entschied man sich für einen Rechner Telefunken TR 440, der schon an verschiedenen anderen deutschen Universitäten im Einsatz war. Dieser Rechner sollte im neuen Gebäude Platz finden, so daß die Räume am Röntgenring anderweitig genutzt werden konnten. Die Zuse Z 22R war bereits im Januar 1974 stillgelegt worden. Sie wurde an das Institut für Kristallstrukturlehre abgegeben, war dort aber nur kurze Zeit im Einsatz. Schließlich gelangte sie in das Deutsche Museum in München, wo sie sich heute noch befindet. Die Electrologica EL X8 blieb bis Ende Oktober 1974 in Betrieb und wurde von der DFG anschließend der Universität Kiel zur Verfügung gestellt, als Ersatzteilbevorratung für die dortige EL X8.

Schließlich wurde im Zuge der Umsetzung des neuen Bayerischen Hochschulgesetzes vom 21. 12. 1973 die bisherige Verbindung des Rechenzentrums mit dem Institut für Angewandte Mathematik aufgehoben. Das Rechenzentrum erhielt einen selbständigen Status als zentrale Einrichtung der Universität neben Bibliothek, Sprachlabor, Sportzentrum und Martin-von-Wagner-Museum. In einem Schreiben vom 25. 10. 1974 legte das Staatsministerium für Unterricht und Kultus die Neugliederung der Universität Würzburg fest. Hierin ist ausgeführt: „Das Rechenzentrum ist die zentrale Dienstleistungs- und Betreuungseinrichtung für alle mit der Datenverarbeitung zusammenhängenden Aufgaben und Tätigkeiten der Hochschule.“ Die Neugliederung trat mit Wirkung vom 15. 11. 1974 in Kraft. Zugleich war die Stelle des Leiters der neuen zentralen Einrichtung zu besetzen. Die Senatskommission für das Rechenzentrum schlug für diese Stelle Dipl.-Ing. Wolfgang Schliffer vor, der bereits über eine mehrjährige Erfahrung mit einer TR 440 am Deutschen Rechenzentrum in Darmstadt verfügte und zum 1. 11. 1974 eingestellt wurde.

Der teuerste Rechner: Die Telefunken TR 440

Die TR 440 war seinerzeit der größte von einer deutschen Firma gebaute Rechner. Er wurde mit beträchtlichen staatlichen Fördermitteln von AEG Telefunken (seit 1974 Siemens-Tochter CGK) in Konstanz entwickelt. Die Anlage für das Rechenzentrum der Universität Würzburg kostete 10,43 Millionen DM, worin allerdings auch die Kosten für die Einrichtung der Stromversorgung und der Klimatechnik enthalten waren. Der Gebäudekomplex für Mathematik, Astronomie und Rechenzentrum mit rund 4000 m² Nutzfläche hatte nur 9,5 Millionen DM gekostet. Am 29. 7. 1974 wurde der Zentralrechner angeliefert; die Datenfernverarbeitungsperipherie folgte im September; der Rechenbetrieb konnte am 30. 9. 1974 aufgenommen werden. Als die Anlage am 15. 10. 1974 vorgestellt wurde, vermeldete die Presse, im größten Rechenzentrum Unterfrankens könnten jetzt sämtliche Telefonnummern des New Yorker Fernsprechnetzes in einer Sekunde addiert werden. Im November 1974 wurde die Abnahme der Maschine erfolgreich abgeschlossen.

Der Rechner samt Peripherie füllte komplett den neuen Maschinenraum aus. Im Vergleich zur EL X8 war die TR 440 etwa um den Faktor 20 leistungsfähiger: sie konnte 830 000 Gleitkomma-Operationen in der Sekunde ausführen (830 Kiloflops). Die Maschine verwendete Worte zu 52 Bit. Der Kernspeicher war zunächst lediglich auf 128 KWorte ausgebaut (entspricht 832 KByte). Der Trommel-

Vorstellung der TR 440 am 15. 10. 1974. Im Vordergrund Bedienfeld („Tableau“) mit den Operateuren Emil Hack und Bruno Rebelsky. Stehend v. r. n. l. Rektor Prof. Schreiner, Konrektor Prof. Uhlmann, Prof. Stoer, Prof. Velte, Prof. Arnold, zwei Mitarbeiter der Firma CGK. Im Hintergrund die Magnetbandstationen.

speicher, für das Betriebssystem genutzt, umfaßte 15 MByte; acht Wechselplattenlaufwerke erlaubten die Speicherung von je 24 MByte bzw. 100 MByte pro Plattenstapel. Ein Teil der Wechselplatten stand allen Benutzern als Arbeitsbereich zur Verfügung und war praktisch ständig in Betrieb; Großbenutzer hatten teilweise auch eigene Plattenstapel, die bei Bedarf vom Operateur eingelegt wurden. Erstmals war auch die Möglichkeit gegeben, Magnetbänder zu lesen und zu beschreiben: Vier Bandstationen verarbeiteten 9-Spur-Bänder mit 800 bpi Schreibdichte. Wie bei der Vorgängeranlage konnten Lochkarten und Lochstreifen eingelesen und gestanzt werden. Zwei Schnelldrucker sowie ein Trommelplotter ermöglichten die Ausgabe auf Papier.

Für die Kommunikation mit dem Rechner standen eine größere Anzahl von Fernschreibern, mehrere alphanumerische Sichtgeräte sowie ein graphisches Sichtgerät zur Verfügung. Diese waren an einen Satellitenrechner TR 86 angeschlossen, der auch erstmals in größerem Umfang Datenfernverarbeitung ermöglichte: An verschiedenen Stellen der Stadt waren Fernschreiber installiert; am Sanderring und am Röntgenring war je eine Datenstation mit Sichtgerät, Lochkartenleser und Drucker eingerichtet. Diese Geräte waren über Postleitungen mit dem Rechenzentrum verbunden.

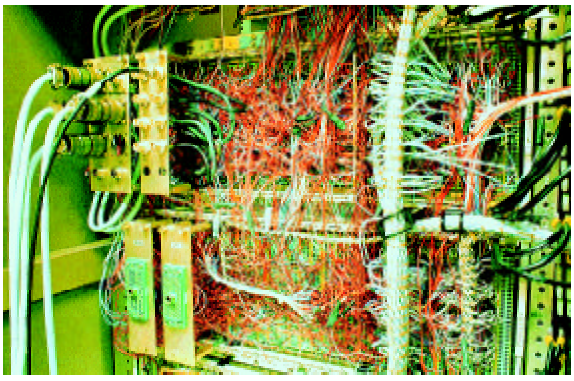
Das Betriebssystem BS3 zeichnete sich durch eine deutsche Kommandosprache aus, die mit Befehlen wie UEBERSETZE, MONTIERE, STARTE, DRUCKE, STANZE, ZEICHNE für Dialog- und Batch-Betrieb identisch war. Neben der Assemblersprache TAS stand nach und nach eine Vielzahl von Programmiersprachen zur Verfügung: ALGOL, BASIC, COBOL, Fortran IV, PL/I, später auch Pascal.

Aus der starken Nachfrage von seiten der Benutzer resultierten bald Engpässe, die sich in unzureichendem Antwortzeitverhalten widerspiegelten. Zunächst wurde durch ein am Rechenzentrum entwickeltes Überwachungssystem ermöglicht, daß Jobs, die keine externen Datenträger wie Magnetbänder oder eigene Wechselplatten benötigten, während des unbeaufsichtigten Betriebs bearbeitet werden konnten. Da die Zahl der Operateurstellen für die neue Anlage vermehrt worden war, war ein Zweischichtbetrieb realisiert worden. Die im Vergleich zur heutigen Technik wesentlich

Die TR 440 nach der Erweiterung 1979: Links CPUs und Kernspeicher, im Vordergrund der Plotter.

störungsanfälligeren Wechselplatten konnten während der verbleibenden Zeit (nachts und am Wochenende) jedoch normalerweise nicht betrieben werden. Das Überwachungssystem überprüfte nun in periodischen Abständen die Platten und schaltete sie bei Zugriffsproblemen ab. Im März 1979 wurden der Arbeitsspeicher des Rechners auf 256 KWorte verdoppelt, neue Wechselplattenlaufwerke (je 200 MByte pro Plattenstapel) installiert sowie ein weiterer Trommelplotter mit drei Stiften, allerdings offline betrieben, beschafft. Durch einen zweiten Rechnerkern wurde die Maschine im August und September 1979 zum Doppelprozessor ausgebaut; außerdem wurde ein zweiter Satellitenrechner DUET 9687-C

Wechselplattenstrecke an der TR 440.



Rückansicht eines Schrankes der TR 440.

beschafft, der den Anschluß von 20 intelligenten Terminals ermöglichte. Der Trommelspeicher wurde, da er eine relativ geringe Kapazität hatte, aber viel Platz beanspruchte, später entfernt, so daß auch das Betriebssystem auf Wechselplatte gespeichert war. Zuletzt waren 26 Wechselplattenlaufwerke und acht Magnetbandgeräte in Betrieb. In den letzten Jahren waren auch die ersten Arbeitsplatzrechner (ALTOS) über ein Terminalemulationsprogramm an die TR 440 angeschlossen. Autonome Arbeitsplatzrechner wurden nun auch für die Programmierkurse eingesetzt, die zu dieser Zeit in jedem Semester mehrere hundert Teilnehmer hatten und den Zentralrechner nicht unwesentlich belasteten.

Der schon am 28. 8. 1975 beantragte zweite Bauabschnitt des Rechenzentrums wurde am 25. 10. 1979 begonnen und konnte nach etlichen Verzögerungen schließlich im März 1983 bezogen werden. Dadurch war endlich die Einrichtung einer zentralen Benutzerberatung, eines Kurs- und Vortragsraumes sowie mehrerer Benutzerarbeitsräume möglich. Außerdem konnte ein zweiter Maschinenraum für die dem Datenschutz unterliegende Klinik- und Verwaltungs-EDV bezogen werden.

Exkurs: Die Verwaltungs- und Klinik-Rechner

Wie bereits oben ausgeführt, wurden die zentralen Rechner des Rechenzentrums schon bald auch für Zwecke der Universitätsverwaltung eingesetzt. Im Laufe der Zeit wuchsen diese Aufgaben an, so daß hierfür eigene Rechner beschafft wurden. Den Anfang machte im Oktober 1980 eine SIEMENS 7.531 für Verwaltungsaufgaben der Universitätskliniken. Sie wurde im März 1983 in den zweiten Maschinenraum des Rechenzentrums verlegt. Gleichzeitig wurde eine weitere Anlage SIEMENS 7.536 für Aufgaben der Zentralverwaltung installiert. Der Rechner für die Klinikverwaltung wurde im Mai 1986 durch eine gebrauchte SIEMENS 7.551 abgelöst, die im Juni 1991 abgeschaltet wurde, nachdem 1990 eine neue SIEMENS 7.562-B (H60) beschafft worden war. Diese übernahm ab September 1993 zusätzlich die noch verbliebenen Aufgaben der 7.536 für die Zentralverwaltung. Alle diese Rechner liefen unter dem Betriebssystem BS 2000. Der Hauptspeicherausbau der 7.531 betrug lediglich 2 MByte, während die H60 immerhin mit 32 MByte ausgestattet wurde. Seit 1993 wurden zunächst in der Zentralverwaltung, später auch in der Klinikverwaltung die Aufgaben zunehmend auf Unix-Server verlagert, die dann bei den jeweiligen Einrichtungen aufgestellt werden konnten. Daher wurde nun auch das für die Betreuung der Rechner und Applikationen benötigte Personal, das zunächst beim Rechenzentrum angesiedelt war, den entsprechenden Einrichtungen zugeteilt. Mit Ende des Jahres 1999 wird die H60 abgeschaltet werden.

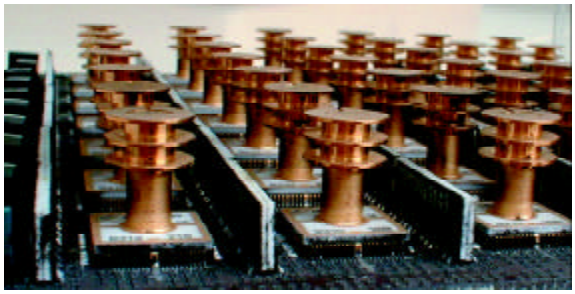
Die Aufgaben der Rechner für die Zentralverwaltung betrafen unter anderem die Personalverwaltung, Studentenverwaltung (bis hin zum Druck der Studentenausweise), Kassenbuchführung und Telefonabrechnung. Die Klinikrechner waren vor allem mit der Verarbeitung von Patientendaten, Buchhaltung und Personalverwaltung beschäftigt. Da alle diese Vorgänge personenbezogene Daten betreffen, war schon aus Datenschutzgründen die Aufstellung in einem eigenen Maschinenraum notwendig, zu dem nur ein ausgewählter Personenkreis Zugang hatte.

Der kompatible Rechner: Die SIEMENS 7.860L

Trotz der 1979 durchgeführten Erweiterung konnte die TR 440 natürlich auf Dauer den gewachsenen Anforderungen nicht genügen. Das Rechenzentrum beantragte daher im Dezember 1983 die Ablösung durch ein IBM 370-kompatibles System SIEMENS 7.860L. Hersteller dieser Anlage war die japanische Firma Fujitsu. Im Dezember 1984 fand die Installation statt; der Benutzerbetrieb wurde im März 1985 aufgenommen. Um die Benutzerdaten auf die neue Maschine übertragen zu können (dies geschah über Magnetbänder), fand bis Ende Juli 1985 ein Parallelbetrieb mit der alten Anlage statt. Nach fast elf Jahren Laufzeit wurde die TR 440 stillgelegt. Wegen der zahlreichen Goldkontakte konnte bei der Verschrottung sogar noch ein Erlös erzielt werden, während die Entsorgung der späteren Rechner Kosten verursachte.

Die neue Anlage, ein Doppelprozessorsystem, war mit 16 MByte Hauptspeicher ausgerüstet und verfügte über 12,5 GByte Plattenspeicher (später auf 15 GByte ausgebaut). Vier Magnetbandgeräte, zwei Schnelldrucker und ein Lochkartenleser vervollständigten die Peripherie. Erstmals wurde ein Laserdrucker beschafft, der für kleinformatige Graphikausgaben den vorhandenen Plotter ergänzen konnte. Neben den direkt angeschlossenen Sichtgeräten kamen nun verstärkt Mikrorechner (PCs) als Arbeitsstationen zum Einsatz, vor allem über das wachsende Kommunikationsnetz innerhalb der Universität.

Das Betriebssystem des Rechners war BS 3000 MSP. Da der Vertrieb dieses Systems später eingestellt wurde, mußte zum 30. 3. 1987 auf das IBM-Betriebssystem MVS/370 umgestellt werden, was für die Benutzer jedoch glücklicherweise keine großen Änderungen mit sich brachte. Wesentlich schwieriger war zwei Jahre zuvor die Gewöhnung an ein völlig anderes Arbeiten unter BS 3000 statt BS3 gewesen.



Multi Chip Carrier (MCC) der SIEMENS 7.860L mit Kühlkörpern.

Die Vielfalt beginnt: DEC VAX 8810 und VAXvector 6000-420

Der immer weiter steigende Bedarf an Rechenleistung machte es notwendig, die Rechenkapazität nach wenigen Jahren erneut auszubauen. Das Rechenzentrum beschaffte als zweite zentrale DV-Anlage einen Rechner der Firma Digital Equipment, eine VAX 8810, die im Oktober 1988 für den Benutzerbetrieb freigegeben wurde. Dieser Rechner besaß 48 MByte Hauptspeicher, 10 GByte Plattenspeicher sowie zwei Magnetbandgeräte. Außerdem wurde ein zweiter leistungsfähiger Laserdrucker angeschlossen. Als Betriebssystem kam VMS zum Einsatz. Die Benutzer hatten nun die Auswahl zwischen zwei unterschiedlichen Plattformen.

Die Kopplung mit der vorhandenen SIEMENS 7.860L wurde über eine Lösung der Firma SEL realisiert (FLEXLINK). Sie ermöglichte jeweils den Zugriff von der einen auf die andere Maschine über eine Terminalemulation und außerdem einen schnellen Datentransfer in beide Richtungen.

Im Januar 1990 wurde durch Installation einer VAX 6000-410 ein VAX-Cluster realisiert. Die neue Maschine wurde an die vorhandenen Festplatten angeschlossen, so daß den Benutzern von beiden VMS-Rechnern aus unmittelbar der gleiche Datenbestand zur Verfügung stand. Die VAX 6000-410 besaß einen Hauptspeicher von 64 MByte und wurde im Juni 1990 mit einem weiteren Skalarprozessor sowie im Oktober 1990 mit einem Vektorprozessor zu einer VAXvector 6000-420 aufgerüstet. Später wurde der Hauptspeicher auf 128 MByte verdoppelt und der Plattenspeicher für beide VAX-Rechner in zwei Stufen auf zuletzt 20 GByte erweitert.

Server für alle Gelegenheiten: Unix setzt sich durch

Die bisher behandelten Rechner mit proprietären Betriebssystemen waren Großrechner (Mainframes) bzw. Universalrechner, das heißt, die Rechner wurden für sämtliche anfallenden DV-Probleme verwendet. Seit Ende der 80er Jahre kamen leistungsfähige Workstations mit schnellen RISC-Prozessoren auf den Markt, die mit dem „offenen“ Betriebssystem Unix (in unterschiedlichen Varianten) ausgestattet waren. Diese Workstations waren vor allem wesentlich preisgünstiger als die bisherigen Zentralrechner, so daß sich auch einzelne Universitätsinstitute und Lehrstühle die Anschaffung derartiger Rechner leisten konnten. Dadurch wandelte sich das Bild der DV-Landschaft an der Universität: Bisher war die Rechenleistung fast ausschließlich im zentralen Rechenzentrum konzentriert; in den Instituten standen allenfalls Fernschreiber, später Sichtgeräte bzw. vereinzelt Arbeitsplatzrechner, die auf den zentralen Rechner und seine Ressourcen zugriffen. Nun wuchs die dezentral vorhandene Rechenkapazität ständig an und überstieg in der Summe bald die zentral zur Verfügung stehende Rechenleistung. Doch der Maschinenraum des Rechenzentrums wurde deswegen nicht leer: Zum einen mußte der Bedarf von Instituten abgedeckt werden, die sich aus wirtschaftlichen oder personellen Gründen die Anschaffung eigener Rechner nicht leisten konnten. Außerdem hatte das Rechenzentrum nach wie vor die Rechenleistung für den Spitzenbedarf zur Verfügung zu stellen. Auch Spezialsysteme, die von einem einzelnen Bereich nicht voll ausgelastet werden können und von mehreren Gruppen innerhalb der Universität benötigt werden, fanden sinnvollerweise ihren Platz im zentralen Rechenzentrum, wo sie zugleich fachkundig betreut werden. Wegen der zunehmenden Vernetzung der Rechner untereinander sowie der Anbindung an nationale und internationale Netze waren eigene Server für verschiedene Dienste notwendig. Schließlich gewann in den letzten Jahren das World Wide Web (WWW) rasant an Bedeutung. Auch hier war es aus ökonomischen Gründen sinnvoll, nicht jeden Bereich mit dem Aufwand für Einrichtung und Betrieb eines eigenen Servers zu belasten, sondern als zentrale Dienstleistung entsprechende Ressourcen zur Verfügung zu stellen.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, für einen einzelnen Server nur wenige Aufgaben vorzusehen. Einerseits sind dann bei einem Rechnerausfall (auch bei Wartungsarbeiten wie Betriebssystem-Upgrade) nur wenige Dienste bzw. Benutzer betroffen, andererseits ist bei Kapazitätsengpässen flexibler und preisgünstiger eine Aufrüstung möglich. Alle im folgenden angesprochenen Systeme sind Workstations bzw. Server unter dem Betriebssystem Unix. Dies ist auch das Betriebssystem der heutigen Hochleistungsrechner.

Die erste Unix-Workstation im Rechenzentrum wurde im Juli 1988 installiert. Es handelte sich um eine SUN 4/110, die für die Visualisierung von Ergebnissen gedacht war, die am Vektorrechner im Leibniz-Rechenzentrum München berechnet worden waren.

Der aktuelle Rechnerbestand

War die bisherige Darstellung chronologisch aufgebaut, so gehen wir in der Folge nach Aufgabengruppen vor und beschreiben damit gleichzeitig das momentan (November 1999) vorhandene Spektrum der Rechner im Rechenzentrum.

Computeserver

Als Ablösung der SIEMENS 7.860L wurden Ende 1992 drei Workstations der Firma Hewlett Packard (HP Apollo 9000/755 mit PA-RISC-Prozessor) beschafft. Zwei davon (mit je 384 MByte Hauptspeicher) dienen als Computeserver und stehen damit allen Benutzern des Rechenzentrums zur Verfügung.

1993 und 1994 wurden zwei Rechner der Firma Digital Equipment (DEC 3000 AXP Model 500X und Model 800S mit Alpha-Prozessor) beschafft. Diese sowie die HP-Rechner haben jeweils eine Leistung von ca. 40 Megaflops.

Der VAX-Cluster wurde am 1. 4. 1996 abgeschaltet. Als Nachfolgerechner kamen zwei AlphaServer 4100 5/400 der Firma DEC zum Einsatz, die Ende 1997 aufgerüstet wurden und jetzt je zwei CPUs (mit 400 bzw. 533 MHz) sowie 512 MByte Hauptspeicher besitzen. Im April 1999 wurde die Palette durch eine DEC Ultimate Workstation 533au² ergänzt, die ebenfalls zwei CPUs mit 533 MHz sowie 1 GByte Hauptspeicher aufweist. Die Leistung dieser drei Rechner beträgt pro Prozessor jeweils 190 bzw. 250 Megaflops.

Vektor- bzw. Vektorparallelrechner

Wie oben erwähnt, war bereits einer der beiden VAX-Rechner mit einem Vektorprozessor ausgerüstet worden. Allerdings wurde die Weiterentwicklung des Prozessors von der Firma eingestellt. Im Rahmen eines gesamtbayerischen Konzepts wurden 1992 für die bayerischen Universitäten kleine Vektorrechner vom Typ CRAY Y-MP EL beschafft, die als Entwicklungsrechner für den großen „Landesvektorrechner“ Cray Y-MP in München gedacht waren. Die Würzburger Maschine war zunächst mit einem Vektorprozessor mit einer Peak-Leistung von 133 Megaflops und 64 MWorten (512 MByte) Hauptspeicher ausgestattet und wurde im Februar 1996 erweitert (zwei Vektorprozessoren und 1 GByte Hauptspeicher). Im November 1998 wurde dieser Rechner stillgelegt.

Als Ersatz ist seit Mai 1998 der Vektorparallelrechner Fujitsu VPP300/2 in Betrieb. Er besitzt zwei Vektorprozessoren, jeder mit einer Peak-Leistung von 2,2 Gigaflops und 2 GByte Hauptspeicher. Auch dieser Rechner dient als Entwicklungsrechner, und zwar für den Vektorparallelrechner VPP700 in München.

Der Vektorrechner steht ausschließlich Benutzern zur Verfügung, die entsprechend optimierte Programme einsetzen, um eine effiziente Nutzung des Rechners zu gewährleisten.

Die Cray Y-MP EL. Rechts dahinter die VPP300/2.

Graphikrechner

Im April 1989 war ein Graphiksystem Evans & Sutherland PS 390 beschafft worden. Dieses bot bereits die Möglichkeit zur 3D-Darstellung durch Einsatz einer speziellen Stereo-Brille. Das System wurde einige Jahre später an den Hauptnutzer in der Röntgenstrukturanalyse abgegeben.

Ganz neu am Rechenzentrum ist der im Oktober 1999 aufgestellte Hochleistungs-Graphikrechner SGI Onyx2 InfiniteReality. Er besitzt vier Prozessoren, 2 GByte Hauptspeicher sowie zwei Graphik-Pipelines mit je zwei Rastermanagern und 64 MByte Texturspeicher. Auf ihm lassen sich beispielsweise komplexe dreidimensionale Modelle in Echtzeit visualisieren und mit Stereo-Brillen betrachten. Anwender für diesen Rechner kommen vor allem aus den Bereichen Biologie, Informatik, Physik und Medizin.

Der Graphikrechner SGI Onyx2 InfiniteReality.

Archivserver

Zur langfristigen Speicherung von Daten wurde im März 1994 der Archivserver für den Benutzerbetrieb freigegeben. Er besaß zunächst einen Roboter mit 2 Bandlaufwerken und 48 Kassetten (VHS-Technologie), auf die jeweils 14,5 GByte Daten gespeichert werden können. 1997 konnte ein gebrauchter zweiter Roboter für 600 Kassetten in Betrieb genommen werden; außerdem wurde der zugehörige Rechner ausgetauscht (jetzt DEC AlphaServer 1000A 4/266). Auf dem Archivserver können Benutzer aus der ganzen Universität langfristig Datenmengen ablegen, beispielsweise Meß- oder Beobachtungsergebnisse, die später einmal ausgewertet werden und viel Platz benötigen. Von allen Daten werden jeweils drei Kopien auf verschiedenen Kassetten gespeichert, so daß das Risiko eines Datenverlustes sehr gering ist. Die Gesamtkapazität beträgt nun mehrere Terabyte an Daten.

Der große Roboter des Archivservers mit fünf Bandlaufwerken und den Kassettenmagazinen.

Fileserver

Die Computeserver besitzen nur eine relativ geringe Kapazität an lokal angeschlossenen Platten. Die Benutzerdaten und die Software sind auf dem Fileserver abgelegt, auf den alle Computeserver über das Network File System (NFS) zugreifen, so daß dort überall die gleichen Daten zur Verfügung stehen.

Zunächst diente die dritte der 1992 beschafften HP-Workstations als Fileserver mit 35 GByte Plattenspeicher.

Im August 1996 wurde ein fehlertoleranter Fileserver, bestehend aus zwei Rechnern (DEC AlphaServer 2000 4/275), in Betrieb genommen. Hierbei sind alle wesentlichen Teile doppelt ausgelegt und durch eine spezielle Software überwacht, so daß bei Ausfall eines Rechners oder einer Komponente die Aufgaben vom anderen Rechner automatisch und für den Benutzer praktisch unmerklich übernommen werden. Zum Schutz gegen Ausfall einzelner Festplatten ist ein (ebenfalls redundant ausgelegter) RAID-Controller vorhanden. Zunächst waren am Fileserver 80 GByte Platten angeschlossen; durch den rasant steigenden Bedarf wurde die Kapazität inzwischen mehrfach erweitert und liegt derzeit bei 140 GByte netto (190 GByte brutto). Die Daten werden jede Nacht auf DLT-Bänder gesichert.

Workstation-Farm

1994 wurde ein Pool von neun Workstations der Firma DEC im Benutzerbereich installiert, so daß den Benutzern neben Arbeitsplätzen unter Windows auch Unix-Arbeitsplätze zur Verfügung standen. 1999 wurden zusätzlich zwei PCs mit Linux installiert. In Zukunft sollen verstärkt Linux-Arbeitsplätze bereitgestellt werden.

Informations- und Softwareserver

Verschiedene Rechner stehen für die Bereitstellung von Informationen zur Verfügung: Der WWW-Server der Universität, auf dem verschiedene Bereiche ihre Informationen präsentieren, der ftp-Server des Rechenzentrums, auf dem zahlreiche Software (public domain) zur Verfügung steht, die daher nicht über (möglicherweise langsame) auswärtige Netzverbindungen heruntergeladen werden muß, sowie der News-Server, auf dem die Netnews gespeichert sind. Der zentrale Mailserver der Universität verteilt die elektronische Post (E-Mail) an die Benutzer bzw. an die Mailserver einzelner Bereiche.

Spezialserver

Der Nameserver ist für die Auflösung von Namen (z. B. www.uni-wuerzburg.de) nach IP-Adressen (z. B. 132.187.3.5) und umgekehrt zuständig. Der Timeserver sorgt über eine angeschlossene Funkuhr und Abgleich mit anderen Timeservern für eine exakte Uhrzeit auf allen Rechnern. Der E-/A-Server mit angeschlossenem Videoaufzeichnungssystem ermöglicht das Erstellen von computergenerierten Videofilmen. Das Netzwerk-Management-System dient zur Überwachung der Netzwerkkomponenten und stellt den aktuellen Zustand des Hochschulnetzes in graphischer Form dar. Das Netzdokumentationssystem dient der elektronischen Erfassung aller Gebäudenetze und ist ein wichtiges Hilfsmittel bei der Planung und Erweiterung dieser Netze. Schließlich stehen Referenz-Maschinen der namhaften Workstation-Hersteller zur Verfügung, um Erfahrungen mit den unterschiedlichen Unix-Derivaten zu sammeln, Software auf verschiedenen Plattformen zu testen und damit die Systembetreuer in den Instituten besser beraten zu können.

Das Personal

Wie bereits oben erwähnt, begann das Rechenzentrum zunächst mit bescheidenster Personalausstattung. Gab es 1967 nur 4 Angestellte, so waren zu Beginn des Jahres 1972 bereits 11 hauptamtliche Mitarbeiter tätig, deren Zahl bis Mitte 1974 – im Hinblick auf den neuen Rechner TR 440 – auf 19 angewachsen war. In den letzten 25 Jahren hat sich zwar die Zahl der Mitarbeiter nochmals leicht vermehrt; wesentlich stärker ist jedoch die Zahl der Aufgaben gewachsen, vor allem durch die gestiegene Zahl von Rechnern und Spezialgeräten, von Softwareprodukten, von Aufgaben bei der Vernetzung der Universität und natürlich auch von Benutzern, die verwaltet und qualifiziert beraten werden müssen. Wie schon in früheren

Die Mitarbeiter des Rechenzentrums im November 1999. V. l. n. r.: 1. Reihe: Dieter Kohls, Ruth Liedl, Monika Schmitt, Rita Hoyer, Karola Feineis, Johannes Przybylla. 2. Reihe: Dr. Peter Dieterich, Martin Mildenberger, Jürgen Weinelt, Helmut Celina, Sylvia Wipfler, Reinhold Faulhaber, Christian Rossa. 3. Reihe: Andreas Koch, Dr. Hartmut Plehn, Adolf König, Hans-Karl Kraus, Alois Spahn, Peter Tscherner, Dr. Matthias Reichling. 4. Reihe: Ekkehard Messow, Wolfgang Schliffer, Rainer Kirsten, Bruno Rebelsky, Peter Ruff, Burkard Lurz.

Jahren kann ein beträchtlicher Teil der Aufgaben nur mit Unterstützung studentischer Hilfskräfte erledigt werden.

Momentan sind am Rechenzentrum der Universität Würzburg 26 hauptamtliche Mitarbeiter (davon fünf Halbtagskräfte) und ca. 20 studentische Hilfskräfte beschäftigt. Neben der Leitung des Rechenzentrums (Ltd. Akad. Direktor Wolfgang Schliffer) einschließlich seiner Verwaltung umfaßt das Rechenzentrum folgende Bereiche:

- Der Bereich „Zentrale und dezentrale Dienste“ (Akad. Oberrat Dr. Matthias Reichling) ist für den Betrieb der zentralen Server und Spezialgeräte sowie für die Unterstützung und Beratung der Bereiche bei der Beschaffung und beim Betrieb ihrer Rechner verantwortlich.
- Der Bereich „Kommunikationssysteme“ (Akad. Direktor Christian Rossa) sorgt für die Planung und das Management der Kommunikationsinfrastruktur der Universität, die Bereitstellung von externen Zugangsmöglichkeiten zum Hochschulnetz sowie für die Anbindung der Universität Würzburg an nationale und internationale Netze.
- Der Bereich „Beratung, Information und Ausbildung“ (Akad. Oberrat Alois Spahn) ist für das weite Feld der Benutzerberatung (Bedienung der Rechner und Peripheriegeräte, Einsatz der Software) sowie für Kurse und Schulungen, Beschaffung und Lizenzierung der Software und außerdem für die Benutzerverwaltung zuständig.

Ausblick

Das Rechenzentrum der Universität Würzburg hat sich vor allem im vergangenen Jahrzehnt in seinen Aufgaben und seiner Struktur stark gewandelt. Aber auch in Zukunft wird es als Teil des kooperativen Versorgungskonzepts einen wichtigen Anteil an der DV-Versorgung der Universität haben. Dabei verlagert sich sein Schwerpunkt weiter hin zu einem Beratungs-, Dienstleistungs- und Kompetenzzentrum. Vor allem die zentralen Dienstleistungen für die Mitglieder der Universität, sei es im Bereich der Kommunikation, der Softwareverteilung, der Bereitstellung spezieller Hardware oder der Benutzerberatung, werden auch in den kommenden Jahren eine bedeutende Rolle spielen.

Quellen

Mitteilungen der Deutschen Forschungsgemeinschaft, 1958–1962

Deutsche Forschungsgemeinschaft: Aufgaben und Finanzierung, I–III, Wiesbaden 1961, 1965, 1968

Information. Mitteilungsblatt der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg, 1967 ff.

Jahresberichte des Rechenzentrums der Universität Würzburg, 1972–1974, 1983 ff.

Jahresberichte der Julius-Maximilians-Universität Würzburg, ab 1959/60 (seit 1974/75 mit Bericht des Rechenzentrums)

Zeitungsberichte der Main-Post und des Fränkischen Volksblatts

Der Verfasser dankt für Informationen aus den Anfängen Herrn Dr. Jens-Egon Mosch von der Deutschen Forschungsgemeinschaft in Bonn-Bad Godesberg, Herrn Akad. Direktor Wolfgang Pavel vom Institut für Angewandte Mathematik und Statistik der Universität Würzburg sowie mehreren „altgedienten“ Kollegen am Rechenzentrum.

25 Jahre Anwendungssoftware

Alois Spahn

Parallel zur stürmischen Entwicklung der Hardware hat sich natürlich auch das Spektrum der Anwendungssoftware gewandelt. In diesem Artikel soll ein Streifzug durch 25 bewegte Jahre aus Sicht eines Betreuers für wissenschaftliche Anwendungen unternommen werden. Der Rückblick muß jedoch ebenso lückenhaft wie die noch vorhandenen Unterlagen bleiben und bezieht sich ausschließlich auf die im Rechenzentrum eingesetzte Software.

Die Anfangszeit

In der Anfangszeit der EDV, sprich den 60er Jahren, wurde noch weitgehend „nackte“ Hardware ausgeliefert. Selbst das Betriebssystem war nur in Ansätzen vorhanden. Ein Rechenauftrag wurde als Lochstreifen eingelesen und blockierte den Rechner EL X8 bis auch der Druckerlärm verstummte. Dann erst kam der nächste Job zum Zuge. Dies änderte sich mit dem im Rechenzentrum entwickelten TASO-System [1], das nun Multitasking für Algol-Programme erlaubte.

Die Anwender konnten zunächst nur Compiler benutzen, die abwechselnd zur Verfügung standen. Nach Absprache war dann z. B. vormittags Fortran-, nachmittags Algol-Betrieb, wobei Algol die ca. 20-fache Rechenzeit belegte. Die Anwendungen und Algorithmen mußten komplett selbst entwickelt werden. Bausteine wurden dann mit Kollegen und anderen Universitäten ausgetauscht, so daß erste Programmsammlungen entstanden. Ein Beispiel dafür war STATISTIK [2], das mit einer Auswertung von Daten auf 64000 vollbeschriebenen Lochkarten erfolgreich seine Feuertaufe bestand.

In diese Zeit fallen auch die ersten Ansätze einer EDV-gestützten Personal- und Studentenverwaltung. Zur Abwicklung der Hochschulwahlen und zur Erstellung der amtlichen Statistik wurden im Rechenzentrum entsprechende Algol-Programme [3] erstellt (siehe Beispiel 1).

Die Rechner wurden auch für die Lehre genutzt, insbesondere von der Angewandten Mathematik für Programmierpraktika und Übungen zur Numerischen Mathematik.

Der deutschsprachige Rechner TR 440

Ende 1974 konnte das Rechenzentrum seinen Behelfsbau verlassen und zog zusammen mit einem neuen Rechner in neue Räume am Hubland. Die TR 440 war für den Anwender ein enormer Fortschritt. Er forderte den Benutzer am Fernschreiber oder am einfachen Bildsichtgerät mit „Gib Kommando“ freundlich und in deutscher Sprache auf, mit ihm in Dialog zu treten. Lochkarten- und etwas Lochstreifenbetrieb spielte jedoch immer noch eine wichtige Rolle.

Zu den Programmiersprachen Algol und Fortran traten Basic, Cobol, PL/1 und auch Lisp, später dann Pascal. Neben den eigenentwickelten „Standardprozeduren“ standen auch erste internationale Programmsammlungen wie EISPACK [4] oder auch speziellere Software wie GRGA [5] im Bereich Mathematik zur Verfügung. Zur Ausgabe von Grafiken entstand WUEPLOT [6], für den Bereich Statistik wurden mit MEDAS [7] und SPSW [8] gleich zwei leistungsfähige Programmsysteme entwickelt. Zu ihnen gesellte sich das im Psychologischen Institut erstellte PSYST [9]. Für die Universitätsbibliothek wurde ein Gesamtzeitschriftenverzeichnis erstellt. Die ersten Ansätze für diese Eigenentwicklungen gehen jeweils noch auf die EL X8 zurück.

Von anderen Universitäten konnte ebenfalls Software bezogen werden, z. B. DAPLOT aus Darmstadt zur Ausgabe von Grafiken auf Plotter oder Sichtgerät, das Studenten-Operations-System SOS aus Erlangen, das Finite-Elemente-Programm SAP IV aus Bochum und TUSTEP aus Tübingen für Textanalysen und Druckaufbereitung. Textverarbeitung beschränkte sich noch auf das Leistungsvermögen von Editoren, und Briefe wurden noch herkömmlich mit Schreibmaschine erstellt.

Auch die Institute waren wie bereits auf dem Vorgängerrechner sehr aktiv. Das Physikalische Institut führte u. a. Rechnungen zur Röntgenbremsstrahlung und Elektronenstreuung durch, im Bereich Chemie befaßte man sich mit Kern- und Elektronenresonanz sowie NMR-Spektroskopie [10]. Zahlreiche Diplomanden erstellten Algorithmen im Bereich Numerische Mathematik, und auch Psychologen und Mediziner benutzten schon intensiv den Rechner für statistische Auswertungen.

Kommerzielle Software wurde nur zögerlich beschafft. Zum einen entwickelte man gerne noch selbst, zugeschnitten auf individuelle Bedürfnisse, zum anderen war das Bewußtsein noch nicht entwickelt, daß man für Software auch Geld ausgeben müßte, und folglich waren auch keine Mittel bereitgestellt. Speziell bei der TR 440 kam noch hinzu, daß erst ein Rechenzentrum gefunden werden mußte, das die Software auf diesen Rechner portierte. Dies war auch ein Hauptanliegen der STARG (Ständige Arbeitsgruppe der TR 440-Rechenzentren). Die ersten kommerziellen Produkte waren 1980 die Statistiksoftware SPSS, die bis heute das Standardauswertesystem geblieben ist, und die Simulationssoftware DYNAMO [11]. 1982 folgte dann die IMSL Fortran Library für mathematische und statistische Anwendungen, die ebenfalls heute noch im Einsatz ist.

Beispiel 1: Ein Algolprogramm an der TR 440.

```
◊ZEIT
DATUM     19.01.78
ZEIT      08.48.40

◊UEBERSETZE
 1 QUELLE   = PROG1
 2 SPRACHE  = ALG60

START PS&ALGOLCOMP (35.01)
MO STDHP WURDE ERSETZT

ANFANG PROTOKOLL
000010 ´BEGIN´
000020 ´INTEGER´´ARRAY´H[1:1],FELD[1:1024];
000030 ´INTEGER´ANZ,ABL,BLL,I,J,K,L,AA,MO,JHR;
000040 ´PROCEDURE´INAR(A);´CODE´;
000050 INAR(10,0,H);ANZ:=H[1];AA:=0;
000060 ABL:=(ANZ-1)´/´32+1;
000070 ´FOR´I:=1´STEP´1´UNTIL´ABL´DO´´BEGIN´
000080  BLL:=´IF´I=ABL´THEN´ANZ-(I-1)*32´ELSE´32;
000090  INAR(10,60416+(I-1)*1024,FELD);
000100  ´FOR´J:=1´STEP´1´UNTIL´BLL´DO´´BEGIN´
000110    L:=(J-1)*32+2; K:=FELD[L];
000120    ´IF´FELD[L-1]>10000000´THEN´´GOTO´ENDJ;
000130    JHR:=K-(K´/´100)*100;
000140    ´IF´JHR<60´THEN´´GOTO´ENDJ;
000150    K:=K´/´100; MO:=K-(K´/´100)*100;
000160    ´IF´JHR=60´AND´MO<5´THEN´´GOTO´ENDJ;
000170    AA:=AA+1;
000180 ENDJ: ´END´;´END´;
000190 OUTPUT(6,´(´//´(´ANZAHL PERSONEN, GEBOREN´)´´)´);
000200 OUTPUT(6,´(´´(´ AB 1.5.60:´)´3ZD´)´,AA);
000210 ´END´;
ENDE PROTOKOLL
ENDE PS&ALCOLCOMP (35.01)  0.75

◊MONTIERE
 1 MO       = STDHP
 2 PROGRAMM = -STD-
OPERATOR STDHP WURDE ERSETZT
ENDE MONTIERE (22.05)  2.39

◊STARTE
 1 PROGRAMM = STDHP
 2 LAUF     = -STD-
 6 DATEI    = 10-WASA
START STDHP

ANZAHL PERSONAL, GEBOREN AB 1.5.60:  23

ENDE STDHP  3.04
```

Die ersten PCs

Um 1982 hielten die ersten PCs, damals noch Mikrorechner genannt, Einzug im Rechenzentrum. Sie liefen unter CP/M und waren mit Basic, Pascal, Cobol, dBase und WordStar ausgestattet. Die ersten MSDOS-Rechner folgten 1984 zusammen mit der Sprache C, und die ersten CIP-Pools wurden ab 1985 eingerichtet. Damit begann der Siegeszug der PCs in den Instituten, wo sie heute mit Standardsoftware wie den Office-Paketen und fachspezifischer Software gemäß dem kooperativen Versorgungskonzept die Grundlast an EDV-Anwendungen zu tragen haben.

Die IBM-Welt

Mit der Ablösung der TR 440 im Jahre 1985 durch einen IBM-kompatiblen Mainframe hatte man kurzzeitig die Hoffnung, niemals mehr die Rechnerwelt wechseln, migrieren zu müssen, war man doch im Fahrwasser der damals marktbeherrschenden IBM gelandet. Für die Anwender war es jedoch ein schwieriger Umstieg, und die JCL (Job Control Language) erwies sich als hartes Brot. Lange noch trauerte man auch systemseitig den guten Eigenschaften der TR 440 nach. Unbestreitbar von Vorteil war jedoch das riesige Angebot an Software. Beschafft werden konnte u. a. das SAS System, bis heute weltweit Marktführer auf dem Gebiet des „Information Delivery“, eine sehr vielseitige und mächtige Software nicht nur für Datenanalysen. GPSS für Modellsimulationen und REDUCE für Formelmanipulation und Computeralgebra waren weitere Beispiele für neue Produkte. Die Software wurde im Dialog mit einer textorientierten Oberfläche bzw. im Batchbetrieb benutzt. Man hatte jeweils die entsprechende Kommandosprache der Software zu erlernen, was der Verwendung durch breite Anwenderschichten nicht sehr förderlich war.

Zunehmende Interaktivität: Die VAX-Rechner

Ab 1988 ergänzten VAX-Rechnersysteme das Angebot des Rechenzentrums. Die neue Rechnerumgebung wurde sehr viel schneller von den Benutzern angenommen als das MVS-System. Mit ADA trat eine weitere, komplexe Programmiersprache ins Rampenlicht, die jedoch nicht viel Gegenliebe fand. C++ hatte da schon viel mehr Erfolg. Die Fortran- und C-Bibliotheken von NAG ergänzten die numerischen Verfahren, und MACSYMA wurde als weiteres Computeralgebrasystem installiert.

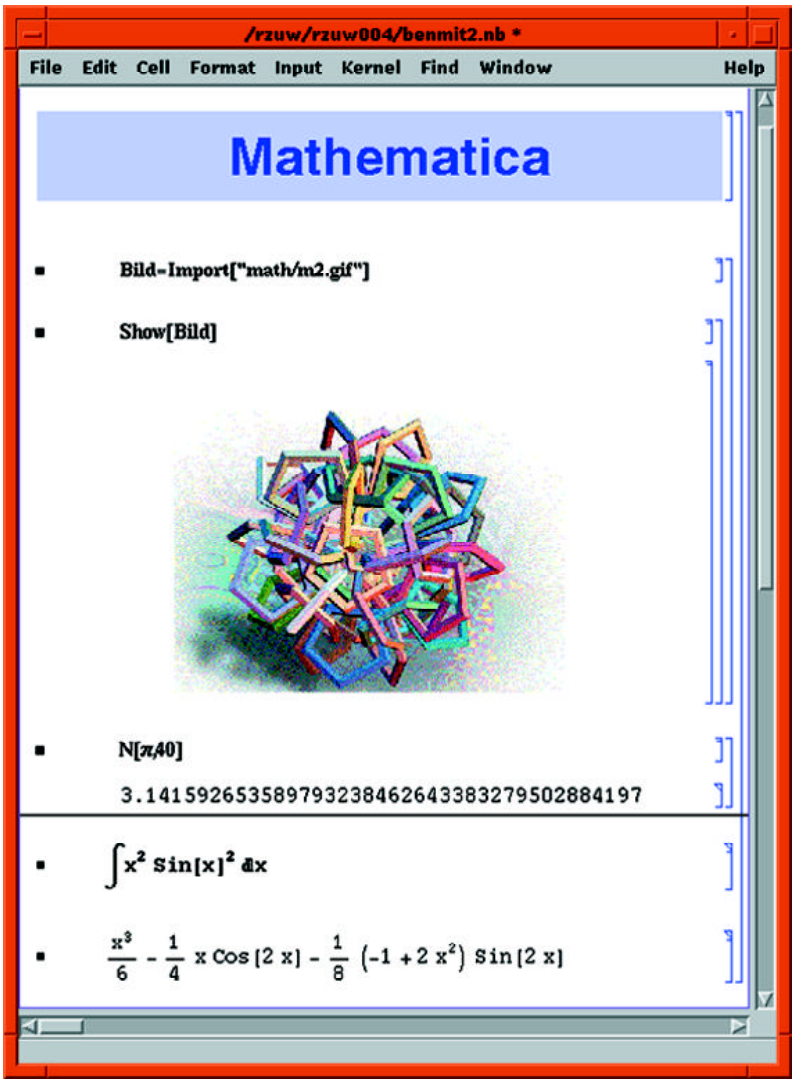
Die Software war vermehrt interaktiv ausgelegt, arbeitete schon menü-orientiert, aber noch mit einer textorientierten Oberfläche. D. h. anstelle der Maus erfolgte die Steuerung der Software über Funktionstasten.

Als unentbehrliches Hilfsmittel für moderne Forschung in den Fachbereichen Medizin, Biologie und Chemie erwies sich die GCG-Software mit molekularbiologischen Verfahren insbesondere zur DNA-Sequenzierung. Sie wurde zunächst vom Institut für Virologie auf den VAX-Rechnern installiert und betreut und später vom Rechenzentrum übernommen. Die Datenbanken mit Protein- und Nukleotidsequenzen belegen derzeit bereits über 18 GB und wachsen weiter.

Einzug der windows-orientierten Software

Im PC-Bereich wurden 1988 die ersten Rechnernetze unter NOVELL Netware geknüpft. PCs unter Windows 3.0 ab 1990 sorgten für einen weiteren Akzeptanzschub bei den Anwendern und für eine Ausweitung des Anwendungsspektrums (Datenbanksoftware PARADOX, Grafiksoftware DESIGNER u. a.). Teilweise bekam die bestehende Anwendungssoftware jedoch lediglich eine grafische Oberfläche (FrontEnd) aufgesetzt; dahinter verbargen sich weiterhin die funktionell unveränderten alten Programme [12]. Dennoch erleichterte die Windows-Oberfläche insbesondere dem sporadischen Nutzer die Verwendung der Software. Mit wenigen Mausklicks hatte man ein Erfolgserlebnis, d. h. es konnten einfache Leistungen der Software abgerufen werden. Aufgrund der stetig wachsenden Funktionalität und Komplexität stieg jedoch auch der Beratungsaufwand für die Windows-Software enorm an.

Speziell für rechenintensive Anwendungen waren die PCs zu diesem Zeitpunkt allerdings



Beispiel 2:
Die graphische Oberfläche von MATHEMATICA, das sog. Notebook.

noch nicht geeignet. In diese Lücke stießen die Unix-Rechner. Die Mehrbenutzersysteme waren als Computeserver und auch für den RZ-Betrieb geeignet, kostengünstiger als Mainframes und wiesen mit X11 ein Window-System auf.

Zudem stand und steht auch heute noch ein riesiges Reservoir an Public-Domain-Produkten und kostengünstiger Shareware unter Unix zur Verfügung. Einige dieser PD-Programmsysteme stehen ihren kommerziellen Alternativen durchaus ebenbürtig gegenüber. Erwähnt seien das Textsatzsystem TeX, der GNU C- und C++-Compiler GCC, die Bildbearbeitungsprogramme GIMP und XV und nicht zuletzt das vollwertige Unix-Betriebssystem LINUX. Viele Mail-, News- und Internetprogramme wie PEGASUS und NETSCAPE fallen ebenfalls in diese Sparte. Insbesondere für die Institute hat PD-Software eine große Bedeutung, so daß das Rechenzentrum die aktuellen Versionen auf einem FTP-Server bereit hält und, soweit möglich, auch auf seinen Computeservern einsetzt. Nachteilig erweist sich gelegentlich, daß kein Hersteller für Dokumentation oder Support greifbar ist oder auch keine Weiterentwicklung mehr erfolgt.

Viele über Jahre hinweg bewährte Eigenentwicklungen traten in den Hintergrund. Heute beschränken sich die Eigenentwicklungen im Rechenzentrum auf sogenannte Utilities, also nützliche Dienstprogramme wie z. B. zur Druckausgabe insbesondere von großformatigen Postern auf dem Plotter. Zur Erstellung werden auch kaum noch die herkömmlichen Programmiersprachen benutzt, vielmehr verwendet man die Möglichkeiten der Kommandoebene (Shell-Skripten). In den Instituten werden auch Entwicklungsumgebungen wie DELPHI eingesetzt. Insgesamt ist ein Trend von der Programmierung weg hin zur Benutzung von fertigen Systemen zu beobachten. Beispielsweise ist die Nutzung der IMSL- und NAG-Bibliotheken rückläufig zugunsten von Softwarepaketen wie MATHEMATICA (siehe Beispiel 2), MAPLE oder MATLAB.

Historisch gesehen, gab ein SUN-Rechner 1988 die erste Unix-Visitenkarte im Rechenzentrum ab. Als Software wurde SYBYL zum molekularen Modellieren eingesetzt. Der erste Computeserver-Cluster von HP stand dann ab 1992 zur Verfügung. Neben den Programmsammlungen von IMSL und NAG konnte in der Folgezeit vielfältige Software unter X11 benutzt werden: MATHEMATICA und MAPLE, später auch MATLAB für technisches Rechnen und Grafik, SPSS, SAS und S-PLUS für Statistik, Datenanalyse und Grafik, IDL und später auch AVS zur Visualisierung, ANSYS und MAFIA als Finite-Elemente-Programme sowie FRAMEMAKER als Desktop-Publishing- System.

Alle diese Softwareprodukte wurden bei Erscheinen der neuen Windows-Betriebssysteme und leistungsstarker PCs für die PC-Welt und zumeist auch für LINUX portiert und können vom Wissenschaftler nun direkt an seinem Arbeitsplatz genutzt werden. Zur kostengünstigen Beschaffung der Software schloß das Rechenzentrum mit zahlreichen Herstellern Campus- und Rahmenlizenzen ab. Teilweise liegen auch Landeslizenzen oder bundesweite Lizenzen vor.

Hochleistungsrechner

Zur Abdeckung des Spitzenbedarfs diente ab 1992 eine CRAY Y-MP EL als Entwicklungsrechner für den Landesvektorrechner. Er wurde für rechenintensive Anwendungen unter Verwendung der numerischen Bibliotheken von IMSL und NAG sowie dem Finite-Elemente-Programm ANSYS von den naturwissenschaftlichen Bereichen und der Medizin

eingesetzt. GAUSSIAN zur Berechnung der elektronischen Struktur von Molekülen folgte wenig später und sorgt bis heute durch seine hohen Anforderungen und der starken Nachfrage für eine hohe Auslastung der Unix-Computeserver und des neuen Vektorparallelrechners Fujitsu VPP300/2.

Wie geht es nun weiter?

Eine Frage, deren Antwort wir natürlich alle gern wissen wollen. Jeder technische Fortschritt der Hardware eröffnet auch der Software grundsätzlich neue Möglichkeiten.

Nach dem kooperativen Versorgungskonzept tragen die PCs und Workstations in den Instituten die Grundlast der Anwendungen. Diese PCs sind in der Regel alle an die dezentralen Novellserver angeschlossen und werden von diesen mit den jeweils neuesten Versionen der Standardsoftware versorgt. Bezüglich der Software selbst würde man sich eine intuitivere Bedienerführung unter der grafischen Oberfläche wünschen. Visuelle Programmierung wäre hier eventuell ein erfolgversprechender Ansatzpunkt. Auch Expertensysteme, um die es in den letzten Jahren wieder ruhig geworden ist, könnten die Arbeit der Anwender erleichtern.

Durch die weiterhin steigende Leistungsfähigkeit der Hardware werden immer mehr Anwendungen auf lokale PCs verlagert werden, wobei ein Trend hin zu LINUX zu beobachten ist.

Die zentralen Computeserver werden für den Spitzenbedarf benötigt. Auf ihnen wird sich auch Spezialsoftware oder teuere, besondere Anforderungen stellende Software etablieren, wie z. B. GAUSSIAN oder die umfangreichen GCG-Datenbanken mit Protein- und Nukleotidsequenzen. Spezialsysteme wie grafische Arbeitsplätze zum Visualisieren großer Datenmengen, Virtual Reality- und Multimedia-Anwendungen einschließlich entsprechender Ausstattung mit Digitaler Kamera, Videoschnittsystemen u. a. werden zunehmende Bedeutung finden.

Literaturhinweise

[1] P. Ruff: Test and Stack Operating System, TASO-System, 1969

[2] W. Raab: Ein Algol-Programmsystem zur Durchführung statistischer Tests, Diplomarbeit, 1972

[3] W. Raab, M. Puchner: WASA – Wahlstammdatensätze

[4] B. T. Smith et al.: Matrix Eigensystem Routines – EISPACK Guide, 2nd Edition, Springer, 1976

[5] J. Abadie: GRGA –verallgemeinerte Methode reduzierter Gradienten, 1975

[6] A. König: WUEPLOT – Beschreibung der Plotterprozedursammlung

[7] I. Haubitz: MEDAS – Programmsystem zur graphischen Darstellung und statistischen Auswertung von medizinischen Daten

[8] B. Knauer, G. Brugger: Statistik-Programmsystem Würzburg, eine erweiterungsfähige Programmiersprache für statistische Zwecke

[9] A. Rausche: PSYST – ein dateiorientiertes Programmsystem zur multivariaten Datenanalyse

[10] D. Scheutzow: A Computer System for Data Aquisition and Evaluation, Chromatographia 7, 438 (1974)

[11] A. L. Pugh: DYNAMO User‘s Manual, The MIT Press, Cambridge, 1980

[12] Niklaus Wirth: Gedanken zur Software-Explosion, Informatik Spektrum 17, 5-10 (1994)

Bezüglich der aktuellen Anwendersoftware wird auf die WWW-Seiten der Hersteller verwiesen (siehe auch http://www.rz.uni-wuerzburg.de/software).

Das Hochschulnetz der Universität Würzburg im Wandel der Zeit

Christian Rossa

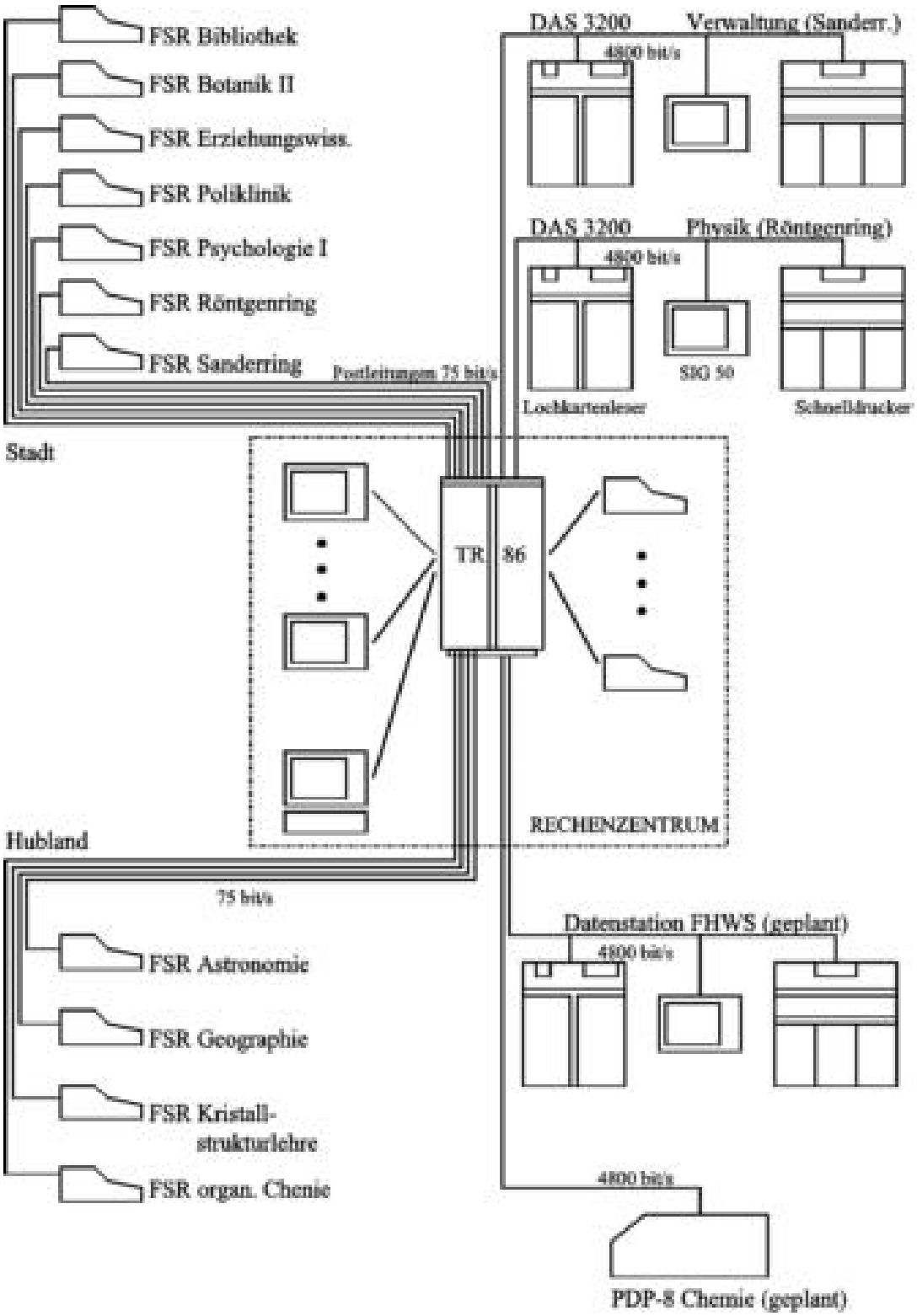
Als vor 25 Jahren die TR 440 im Rechenzentrum in Betrieb genommen wurde, waren die Begriffe „Datenfernverarbeitung“ und „Datenfernübertragung“ geläufig. Von einem Hochschulnetz war damals noch keine Rede. Erst vor rund 10 – 12 Jahren begann sich allmählich der Begriff „Hochschulnetz“ durchzusetzen. Dieser Begriffswandel wurde von einem grundlegenden Strukturwandel in der Datenkommunikation begleitet. Der nachfolgende Beitrag versucht, den Strukturwandel und die Entwicklung des Hochschulnetzes an der Universität Würzburg in den vergangenen 25 Jahren aufzuzeigen.

Einleitung

Datenverarbeitung und Datenkommunikation sind aus unserem täglichen Leben und ganz besonders aus den Hochschulen nicht mehr wegzudenken. Computersysteme mit hoher Rechenleistung, umfangreiche Softwarebibliotheken und leistungsfähige Netzwerke sind die wichtigsten Voraussetzungen, um den anstehenden Bedarf abzudecken.

Begriffe wie Internet-Surfen, Chatting, World Wide Web, Online-Banking, E-Commerce gehören inzwischen zum allgemeinen Wortschatz. E-Mail hat, als längst etabliertes Äquivalent zur Briefpost, die schnelle Kommunikation selbst zwischen den entferntesten Punkten der Erde zur Selbstverständlichkeit werden lassen.

Mit dem unaufhaltsamen Vordringen der Datenverarbeitung in allen Hochschulbereichen hat auch an der Universität Würzburg die Zahl der vernetzten Rechner stark zugenommen. Eine besondere Rolle spielt hierbei die rasante Verbreitung der Arbeitsplatzrechner und der Durchbruch der Client-Server-Architektur. Alte Universitäten, wie die Universität Würzburg, sind in der Regel Flächenuniversitäten, deren Einrichtungen über das gesamte Stadtgebiet verteilt sind. Die mit der Teilung verbundene Streulage der Hochschuleinrichtungen stellte ganz besonders in der Vergangenheit in erster Linie die Netzplaner vor Probleme, die an Campusuniversitäten unbekannt waren und sind.



Das Kommunikationsnetz der TR 440 (Stand 1974).

Entwicklung des Hochschulnetzes

Die Entwicklungsgeschichte des Hochschulnetzes der Universität Würzburg läßt sich in einzelne Abschnitte unterteilen, die aber nicht zwangsläufig die chronologische Reihenfolge widerspiegeln. In den ersten Jahren wurde die Struktur und die Ausgestaltung des Netzes ausschließlich durch die Mainframes TR 440 und SIEMENS 7.860L bestimmt. Ab 1987/88 bestimmten dann nicht mehr die Rechner, sondern im stark zunehmenden Maße die Netzprotokolle X.25 und TCP/IP die Entwicklung des Hochschulnetzes.

TR440-Netz

Die Anfänge der Vernetzung innerhalb der Universität Würzburg reichen bis in das Jahr 1974 zurück. Mit der Installation der Rechenanlage Telefunken TR 440 wurden auch zwei Datenstationen – in der Neuen Universität und dem Physikgebäude am Röntgenring (heute Fachhochschule) – in Betrieb genommen. Hinzu kamen einige Fernschreiber und Terminals, die sowohl über interne Datenleitungen – zumeist zweckentfremdete Telefonleitungen – als auch über angemietete Datenleitungen der ehemaligen Deutschen Bundespost an den Kommunikationsrechner im Rechenzentrum angeschlossen waren. Das Wachstum des Netzes war, aus heutiger Sicht, sehr langsam, und die maximale Bandbreite betrug 4.800 Bit/s. Hervorzuheben ist aus der TR 440-Ära noch die Einrichtung einer zusätzlichen Datenstation im Kopfklinikum und die Inbetriebnahme von Terminalkonzentratoren, die ebenfalls über Datenleitungen mit einer Bandbreite von 9.600 Bit/s an die zentrale Rechenanlage angeschlossen waren. Das Besondere war, daß an diesen Konzentratoren anstelle proprietärer Endgeräte wesentlich leisungsstärkere Terminals (T47 von AEG) mit einem selbstentwickelten Emulationsprogramm betrieben werden konnten. Ergänzt wurde die Endgerätepalette in der Folgezeit durch die Microcomputersysteme der Firma ALTOS.

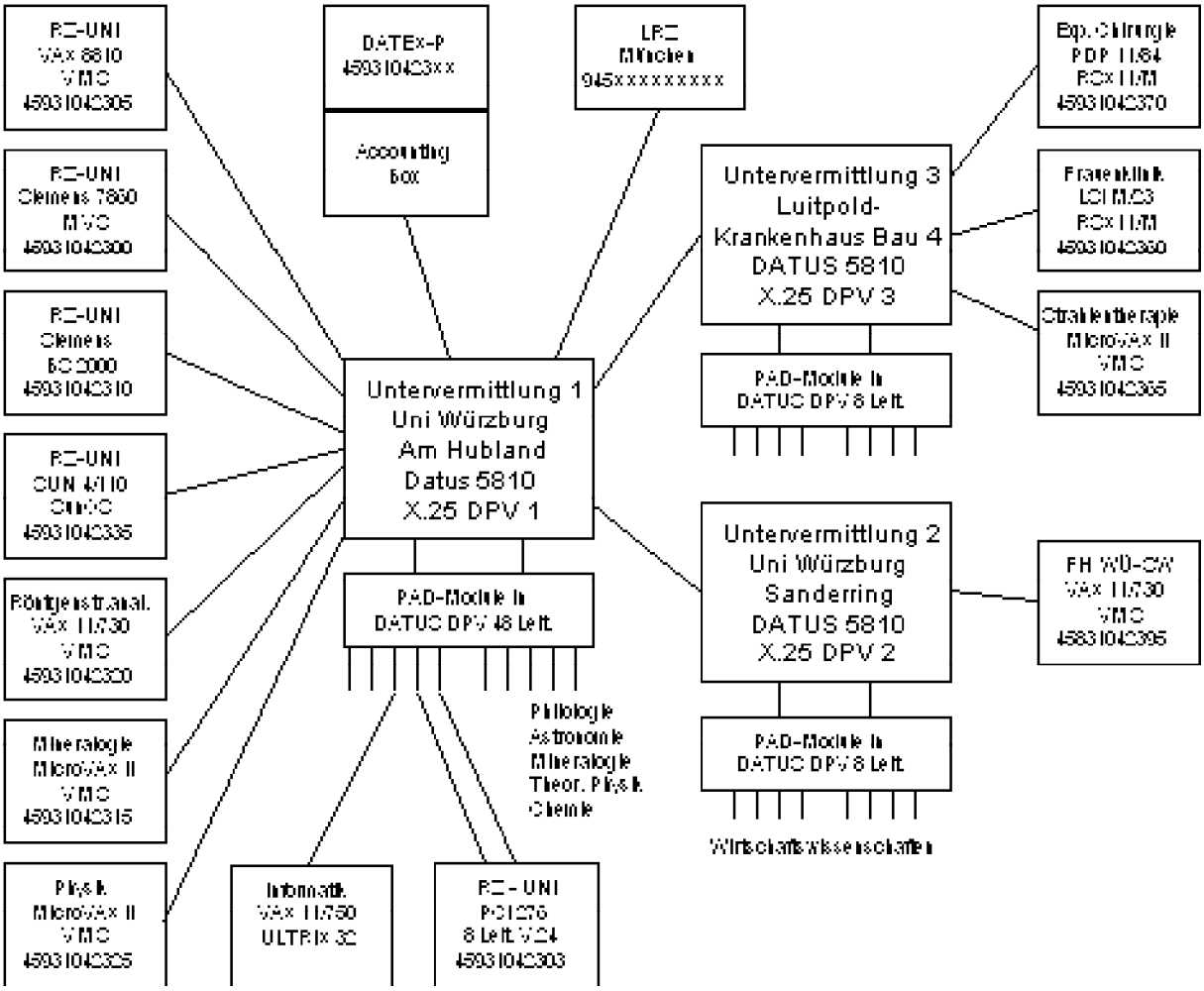
SNA-Netz

Der nächste bedeutende Zeitpunkt in der Entwicklungsgeschichte des Hochschulnetzes war das Jahr 1985. Nach der Installation der Rechenanlage SIEMENS 7.860L unter dem Betriebssystem MVS wurde mit dem Aufbau und der Inbetriebnahme eines SNA-Kommunikationsnetzes sowohl über hochschuleigene als auch über angemietete Datenleitungen mit einer Bandbreite von maximal 19.200 Bit/s begonnen. Um bei den Endgeräten den Einsatz von PCs anstelle proprietärer Terminals zu ermöglichen, entschied sich das Rechenzentrum für die Installation von Protokollkonvertern. An einen Protokollkonverter konnten mehrere PCs mit einer entsprechenden Terminalemulation und/oder ASCII-Terminals sowie ein Drucker angeschlossen werden.

Neben einigen Standorten am Hubland wurde das SNA-Netz sternförmig vom Rechenzentrum zu acht Universitätsbereichen in der Stadt aufgebaut. Außerdem waren die beiden Würzburger Standorte der Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt in das SNA-Netz einbezogen. Bis Mitte 1988 konnte das Netz allein im Stadtbereich um 3 Standorte erweitert werden. Hinzu kam noch die Abteilung Schweinfurt der Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt.

X.25-Netz

Sowohl beim TR 440-Netz als auch beim SNA-Netz lag ein proprietärer und zentralistischer Ansatz zugrunde. Das jeweilige Netz hatte die Aufgabe, die Endgeräte an die dazugehörige zentrale Rechenanlage anzubinden. Das hatte aber zur Folge, daß eine direkte Kommunikationsbeziehung ausschließlich mit



Das X.25-Netz der Universität Würzburg (Stand 1988).

der zentralen Rechenanlage möglich war. Von großer Bedeutung war daher die Entwicklung eines Netzes auf Basis des rechnerunabhängigen X.25-Protokolls, das auf einer Empfehlung der CCITT (Comité Consultatif International de Téléphonique et Télégraphique) basiert und einem internationalen Standard gleichkommt. Die Anfänge des X.25-Netzes an der Universität Würzburg reichen in das Jahr 1986 zurück. Im Juni 1986 wurde ein Datex-P-Hauptanschluß (X.25-Dienst der ehemaligen Deutschen Bundespost) mit einer Bandbreite von 9.600 Bit/s in Betrieb genommen. Über diesen Anschluß war für einige wenige Benutzer der gebührenpflichtige Zugriff auf externe Datenbanken möglich. In diese Zeit fiel auch die Entscheidung des im Januar 1984 gegründeten DFN-Vereins (Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes), parallel zu anderen europäischen Ländern ein OSI-Forschungsnetz (Open System Interconnection) auf der Basis des X.25-Protokolls und des OSI-7-Schichten-Referenzmodells in der Bundesrepublik zu errichten. Ziel war es, auf der Basis eines X.25-Protokoll-basierten Netzes Softwareprodukte zu entwickeln bzw. entwickeln zu lassen, die die Kommunikation zwischen Rechnern und Endgeräten unter-

schiedlicher Hersteller ermöglichten. Über ein vom ehemaligen BMFT (Bundesministerium für Forschung und Technologie) finanziertes Investitionsprogramm sollten die Randbedingungen für das OSI-Netz geschaffen werden. Im Rahmen dieses Investitionsprogramms begann bereits im Herbst 1987 der Aufbau der 1. Phase eines hochschulinternen X.25-Netzes und die Ausstattung ausgewählter Rechner in den Instituten und im Rechenzentrum mit X.25-Schnittstellen und der dazugehörigen Software. In der Startphase wurde das hochschulinterne X.25-Netz von drei X.25-Knoten aufgespannt, die mit Anschlußmöglichkeiten zur Anbindung X.25-fähiger Rechner und mit PAD-Modulen (Packet Assembly and Disassembly) zur Anbindung von PCs und Terminals ausgestattet waren. Die Bandbreite betrug in dieser Phase 9.600 Bit/s. In der Folgezeit wurde das hochschulinterne X.25-Netz als zentrale Säule des Hochschulnetzes in verstärktem Maße ausgebaut. In der Ausbaustufe mit der größten Ausdehnung spannten 13 Vermittlungsknoten, an die zahlreiche X.25-fähige Rechner über Schnittstellen mit 9.600 Bit/s, 64 Kbit/s oder 2 Mbit/s angeschlossen waren, darunter auch viele zentrale Rechenanlagen im Rechenzentrum, das X.25-basierte Hochschulnetz auf. Darüber hinaus waren etwa 200 PCs und Terminals über PAD-Module und die Arbeitsplatzrechner in rund 15 Ethernet-Inseln über X.25-Gateways angeschlossen.

Über das hochschulinterne X.25-Datennetz hatte sich bereits in der Anfangsphase in Verbindung mit dem Datex-P-Hauptanschluß die Auswahlpalette der Rechenanlagen, die nun von einem Endgerät des hochschulinternen Netzes erreichbar waren, schlagartig erhöht. Über dieses Netz war, eine Benutzungsberechtigung vorausgesetzt, die anwendungsabhängige Auswahl der geeigneten Rechenanlage sowohl innerhalb als auch außerhalb der Universität möglich.

Anfänge der überregionalen Netze

Im Oktober 1988 wurde das Bayerische Hochschulnetz (BHN) in Betrieb genommen. In der Anfangsphase basierte es auf dem X.25-Protokoll und Standleitungen zwischen den Bayerischen Universitäten mit einer Bandbreite von 64 Kbit/s. Die primäre Motivation für den Aufbau des BHN war, die Zugangsmöglichkeit für die Benutzer der bayerischen Universitäten zum Vektorrechner im Leibniz-Rechenzentrum in München zu schaffen. Bereits am 1. 12. 1989 wurde das BHN-Netz in das erste deutsche Wissenschaftsnetz (WiN) integriert, das ebenfalls auf dem X.25-Protokoll basierte. Schon sehr bald zeichnete sich ab, daß das WiN die nationale Netzinfrastruktur war, über die zahlreiche Hochschulen und eine Vielzahl von Forschungseinrichtungen miteinander kommunizieren konnten.

Ein Wissenschaftsnetz anderer Ausprägung war das im Kernbereich von der Firma IBM geförderte EARN (European Academic Research Network), das zahlreiche europäische Universitäten und Forschungseinrichtungen miteinander verband und das selbst wiederum Teil des weltweiten Netzes BITNET war. Der Anschluß der Universität Würzburg erfolgte im November 1987 von der IBM-kompatiblen Rechenanlage SIEMENS 7.860L aus über eine Datenleitung mit 2.400 Bit/s an den EARN-Knoten in Erlangen. Dieses „IBM-Wissenschaftsnetz“ war jedoch nicht dialogorientiert. Es diente in erster Linie zum Versenden von Jobs an entfernte Rechner, zum Filetransfer und zum Versenden der ersten E-Mails. Auf nationaler Ebene spielte das EARN eine große Rolle beim Aufbau und Betrieb von E-Mail-Verteilerlisten (LISTSERV). Im April 1990 wurde die EARN-Leitung nach Erlangen außer Betrieb genommen, da die in Würzburg angebotenen EARN-Dienste mittlerweile über andere zur Verfügung stehenden Netze abgedeckt werden konnten.

Ethernet

Durch die langsam, aber unaufhaltsam fortschreitende Verbreitung von Workstations mit UNIX-Betriebssystemen und dem standardmäßig mit den Systemen ausgelieferten Transportprotokoll TCP/IP hat sich allmählich Ethernet als Vernetzungstechnologie durchgesetzt. So wurde im Herbst 1988 im zentralen Maschinenraum des Rechenzentrums ein erstes Ethernet-Netz installiert, an das zunächst ein Teil der zentralen Rechenanlagen und diverse Workstations angeschlossen wurden. Durch die rasche Verbreitung von Arbeitsplatzrechnern mit dem TCP/IP-Protokoll entstanden innerhalb der Universität sehr schnell an diversen Stellen Ethernet-Inseln unterschiedlicher Ausprägung. Um die Basis für eine geordnete Kommunikation zunächst innerhalb der Universität zu schaffen, die auch gleichzeitig Voraussetzung für die Verbindung der einzelnen Ethernet-Inseln war, beantragte das Rechenzentrum für den Bereich Lehre & Forschung einen dedizierten IP-Adressbereich. Im März 1989 wurde dann der Universität Würzburg die Class-B-Netz-Adresse 132.187.x.y zugeteilt. Mit diesem Adressbereich können nun maximal rund 65.000 Knoten im Netz (PCs, Workstation, Drucker, Netzkomponenten usw.) adressiert werden. Ab Mai 1991 war dann über den WiN-Anschluß die IP-Konnektivität auch nach „außen“ hergestellt, so daß ab diesem Zeitpunkt Rechner im gesamten Internet über das TCP/IP-Protokoll erreichbar waren. Seit dieser Zeit ist nun das Hochschulnetz der Universität Würzburg ein Teil des rasant wachsenden Internets.

Aus der rund 5 Jahre dauernden ersten Aufbauphase des Hochschulnetzes im Rahmen des Netzinvestitionsprogramms (NIP I) sind vielleicht folgende Highlights nennenswert:

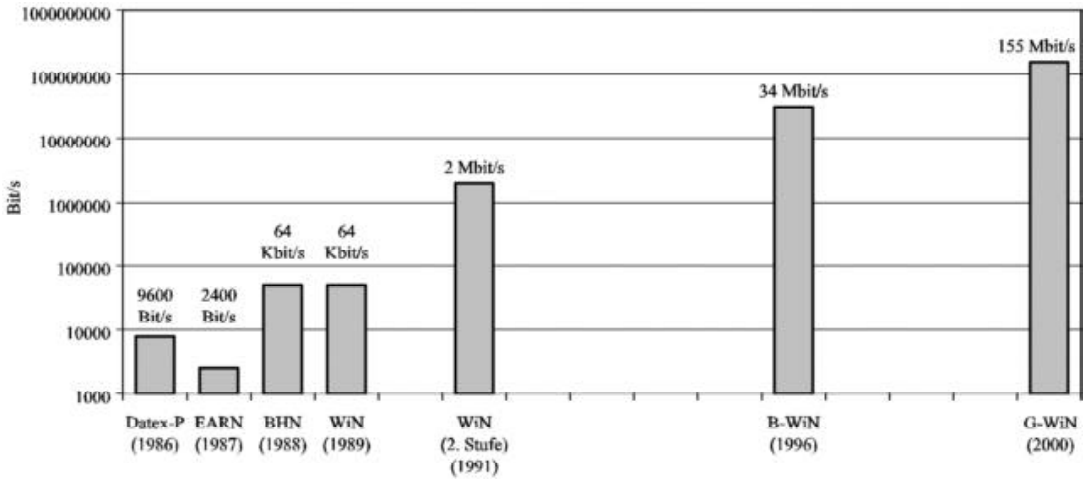
- Juli 1992: Inbetriebnahme des Campusnetzes am Hubland,
- Februar 1993: Inbetriebnahme des Campusnetzes Kliniken,
- Juli 1993: Inbetriebnahme des Campusnetzes Röntgenring,
- Dezember 1993: Inbetriebnahme des Stadtnetzes,
- Februar 1994: Inbetriebnahme des Campusnetzes Sanderring,
- Januar 1995: Beginn der Gebäudevernetzung, 1. Teil,
- Dezember 1996: Ende der Gebäudevernetzung 1. Teil.

Anschluß an nationale und internationale Netze

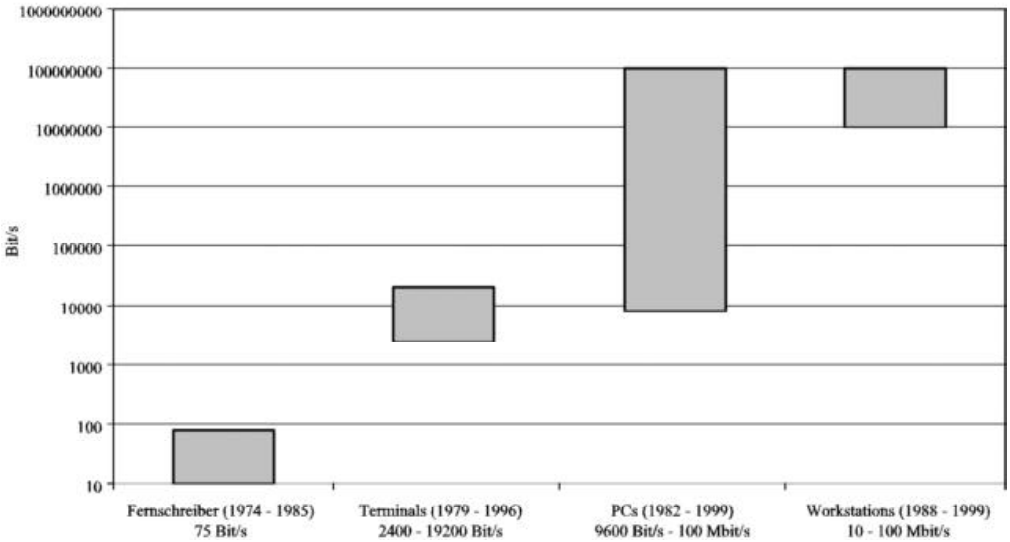
Das Vorhandensein der Ethernet-Inseln, die steigende Verbreitung von TCP/IP und der ab 1991 beginnende systematische Aufbau eines hochschulinternen Rechnernetzes führte zu einem starken Anstieg des Datenverkehrsaufkommens, was im September 1992 eine Erhöhung der Bandbreite am WiN-Anschluß von 64 Kbit/s auf 2 Mbit/s erforderlich machte. Dieser Upgrade am WiN-Anschluß bedeutete eine Steigerung der Bandbreite um den Faktor 30 !

Durch den mit der fortschreitenden Vernetzung der Hochschulen verbundenen Anstieg der angeschlossenen Rechnerzahlen, den wachsenden Kommunikationsbedarf der Benutzer und die Verbreitung von neuen Internetdiensten wie Gopher und WWW, stieg im gesamten Wissenschaftsnetz der Bandbreitenbedarf so stark, daß im Frühjahr 1996 das Breitband-Wissenschaftsnetz (B-WiN) als Ergänzung zum WiN in Betrieb genommen wurde. Das Hochschulnetz der Universität Würzburg erhielt im April 1996 einen 34 Mbit/s-Anschluß an dieses neue Wissenschaftsnetz. Bei der Entscheidung für ein Transportprotokoll im B-WiN wurde dem Verbreitungsgrad des IP-Protokolls Rechnung getragen, so daß dieses Netz im Unterschied zu seinem Vorgänger nicht mehr auf dem X.25-, sondern auf diesem

Protokoll basiert. Dieser B-WiN-Anschluß ist noch heute in Betrieb, doch macht die jährliche Verdoppelung des Bandbreitenbedarfs den Umstieg auf eine neue Technologie im Wissenschaftsnetz erforderlich. Im Frühjahr des nächsten Jahres wird das Gigabit-Wissenschaftsnetz (G-WiN) in Betrieb gehen. Das Hochschulnetz der Universität Würzburg soll voraussichtlich im 2. Quartal 2000 mit einer Bandbreite von 155 Mbit/s an das neue G-WiN angeschlossen werden.



Entwicklung der Außenanbindung der Universität Würzburg 1986 bis 2000 (voraussichtlich).



Geschwindigkeit der Endgeräteanbindungen zwischen 1974 und heute.

Aktueller Stand

Das derzeitige Hochschulnetz der Universität Würzburg für den Bereich Lehre und Forschung besteht grob gesehen aus drei Teilen:

- dem Stadtnetz,
- den Campusnetzen,
- den Gebäudenetzen.

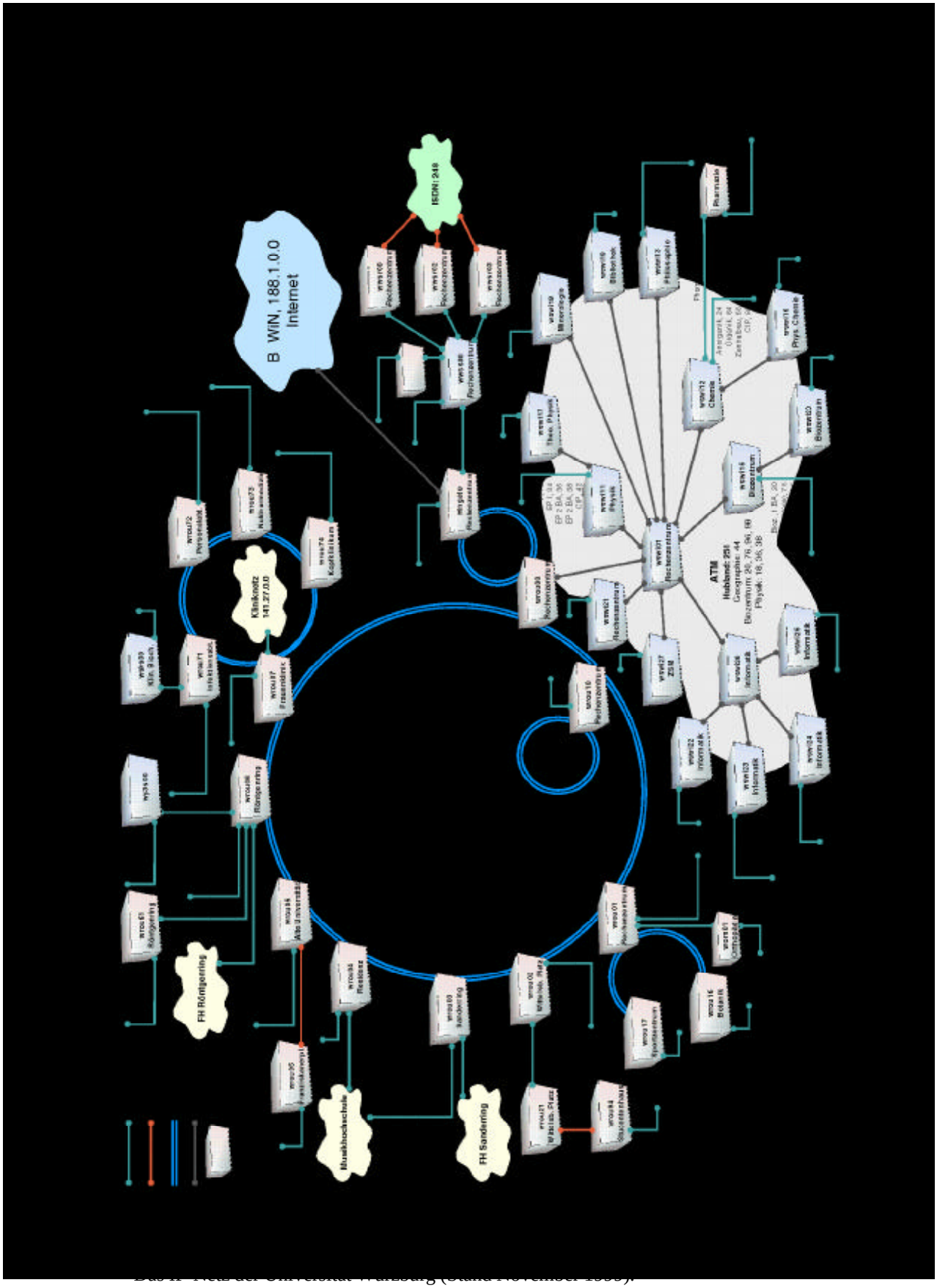
Das Stadtnetz, das eigentliche Rückgrat des Hochschulnetzes, verbindet die vier Campusbereiche (Am Hubland, Sanderring, Röntgenring, Kliniken) und sechs weitere Gebäudekomplexe (Alte Universität, Residenz, Wittelsbacherplatz, Nervenklinik, Botanik, Sportzentrum) miteinander. Aus Gründen des Datenschutzes ist das Verwaltungsnetz gemeinsam mit dem Netz für die medizinische Versorgung nicht in das Hochschulnetz integriert, sondern über eine entsprechende Sicherheitseinrichtung (Firewall) an das Stadtnetz angeschlossen. Neben den Einrichtungen der Universität sind auch die Einrichtungen der Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt-Aschaffenburg, Abteilung Würzburg, und die Musikhochschule Würzburg an das Stadtnetz angebunden.

Die vier Campusnetze weisen eine der jeweiligen Campusstruktur angepaßte Netztopologie auf. Sie stellen die physische Verbindung zwischen den Gebäuden der Campusbereiche her. Sowohl das Stadtnetz als auch die Campusnetze sind in Lichtwellenleitertechnik (LWL) realisiert. Lichtwellenleiter haben den großen Vorteil, daß sie bei Einsatz geeigneter aktiver Netzkomponenten Datenübertragungen mit sehr hohen Bandbreiten über sehr große Entfernungen ermöglichen. So ist die weiteste LWL-Verbindung zwischen zwei Standorten innerhalb des Stadtnetzes etwa 10,5 km lang. Die einzelnen Gebäudenetze stellen die Verbindungen zwischen den Arbeitsplätzen innerhalb der Gebäude und zusätzlich die Anbindung an die Campusnetze bzw. das Stadtnetz her. Im aktuellen Ausbau verfügen rund 60% aller Arbeitsräume der Universität über eine Anbindung an das Hochschulnetz. Über diese Anschlüsse werden derzeit nahezu 5000 Endgeräte und Netzwerkknoten betrieben.

Das derzeit in Betrieb befindliche Hochschulnetz basiert auf den Datenübertragungsverfahren Ethernet, FDDI (Fibre Distributed Data Interface) und ATM (Asynchronous Transfer Mode). Die Bandbreiten bei der Datenübertragung liegen zwischen 10 Mbit/s und 155 Mbit/s. Das bedeutet, daß in einer einzigen Sekunde auf den einzelnen Teilstrekken des Hochschulnetzes etwa zwischen einer und fünfzehn Millionen Zeichen transportiert werden können, was dem Inhalt von etwa 300 bis 4.500 maschinengeschriebenen DIN A4-Seiten entspricht.

Neben den Kommunikationsmöglichkeiten innerhalb der Hochschule ist auch das Kommunikationsangebot aus dem Hochschulnetz nach außen und von außen in das Hochschulnetz hinein bedeutend.

So werden derzeit 240 Schnittstellen an drei Access-Servern betrieben, die die Einwahl von Studierenden und Mitarbeitern in das Hochschulnetz sowohl über das öffentliche als auch über das hochschuleigene Telefonnetz ermöglichen. Hierbei werden sowohl analoge als auch digitale Schnittstellen unterstützt. Die maximale Bandbreite dieser Wählanschlüsse liegt derzeit bei 64 Kbit/s. Die Anbindung von Studentenwohnheimen an das Hochschulnetz wird in enger Zusammenarbeit mit den jeweiligen Trägern durchgeführt. Voraussetzung ist natürlich das Vorliegen einer gebäudeinternen Vernetzung. Bisher sind bereits zwei Studentenwohnheime angeschlossen.



Das IP-Netz der Universität Würzburg (Stand November 1999).

Die Anbindung nach außen ist derzeit über einen 34 Mbit/s-Anschluß an das Wissenschaftsnetz B-WiN realisiert. Damit verbunden ist die Konnektivität sowohl zu den deutschen Hochschulen und Forschungseinrichtungen als auch zu den europäischen und außereuropäischen Wissenschaftsnetzen und an das restliche Internet. Derzeit ist das B-WiN mit 155 Mbit/s an den Backbone des europäischen Wissenschaftsnetzes TEN155 und mit 4 * 155 Mbit/s an die Netze in den USA angeschlossen.

Ausblick

Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen deutlich, daß sich das Datenverkehrsaufkommen pro Jahr rund verdoppelt. Untersuchungen über den Einsatz „neuer“ Anwendungen aus dem Bereich der multimedialen Dienste lassen sogar eine zusätzliche Steigerung des Verkehrsaufkommens um den Faktor 3 bis 5 erwarten. Diese Angaben basieren auf Untersuchungen, die im Auftrag des DFN-Vereins durchgeführt worden sind. Durch eine entsprechende Anpassung der Netzinfrastruktur muß diesen Entwicklungen sowohl innerhalb der Hochschule als auch auf nationaler und internationaler Ebene rechtzeitig Rechnung getragen werden.

So wird zum Beispiel derzeit das Stadtnetz der Universität Würzburg von einer ringförmigen in eine sternförmige Struktur übergeführt und erweitert. Durch die Berücksichtigung der Redundanz in weiten Teilen des Stadtnetzes wird zudem eine noch höhere Verfügbarkeit angestrebt. Um für einen höheren Bandbreitenbedarf gerüstet zu sein, wird bei der Umstrukturierung die Bandbreite auf 622 Mbit/s erhöht.

Für die Gebäudenetze ist die Vernetzung der bisher noch nicht berücksichtigten Arbeitsräume und die Modernisierung der alten Koax-basierten Gebäudenetze im Rahmen des Netzinvestitionsprogramms beantragt worden. Im Verlauf der nächsten Jahre sollen sukzessive alle Gebäudenetze auf eine Lichtwellenleiter-basierte Vernetzung umgestellt werden. Diese Maßnahmen sind dringend erforderlich, um den stark gestiegenen Bedarf an Netzanschlüssen und Bandbreite befriedigen zu können.

Bei der Planung der Hochschulnetze muß in Zukunft verstärkt auf die Entwicklung der Kommunikationsbeziehungen geachtet werden. Interessant ist, daß zumindest in den Hochschulen eine Verlagerung des Schwerpunktes bei den Kommunikationsbeziehungen stattgefunden hat. Während noch vor einigen Jahren, in erster Linie vorangetrieben durch die Verbreitung der Client-Server-Architektur, der überwiegende Anteil des Datenverkehrs innerhalb der einzelnen Hochschulgebäude blieb, so zeigt die Entwicklung der letzten Jahre eine deutliche Verschiebung des Verkehrsaufkommens hin zu den zentralen Servern und zum weltweiten Internet.

Die Anbindung des Hochschulnetzes der Universität Würzburg an das nationale Wissenschaftsnetz soll im Jahr 2000 zunächst auf 155 Mbit/s erhöht werden. Wichtig ist natürlich auch, daß die Anbindung an den europäischen Wissenschaftsbackbone und die US-Konnektivität stets dem Bedarf entsprechend ausgebaut werden.

PC-Betreuung und Nutzung der Dezentralen Novellserver

Martin Mildenberger

Bis zum Ende der 70er Jahre setzte das Rechenzentrum nur unintelligente Terminals für die Kommunikation mit den Großrechnern ein. Die ersten Mikrorechner, die in den Benutzerräumen des Rechenzentrums installiert wurden, waren ALTOS-Rechner mit Z80-Prozessor, die mit den Betriebssystemen CP/M oder MP/M betrieben wurden. Die Hauptaufgabe dieser Arbeitsplätze bestand damals in der Terminalfunktion zu den Großrechnern. Diese erste Vernetzung war eine serielle Anbindung aller Arbeitsplätze über Telefonkabel an die Großrechner in den Maschinenräumen. Eine Vernetzung der Rechner untereinander existierte noch nicht.

Als Nachfolger kamen 1984 die ersten Arbeitsplätze mit Intel-Prozessoren, nämlich Olivetti M24, die schon unter MS-DOS arbeiteten. In den ersten Generationen waren diese nur mit 256 KByte RAM und nur mit Diskettenlaufwerken ausgestattet. In einem Diskettenlaufwerk steckte eine Programmdiskette (720 KB), das andere Laufwerk stand dem Benutzer zur Verfügung. Es war ein erheblicher Fortschritt, als die ersten Rechner eine externe 10 MB-Festplatte bekamen. Obwohl die Software nun endlich statt auf Disketten auf der Festplatte installiert war, steckte sehr viel Aufwand in der Betreuung.

Bei der 1988 beginnenden Vernetzung der PCs im Rechenzentrum wurden auch die Olivetti M24 noch mit eingebunden. Dabei wurden über eine BNC-Verkabelung alle PCs mit Ethernet vernetzt und an einen Server, der unter dem Betriebssystem Novell Netware 2.11 arbeitete, angeschlossen. Die ersten Server hatten als Massenspeicher erst eine Festplatte mit 40 MB und später mit 80 MB. (Zum Vergleich: Neue Server haben mindestens 40 GB.) Auf diesem Server waren die Applikationen für die einzelnen Arbeitsplätze installiert und die Arbeitsplätze konnten über das Netzwerk darauf zugreifen. Dadurch wurde der Betreuungsaufwand für die einzelnen Arbeitsplätze erheblich gesenkt.

Schon zu diesem Zeitpunkt wurden bei Software, deren Lizenzbestimmungen das zuließ, „vagabundierende“ Lizenzen eingesetzt. Das heißt, es mussten im Netzwerk nur so viele Lizenzen eingesetzt werden, wie gleichzeitig benutzt wurden. Vorher wurde für jeden Arbeitsplatz für jede Software eine Lizenz benötigt. Dies war neben dem gesunkenen Betreuungsaufwand eine erhebliche finanzielle Ersparnis.

Dieses System wurde im Laufe der Zeit weiterentwickelt. So wurde durch einen zweiten

Server die Ausfallsicherheit erhöht und für die Mitarbeiter des Rechenzentrums die Möglichkeit geschaffen, ihre Daten von den PCs zentral auf dem Server abzulegen. Um einen reibungslosen Betrieb zu ermöglichen, wurden weitere Dienste installiert, so nahmen Backupserver, Timeserver, Lizenzzähler etc. den Betrieb auf. Zu dieser Zeit gab es noch keine technische Möglichkeit, den Nutzern einen persönlichen Account zu geben, da die Benutzerverwaltung der Server noch nicht synchronisiert werden konnte. So verwendeten alle Nutzer nur einen einzigen allgemeinen Account.

Durch die erweiterte Vernetzung konnten ab 1994 die gesamten Dienstleistungen, die über die Server des Rechenzentrums möglich waren, auch außerhalb des Rechenzentrums für die gesamte Hochschule angeboten werden. Die Einführung des Novell Directory Services (NDS) unter Netware 4 ermöglichte zudem, dass jeder Benutzer mit seinem persönlichen Account (Benutzerkennung) eingetragen wurde und somit seine E-Mail auch direkt über den PC bearbeiten konnte. Dies hat für den Nutzer den Vorteil, dass er von allen Systemen direkt auf seine Mail zugreifen kann.

Der Novell Directory Service ist eine globale verteilte Datenbank, über die alle Netzwerkressourcen (Benutzer, Gruppen, Server, Applikationen, Mailsysteme, Drucker, Profile, Policies etc.) mit all ihren Rechten und Eigenschaften administriert werden. Alle Logins und Zugriffe werden über die NDS authentifiziert. Der Zugriff auf die NDS erfolgt neben allen möglichen Client- und Serverbetriebssystemen auch über viele Applikationen und über das WWW. Genauso wie die einzelnen Workstations zentral sowie dezentral in der NDS verwaltet werden, können auch die Windows NT-Domänen in der NDS administriert werden. Eine Einbindung vorhandener NT-Server ist damit problemlos möglich.

Um die Ausfallsicherheit und die Geschwindigkeit des Zugriffs auf die Applikationen zu erhöhen, wurden dezentral Server verteilt. So wurden am Anfang am Hubland, Sanderring, Röntgenring und in der Klinik (F&L-Netz) Server aufgestellt, später auch im Kliniknetz, in der Botanik, am Wittelsbacher Platz und im Biozentrum. Daher kommt auch die Bezeichnung „Dezentrale Novellserver“ für dieses Projekt.

Ein weiteres Ziel des Einsatzes eines zentralen Directories (NDS) war, dass jedes Institut eigene Ressourcen wie Server oder Drucker in das Netz mit einbinden und dabei die zentralen Accounts des Rechenzentrums verwenden kann. Dadurch hat jeder Benutzer einen einzigen Account mit nur einem einzigen Passwort. Die Accounts der Benutzer werden zentral über die Beratung betreut. Dadurch sind lokale Systembetreuer von den lästigen Tätigkeiten wie Benutzerverwaltung, Passwortzurücksetzen etc. entlastet. Natürlich hat jedes Institut die Möglichkeit in diesem zentralen Directory seine eigenen zusätzlichen Accounts mit einzupflegen.

Der Einsatz von Druckern ist im Netz sehr komfortabel. Die umfangreichen Konfigurationsmöglichkeiten für die Drucker erlauben über die NDS sowohl zentrales als auch dezentrales Drucken im Netzwerk. Eine Abrechnung der Druckkosten ist ebenfalls möglich.

Die Nutzung stieg 1996 nach Zulassung der Studierenden erheblich an. Damals wurde der erste Studentenserver in Betrieb genommen. Heute sind drei Server ausschließlich für die Daten und die Mail der Studenten in Betrieb.

Anfangs wurden nach dem Login in die Server die Applikationen über ein starres Menü aufgerufen, später wurde der NAL (Netware Application Launcher) eingeführt, über den die

Software dynamisch und benutzerbezogen aufgerufen werden kann. Die gesamte angebotene Softwarepalette im Netz kann über den NAL gestartet werden. Der Benutzer kann jede Software aufrufen, ohne sich um die Installation, Konfigurationen und eventuelle Einstellungen kümmern zu müssen. Der NAL installiert automatisch die lokal notwendigen Files und nimmt die Einstellungen vor, falls das Programm noch nie gestartet worden ist. So sind zum Beispiel bei Aufruf eines Mailprogramms immer alle benutzerspezifischen Einstellungen vorhanden, unabhängig davon, an welchem Arbeitsplatz der Nutzer arbeitet. Bei Updates werden ohne Zutun des Nutzers die notwendigen Veränderungen durchgeführt. Durch Einsatz von „vagabundierenden“ Lizenzen, die mit einem Lizenzzähler überwacht werden, ist eine bessere Ausnutzung der Software und damit eine Kostenersparnis möglich.

Für die Bearbeitung von E-Mails steht neben dem Standardmailsystem Pegasus/Mercury das Mailing über Novell Groupwise zur Verfügung. Diese Software bietet neben den sehr umfangreichen Mailingfunktionen auch noch zusätzliche Funktionen für die Arbeit in Arbeitsgruppen (z. B. Dokumentenverwaltung). Für Institute ist der Betrieb von Mailinglisten auf den zentralen Servern möglich.

Ein weiteres Ziel neben der Benutzerbetreuung und der Bereitstellung von Applikationen war die Vereinfachung der Installation eines Arbeitsplatzes. Bei den Client-PCs werden Arbeitsplätze mit den Betriebssystemen DOS, Windows 3.1, Windows 95 und Windows NT unterstützt. Zur einfachen und schnellen Installation von Arbeitsplätzen und deren Integration ins Netzwerk werden viele Installationsmechanismen und -hilfen angeboten. So können mit Hilfe einer Installationsdiskette alle unterstützten Betriebssysteme mit den entsprechenden Clients automatisch installiert werden. In hartnäckigen Fällen hilft der Hardwaresupport, bei dem der Rechner abgegeben werden kann, weiter. Dies ist vor allem wegen der immer größeren Komplexität der einzelnen Hard- und Software wichtig.

Zur besseren Betreuung der Nutzer bei der Integration und dem Betrieb von PCs im Netzwerk wurde die PC-Hotline immer weiter ausgebaut. Bei allen Installations- und Betriebsproblemen bei PCs hilft die PC-Hotline weiter. Sie ist stets per Mail (pchelp@rz.uni-wuerzburg.de) und telefonisch Mo – Do 14.00 bis 16.00 Uhr erreichbar. Im Oktober 1999 wurde zudem eine neue Helpdesk-Software in Betrieb genommen, um alle Anfragen schnell, sicher und optimal zu bearbeiten. Auch professionelle „Call-Center“ werden mit einer derartigen Helpdesk-Software betrieben.

Die PC-Hotline im Maschinenraum des Rechenzentrums.

Um die Ausfall- und Datensicherheit weiter zu erhöhen, wurden 1999 die Daten der einzelnen Benutzer (Home-Directories) auf die Server in den Maschinenräumen des Rechenzentrums verlagert. Dadurch wird im Fehlerfall die Wiederherstellung erheblich verkürzt. Um die Performance weiter zu steigern, wurde mit dem Upgrade der Server auf Netware 5 begonnen.

Die Novellserver des Rechenzentrums.

Heute arbeiten ca. 12000 Benutzer an ca. 2000 Arbeitsplätzen in diesem PC-Netz und 9500 nutzen die Dienstleistungen des Rechenzentrums über die „Dezentralen Novellserver“.

Das Rechenzentrum verfügt in seinen Benutzerräumen und im Seminarraum bereits über 100 PC-Arbeitsplätze, die alle den Benutzern zugänglich sind. Die meisten dieser PCs sind inzwischen mit Pentium III - Prozessoren ausgestattet und arbeiten unter dem Betriebssystem MS Windows NT. Um die Bedürfnisse der Nutzer zu erfüllen, wurden viele der Rechner mit weiterem Zubehör ausgestattet, z. B. CD-Writer, Scanner, Soundkarten etc. Die Zahl der öffentlichen Rechnerarbeitsplätze wird ständig vergrößert, soweit dies die Raumverhältnisse zulassen.

Insgesamt sind zur Zeit 68 Novellserver in die zentrale NDS mit eingebunden, davon werden 28 Server vom Rechenzentrum betrieben. Die Server des Rechenzentrums teilen sich in die dezentralen Systeme (Applikationen) und zentrale Systeme (Backup, Webserver etc.) auf.

Jeder Nutzer hat ein Homedirectory mit 50 MB freiem Plattenplatz, welches im routinemäßigen Backup mitgesichert wird. Der Nutzer hat die Möglichkeit, anderen Benutzern die Berechtigung für den Zugriff auf seine Daten zu geben. Für Institute und Arbeitsgruppen ohne eigenen Server wird auch umfangreicherer zentraler Plattenplatz bereitgestellt und technisch vom Rechenzentrum betreut.

Durch geplante Hardware- und Softwareupgrades soll in der Zukunft die Performance sowie die Betriebssicherheit weiter erhöht werden. Ein weiteres Ziel ist der Ausbau der PC-Hotline, um einen möglichst weitgehenden Support zu ermöglichen.

World Wide Web: Internet für die Massen

Hartmut Plehn

Selbst in klassischen Medien wie Zeitungen, Zeitschriften, Radio oder Fernsehen sind Hinweise auf das World Wide Web (WWW) heute alltäglich. Erinnern Sie sich aber noch, wann Ihnen dieses WWW zum ersten Mal begegnet ist? Warum wurde das Medium „Internet“ vor der Entstehung des WWW nur von einer relativ kleinen Anzahl von Wissenschaftlern und Forschern verwendet? Was ist das WWW überhaupt?

Anfänge des Internet

Die ersten Vorläufer des Internet entstanden schon Ende der sechziger Jahre in Form des ARPANET, bevor im Jahre 1973 eine erste Version des „Transmission Control Protocol/ Internet Protocol (TCP/IP)“, das die Grundlage für jede Kommunikation im Internet bildet, von Vint Cerf und Bob Khan vorgelegt wurde. Eine starke Verbreitung fand die Internet-Technologie Mitte der achtziger Jahre in den US-amerikanischen Universitäten durch die Entwicklung von Personal Computern und Workstations sowie die Entstehung von „Local Area Networks (LANs)“ auf Basis der Verkabelungstechnik Ethernet.

Am Rechenzentrum der Universität Würzburg wurde die erste Workstation mit TCP/IP im Jahre 1988 in Betrieb genommen. Der Anschluß an das Internet erfolgte im April 1991. Zuvor waren an der Mehrzahl der deutschen Hochschulen andere Datenkommunikationstechnologien (Bitnet, OSI) favorisiert worden.

Die wissenschaftliche Arbeit im Internet war zu dieser Zeit noch davon geprägt, daß der Nutzer durch Texteingaben schwierig zu bedienende Kommandozeilenprogramme wie ftp oder Unix-Shells über telnet steuern mußte. Fensteroberflächen hatten in erster Linie den Zweck, mehr als einen Kommandozeilendialog an einem Bildschirm führen zu können; eine Maus wurde vor allem zum Umschalten zwischen einzelnen Sitzungen benötigt. Wenn auch für manche Nutzungsarten, wie zum Beispiel den Zugriff auf entfernte Höchstleistungsrechner für numerische Berechnungen, das Internet schnell eine maßgebliche Rolle einnahm, war doch zu dieser Zeit „Electronic Mail (E-Mail)“ der einzige Massendienst mit grosser Bedeutung für die Mehrzahl der Wissenschaftler.

Entstehung des WWW

Mitte der neunziger Jahre entstand ein Phänomen, von dem manche glauben, daß es die Gesellschaft ebenso nachhaltig verändern wird, wie es Ende des achtzehnten Jahrhunderts durch die Industrielle Revolution geschehen ist: das WWW! Plötzlich steht breiten Massen der Bevölkerung ein riesiger und relativ einfach zu bedienender Informationspool zur Verfügung. Nicht mehr der Verleger, Programmchef oder Redakteur entscheidet, welche Informationen den Verbrauchern vorgesetzt werden, sondern jeder einzelne ist selbst in der Lage, sich bei verschiedenen Quellen zu informieren oder sogar aktiv Informationen weltweit zu verbreiten. Die Gefahren dieser Entwicklung, z. B. Mißbrauch durch Kriminelle, Schaffung einer Zwei-Klassen-Gesellschaft, Informationsverschmutzung (d. h. zunehmende Verbreitung falscher oder nicht autorisierter Informationen) oder Vereinsamung, dürfen zwar nicht verharmlost werden, werden in der Presse aber häufig überbewertet.

Die Grundlagen für das WWW wurden 1991 durch Tim Berners-Lee am CERN entwickelt. Gegenüber den bis dahin verwendeten Diensten im Internet wurde das WWW vom Wunsch getragen, einen einheitlichen Informationsraum mit Verknüpfungen (HyperLinks) zwischen beliebigen Informationen beliebiger Anbieter zu schaffen. Diese Hyperlinks werden vorrangig in Dokumenten, die in der sogenannten „Hypertext Markup Language (HTML)“ verfaßt werden, verwendet. Der Ort im Internet, an dem eine bestimmte Information zu finden ist, wird über sogenannte „Uniform Resource Locators (URLs)“ angegeben. Beispielsweise bezeichnet die URL http://www.uni-wuerzburg.de/ die Startseite (Homepage) der Universität Würzburg. Unter WWW versteht man die Gesamtheit der über HyperLinks verwobenen Informationen in Form von Dokumenten, Bildern, Tönen, Videos usw. Im Unterschied dazu bezeichnet das Internet das Netz der über TCP/IP weltweit miteinander kommunizierenden Rechner. Nur ein Teil dieser Rechner stellt Informationen für das WWW bereit.

Von 1991 bis 1993 fand das WWW zunächst keine große Beachtung, weniger noch als der ebenfalls im Jahre 1991 an der University of Minnesota entwickelte „Internet-Gopher“. Beim Gopher waren wie beim WWW Verknüpfungen zwischen im Internet verteilten Informationen in beliebigen Formaten möglich. Allerdings mußten die Verweise in speziellen Verzeichnislisten geführt werden, Hyperlinks in Textdokumenten wie bei HTML waren nicht möglich. Mit der Einführung des WWW-Browsers Mosaic (Vorläufer des Netscape Communicator) im Jahre 1993 begann der WWW-Boom, da plötzlich jedermann im Internet bzw. in den darin enthaltenen Informationen per Mausklick ohne weitere Kenntnisse über die dem Internet zugrundeliegenden Technologien „surfen“ konnte. Die „Evolution“, die bei der Entwicklung konkurrierender Software immer wieder zu finden ist, führte zu einem raschen „Aussterben“ des Internet-Gopher.

Schon ab etwa 1996 wurde auch von kommerziellen Firmen erkannt, daß das Internet durch das einfach bedienbare WWW ein enormes Potential zum Geldverdienen birgt. Die weitere Entwicklung des WWW wurde ab diesem Zeitpunkt sehr stark durch Firmen wie Netscape, Microsoft oder Yahoo mitbeeinflußt. Das Internet war nicht länger den Wissenschaftlern an Universitäten und Forschungseinrichtungen vorbehalten, sondern wurde – spätestens ab 1998 auch in Deutschland – für breite Schichten der Bevölkerung interessant. Mit sogenanntem E-Commerce wurden in Europa im Jahr 1998 bereits 230 Mio. DM über Geschäfte im Internet umgesetzt. Alleine in Deutschland könnte diese Zahl nach Schätzungen amerikanischer Marktforschungsinstitute bis zum Jahr 2001 auf 20 Mrd. DM steigen.

WWW an der Universität Würzburg

Der erste WWW-Server der Universität Würzburg wurde im Juli 1994 durch das Rechenzentrum in Betrieb genommen. Seit dem Frühjahr 1995 ist das WWW (genauer http) sowohl anhand der übertragenen Pakete als auch anhand der übertragenen Bytes der umfangreichste Dienst im Internet. Die Anzahl der WWW-Server, die Informationen bereitstellen, und die Anzahl der diese Informationen abrufenden Benutzer stiegen in den letzten Jahren näherungsweise exponentiell (siehe Abbildung).

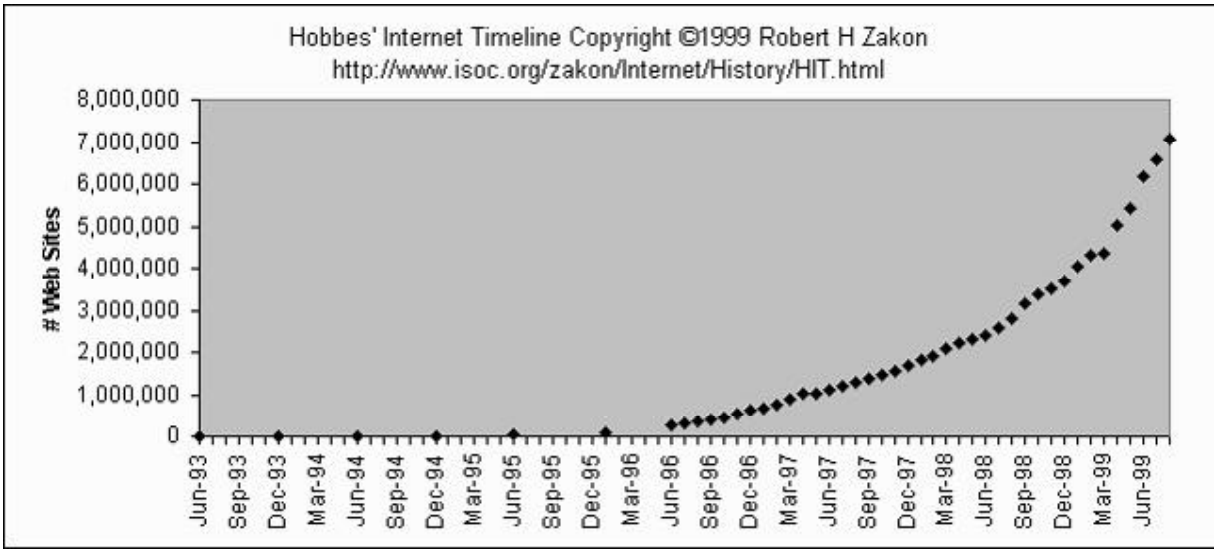
Die Fülle der Daten im WWW ist gewaltig, wobei die gesuchte Information nicht immer leicht zu finden ist. Alleine die Universität Würzburg stellte im September 1999 insgesamt über 80.000 verschiedene WWW-Dokumente auf mehr als 120 WWW-Servern bereit. Nahezu 100 Bereiche der Universität nutzen dabei den vom Rechenzentrum betriebenen zentralen WWW-Server. Monatlich wird insgesamt etwa 2 Mio. mal auf diesen Universitäts-WWW-Server zugegriffen, wobei insgesamt 15 GByte Daten übertragen werden. Die Startseite (Homepage) der Universität wird dabei 100.000 mal abgerufen.

Quellen

[1] A Little History of the World Wide Web, http://www.w3.org/History.html

[2] Hobbes' Internet Timeline, http://www.isoc.org/guest/zakon/Internet/History/HIT.html

[3] A Brief History of the Internet, http://www.isoc.org/internet/history/brief.html



Entwicklung der weltweiten Anzahl von WWW-Servern von Juni 1993 bis Juni 1999.

Internet-Anschlüsse für Studenten-PCs im Rechenzentrum

Hartmut Plehn

Zusätzlich zu den herkömmlichen Arbeitsplatzrechnern in Benutzerräumen bietet das Rechenzentrum den Studierenden neuerdings auch die Möglichkeit, eigene portable Rechner zunächst in einem dafür vorgesehenen Raum an das Hochschulnetz und das Internet anzuschließen.

Grundsätzliche Überlegungen

Der Personal Computer ist für die heutige Generation von Studenten ein selbstverständliches Arbeitsmittel. Neben dem in den letzten Jahren ständig erweiterten Angebot an PCs in Benutzerräumen der Universität findet auch der private Arbeitsplatzrechner zu Hause eine immer größere Verbreitung. Dies wird u. a. auch durch die permanent steigende Auslastung der externen Modem- und ISDN-Zugänge belegt. Ein Laptop bietet dabei nicht nur für Gaststudenten den Vorteil, sowohl am Hochschulstandort als auch in den Semesterferien am Heimatwohnsitz bequem mitgeführt werden zu können.

Warum sollte man nun dieses mobile Arbeitsmittel nicht auch in der Hochschule selbst einsetzen können? Diese Fragestellung aufgreifend möchte das Rechenzentrum in der Universität Benutzerräume etablieren, die die Möglichkeit bieten, den privaten tragbaren PC an das Internet anzuschließen. Dies bietet wichtige Vorteile:

- Dem Studenten steht auch in der Hochschule sein von zu Hause gewohntes Arbeitsmittel mit persönlicher Konfiguration zur Verfügung.

- Durch die Verwendung interner Telefonleitungen für den Internet-Zugang per Modem oder ISDN fallen keine Telefonkosten an.

- Bei entsprechender Ausstattung des Laptops mit einer Netzwerkkarte stehen dem Studenten weit höhere Übertragungsgeschwindigkeiten (bei dem eingesetzten Verkabelungstechniken Ethernet oder später Fast Ethernet 10 bzw. 100 Mbit/s) als per Telefonleitung (max. 64 kbit/s) zur Verfügung.

- Die angespannte Raumsituation erschwert die Einrichtung von regulären Benutzerräumen, die permanent mit Arbeitsplatzrechnern ausgestattet sind. Mit Anschlußdosen versehene Funktionalräume (Seminarräume, Lesesäle?) könnten aber zeitweise für die Nutzung mit studentischen PCs freigegeben werden.

Den Vorteilen stehen auch einige Nachteile gegenüber:

- Laptops sind im Vergleich zu ähnlich ausgestatteten nicht portablen PCs noch erheblich teurer.
- Es kommen keine durch das Rechenzentrum oder einen CIP-Pool-Betreuer vorinstallierten Rechner mit wohldefinierter Konfiguration zum Einsatz. Daher kann es in der Anfangsphase häufiger zu Problemen durch Inkompatibilitäten kommen, die vom Rechenzentrum zu beheben sind.
- Bei Verwendung einer Ethernet-Karte muß der Zugang gegen mißbräuchliche Nutzung geschützt werden. Im Ethernet ist standardmäßig, anders als bei Modem- oder ISDN-Zugängen, keine Authentifizierung auf Benutzerebene vorgesehen.

Planungen des Rechenzentrums

Zur Lösung des Problems der fehlenden Authentifizierung bei Ethernet verwendet das Rechenzentrum sogenannte „Authenticated Virtual Local Area Networks“ (Authenticated VLANs oder AVLANs). Dabei muß der Benutzer die seinem Rechner eindeutig zugeordnete Ethernet-Adresse beim nächsten Netzwerkknoten (Switch oder Router) durch Angabe seines Benutzernamens und des dazugehörigen Paßworts „freischalten“. Diese Ethernet-Adresse ist dann im Netzwerkknoten als einem vordefinierten VLAN zugehörig markiert. Erst ab diesem Zeitpunkt werden von diesem Rechner stammende Pakete weitervermittelt, und der ungehinderte Zugriff auf das Internet ist möglich. Bei Anschlußdosen in Studentenwohnheimen könnte diese Form der Zugangskontrolle ebenfalls Verwendung finden.

In einem ersten Versuchsstadium wurde ein Raum des Rechenzentrums mit einem Modem-, zwei ISDN- und acht Ethernet-Anschlüssen ausgestattet. Für Laptops, die über eine USB-Schnittstelle verfügen, plant das Rechenzentrum außerdem externe Netzwerkadapter anzubieten, um den Studenten die Nutzung höherer Geschwindigkeiten auch ohne Anschaffungskosten für eine eigene Netzwerkkarte zu ermöglichen.

Erste Erfahrungen zeigen, daß zumindest in der Anfangsphase die Unterstützung der Studenten sehr arbeitsintensiv ist, da stark unterschiedliche Hard- und Software zum Einsatz kommt. Sollte das neue Angebot auf Resonanz stoßen, ist geplant, diese Art von Internet-Anschlüssen auch auf andere Bereiche der Universität auszudehnen.

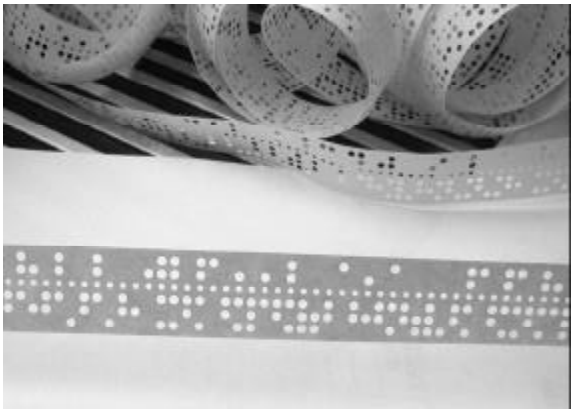
Entwicklung der Ein- und Ausgabe-verfahren

Adolf König

Obwohl natürlich auch Band- und Magnetplattengeräte in gewissem Sinn Ein- und Ausgabegeräte darstellen, soll hier nur auf die Ein- und Ausgabe an der ‚Schnittstelle Mensch' eingegangen werden. Die Entwicklung der Speicher-medien verdient einen eigenen Artikel.

Am Anfang: Da hatte man nun eine tolle elektronische Rechenmaschine, die unheimlich schnell rechnen konnte, aber womit? Irgendwie mußte man ja die Daten, mit denen das Wunderding so schnell rechnen sollte, auch schnell in diesen Apparat hineinbringen. Es lag nahe, dazu auf bereits vorhandene und bewährte Verfahren zur Umwandlung von Ziffern und Buchstaben in elektrische Impulse zurückzugreifen. Bei der Fernschreibtechnik hatte man dieses kleine Problem ja längst gelöst, und in diesem Zusammenhang war auch schon der Papierlochstreifen erfunden, der es erlaubte, die zu übermittelnden Texte erst zu schreiben und evtl. zu korrigieren, um sie danach mit maximaler Geschwindigkeit über das damalige INTER(nationale Fernmelde)NET(z) zu schicken. Das war doch auch eine ideale Methode, um die Daten in den Rechner zu bringen. Es gab natürlich bald mehrere Arten von Lochstreifen und mehrere Arten, die Lochkombinationen Buchstaben und Ziffern zuzuordnen; Inkompatibilität ist schließlich keine neue Erfindung. Am weitesten verbreitet waren die 5-Kanal- und die 8-Kanal-Lochstreifen, mit 5 bzw. 8 parallelen Lochreihen für die Informationsdarstellung und einer zusätzlichen Reihe mit kleineren Löchern, die als Taktspur und Transporthilfe dienten. Bei einer Dichte von 10 Zeichen pro Zoll konnte man etwa 400 Zeichen pro laufendem Meter Lochstreifen unterbringen.

Ein Zeichen war jeweils in einer Querreihe von 5 bzw. 8 Löchern verschlüsselt. Da man sich leicht ausrechnen kann, daß man mit 5 Löchern nur 32 verschiedene Lochkombinationen zustande bringt, was nicht für alle Ziffern und Buchstaben reicht, gab es auch Umschalt-

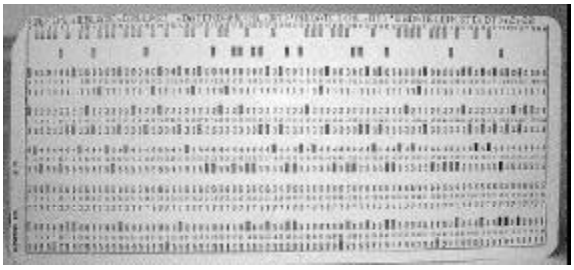


Ein 5-Kanal-Lochstreifen.

zeichen, die anzeigten, ob die nachfolgenden Löcher als Buchstaben oder als Ziffern bzw. Zeichen interpretiert werden sollten. Mit Hilfe eines Lochstreifenlesers ähnlich dem an einem Fernschreiber konnte man nun die Lochstreifen mit einer Geschwindigkeit von ca. 15 Zeichen/sec einlesen, immerhin mehr, als auch eine geübte Schreibkraft zustande bringt.

Bei der Zuse Z 22R war das die eine der beiden Eingabemöglichkeiten. Die zweite war ein schnellerer Lochstreifenleser, bei dem die Abtastung der Löcher fotoelektrisch mittels Lampe und Fotozellen erfolgte und dadurch viel schneller sein konnte, nämlich ca. 200 Zeichen/sec. Zur Produktion und Korrektur der Lochstreifen standen einige Fernschreiber ‚offline' zur Verfügung. Die Ausgabe der Rechenergebnisse erfolgte mittels des direkt angeschlossenen Fernschreibers, also auch nur mit 10 Zeichen/sec, was heutzutage selbst den Besitzern der langsamsten Tintenstrahldrucker nur ein mitleidiges Lächeln entlockt. Aber damals beschränkte man sich eben auf das Wesentliche.

Auch bei der nächsten Rechnergeneration, im Rechenzentrum vertreten durch die Electrologica EL X8, wurden die Daten noch immer mittels Lochstreifen eingegeben, alternativ aber auch mehr und mehr mit Lochkarten. Die Lochkarte, die mit ihren handlichen Abmessungen als Notizzettel bei Computerveteranen selbst heute noch beliebt ist, bot Platz für 80 Zeichen, also gerade eine Textzeile.



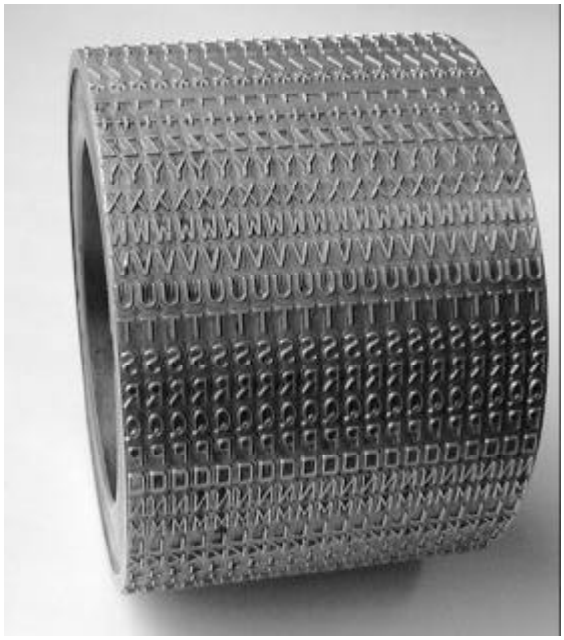
Eine Lochkarte mit 80 Spalten.

Beide Verfahren hatten ihre Vorteile. Beim Fernschreiber hatte man den geschriebenen Text wie bei einer Schreibmaschine vor sich auf dem Blatt, was vorteilhaft ist, wenn der Text beim Schreiben erst im Kopf entsteht oder nochmals geändert wird. Die Korrektur von fertigen Lochstreifen war dagegen zeitraubend und mühselig, weil der Streifen zur Korrektur entweder ganz kopiert werden mußte, oder in Teilen, die mit Schere und Klebstreifen und evtl. noch Handstanzgerät zu einem funktionierenden ganzen Streifen zusammengebastelt werden mußten. Bei den Lochkarten konnte man den geschriebenen Text nicht direkt sehen. Das Verfahren war daher eigentlich schwieriger, weil man sich mehr konzentrieren mußte, es sei denn man konnte als sehr geübter Schreiber direkt von der Vorlage weg blind schreiben. Trotzdem setzte sich die Lochkarte auch im wissenschaftlichen Bereich immer mehr durch, weil die nachträgliche Korrektur der gelochten Daten extrem einfach war. Man mußte nur höllisch aufpassen, daß der Lochkartenstapel nie zu Boden fiel (vor allem dann, wenn in den letzten Spalten keine laufende Numerierung vorhanden war).

Ein wesentlicher Fortschritt in der Ausgabetechnik war die Entwicklung der Schnelldrucker. Der erste dieser Art kam zusammen mit der EL X8 in unser Rechenzentrum. Bei der Fernschreibtechnik, bei der das Schreibwerk wie bei einer Schreibmaschine mit Typenhebeln funktionierte, benötigte eine Zeile mehrere Sekunden. Beim Schnelldrucker konnte man mit der Geschwindigkeit von 20 Zeilen/sec in der gleichen Zeit zwei ganze Seiten drucken. Das Druckprinzip war folgendermaßen:

Auf einer sich schnell drehenden Walze waren die Buchstabenstempel in langen Reihen angebracht, entsprechend der Seitenbreite bzw. der Druckzeilenlänge jeweils eine ganze Reihe für jedes druckbare Zeichen. An jeder Druckposition in der Zeile wartete ein kleines

Hämmerchen, um genau in dem Moment anzuschlagen, wenn der an dieser Stelle zu druckende Buchstabe vorbeikam. Wie man sich vorstellen kann, konnte das auch etwas lauter werden, wenn mal eine ganze Zeile mit lauter gleichen Zeichen gedruckt wurde, weil dann alle Hämmerchen zugleich zuschlagen mußten. Gedruckt wurde auf das leporellogefaltete Endlospapier, das damals das Statussymbol und Erkennungszeichen des stolzen Computerbenutzers war, das aber heutigen laserdruckerverwöhnten Rechenzentrumskunden oft gar nicht mehr bekannt ist. Die Druckgeschwindigkeit erscheint auch nach heutigen Maßstäben nicht gering; allerdings konnte die Druckqualität nur technischen Ansprüchen genügen, d. h. die Ausgabe war gut lesbar, aber der Vorrat der druckbaren Zeichen war mit 65 verschiedenen Zeichen gerade groß genug, um alle Ziffern, Großbuchstaben und ein paar Satz- und Sonderzeichen in Einheitsgröße drucken zu können. Ästhetische Ansprüche durfte man nicht stellen, und auch grafische Ausgaben durfte man von einem Schnelldrucker nicht erwarten.

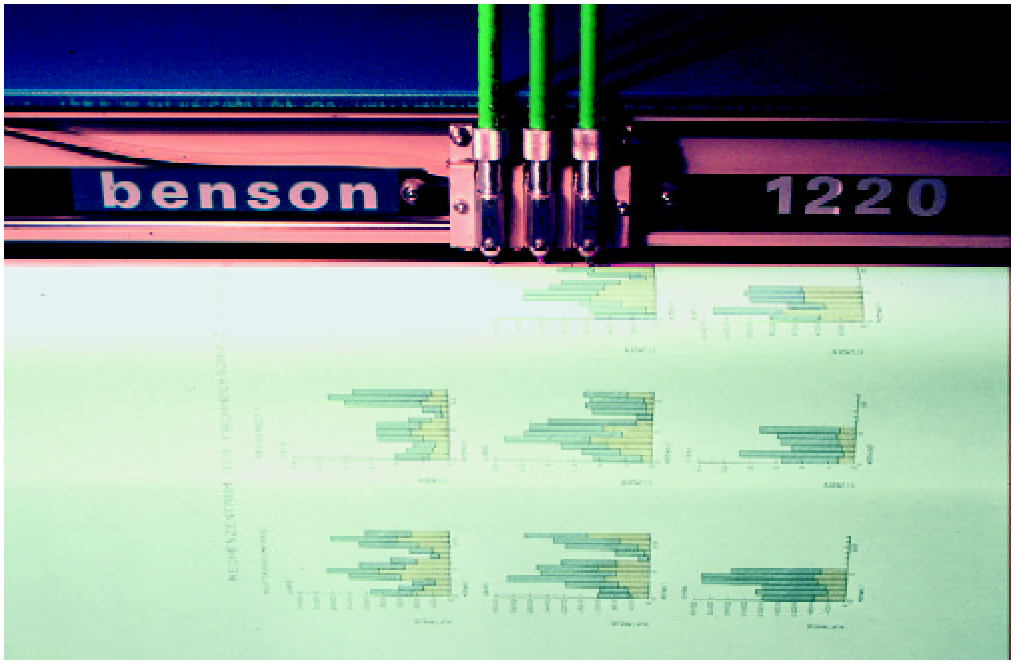


Teil einer Druckwalze.

Dafür war er absolut ungeeignet, wenn man von den meist mehr zum Spaß angefertigten Bildern absieht, bei denen durch Übereinanderdrucken von verschiedenen Buchstaben Grautöne simuliert wurden, so daß man mit einer Auflösung von 10 dpi und 5 Graustufen „fotorealistische“ Bilder produzieren konnte.

Für grafische Ausgaben gab es ein Spezialzeichengerät, den Plotter. Er hatte durchaus Ähnlichkeit mit unseren heutigen Plottern; allerdings konnte man mit unserem ersten Plotter nur mit einem Kugelschreiber einfarbige Striche zeichnen. Das Papier wurde, wie heute immer noch, von einer Vorratsrolle über eine Walze geführt, längs der Walze läuft entlang einer Führungsschiene ein Schlitten mit dem Malwerkzeug, damals eben ein Kugelschreiber, heute ein Tintenspritzdruckkopf. Durch aufeinander abgestimmte Bewegung von Walze und Schlitten war es im Prinzip möglich, Linien in jeder gewünschten Richtung zu zeichnen. Praktisch war es allerdings mit den damaligen Mitteln noch nicht möglich, die Geschwindigkeiten so fein abzustimmen, daher konnte man die Neigung der Linien nur in 45-Grad-Schritten verändern. Man behalf sich damit, daß man andere Richtungen eben in einer Art Treppenkurve annäherte, und konnte damit also jede Art von technischer Zeichnung erstellen.

1971 wurde sogar ein grafikfähiges Bildsichtgerät beschafft, ein damals konkurrenzloses Terminal von Tektronix mit einer Auflösung von 1024 x 740 Punkten und nicht begrenzter Anzahl darstellbarer Vektoren. Aus technischen Gründen konnte man allerdings nur unveränderliche Grafiken darstellen. Dieses Gerät hat Maßstäbe gesetzt, und noch viele Jahre später haben andere Hersteller ihre grafikfähigen Bildschirmterminals Tektronix-kompatibel gemacht, weil es ein Verkaufsargument war, die zahlreichen für Tektronix-Terminals geschriebenen Grafik-Programme ohne Änderung laufen lassen zu können. Selbst heute



Der Benson-Plotter mit drei Stiften.

noch hat das auf Unix-Rechnern bekannte X-Term Terminalwindow den Tek(tronix)-Modus.

1974 mit dem Rechner TR 440 von AEG-Telefunken blieb in Bezug auf die Ein- und Ausgabe vieles beim Alten:

Walzendrucker als Schnelldrucker, Fernschreiber als benutzerzugängliche Ein-/Ausgabegeräte, dazu ein schneller Lochstreifenleser und Lochkartenleser (20 Karten/sec = 1600 Zeichen/sec), ein grafikfähiges Bildsichtgerät, das SIG 100 (Darstellungskapazität ca. 560 Buchstaben oder Vektoren), sogar mit einer etwas unhandlich geratenen Rollkugel (Vorläufer der späteren Mäuse) als grafische Eingabemöglichkeit, ein Plotter, fast alles wie gehabt.

Der Fortschritt kam in Form von alphanumerischen Sichtgeräten als Benutzerterminals zur Texteingabe, neben den Fernschreibern. Die Telefunken SIG 50 Geräte waren schnell. Bei ca. 1000 Zeichen/sec konnte die ganze Bildschirmseite in einem Augenblick vollgeschrieben werden. Die Eingabe war bequem, nämlich leicht zu korrigieren vor dem endgültigen Eingeben in den Rechner, so wie man es heute auch gewohnt ist. Und sie waren absolut geräuschlos, so wie man es heute gar nicht mehr gewohnt ist, und wie man es manchmal schmerzlich vermißt. Die Geräte hatten durchaus einen Lüfterventilator, aber man hörte ihn erst, wenn nach fünf Jahren die Lager verschlissen waren und erneuert werden mußten. Mit anderen Worten: Mit diesen Terminals konnte man wirklich angenehm und schnell inter a k t i v mit dem Rechner arbeiten, nicht nur einen langsamen Dialog führen.

Kein Wunder also, daß die Sichtgeräte immer zuerst belegt waren, und die Benutzer nicht mehr so gerne an die Fernschreiber gingen.

Ende der 70er Jahre verbreiteten sich allmählich die sog. Mikrorechner, kleine richtige Rechner, die man auf den Schreibtisch stellen

konnte, Vorläufer der PCs. Die ersten dieser Art im Benutzerbereich, die T47, waren noch getarnt als normale Terminals, aber es waren schon richtige Rechner, nur ohne Diskettenlaufwerke. Vereinzelt waren auch die kompletten Rechner mit Diskettenlaufwerken unter dem Namen T52 im Einsatz. Man ging nun immer mehr dazu über, statt der sogenannten dummen Terminals, die ohne den laufenden Zentralrechner zu nichts zu gebrauchen sind, „intelligente“ Terminals einzusetzen, d. h. kleine Rechner, auf denen ein Terminalprogramm läuft, so daß sie sich aus Sicht des Zentralrechners wie ein normales Terminal verhalten. Das geniale aber war, daß sie auch dann, wenn der Zentralrechner zu voll, in Wartung oder defekt war, noch benutzt werden konnten. Für Texterfassung und -korrektur war die Rechenleistung der kleinen Maschinen allemal ausreichend, und die Reaktionszeiten waren einfach traumhaft schnell. Auch die relativ langsamen Rechner, die nur für einen Benutzer arbeiteten, waren so schnell wieder eingabebereit, wie es ein großer Rechner, der 50 andere Benutzer gleichzeitig auch noch bedienen sollte, niemals sein konnte. Es dauerte dann auch nicht mehr lange, bis es richtige Compiler für die Kleinen gab. Raten Sie mal, wie eine der Firmen hieß, die damals schon MICRO-Computer-SOFT-ware verkaufte? Richtig! Im RZ ist diese Entwicklung dann Anfang der Achtziger Jahre mit den ALTOS-Rechnern unter dem Betriebssystem CP/M so richtig ins Rollen und seither nicht mehr zum Stillstand gekommen.

Die Druckerentwicklung ging in zwei verschiedenen Richtungen weiter. Einmal immer schnellere Drucker, was mit der oben geschilderten Walzendrucktechnik nicht erreichbar war. Einen Meilenstein in dieser Richtung setzte IBM mit dem ersten Hochgeschwindigkeitslaserdrucker. Mit einer so hohen Druckgeschwindigkeit, daß man das Papier wie bei Zeitungsdruckmaschinen direkt von der Rolle zuführen mußte, und Preisen von 500 000 DM aufwärts (damals noch einiges mehr wert als heute) war so ein Drucker aber einige Nummern zu groß für die bei uns zu bewältigenden Druckmengen. Eine andere Technologie für größere Mengen an Output, nämlich COM – Computeroutput on Microfiches, wurde ebenfalls bei uns nicht eingesetzt. Da diese Ausgaben ohne Spezialgerät nicht lesbar sind, wurden sie auch mehr für Spezialzwecke benutzt, z. B. für verfälschungssichere Archivierung umfangreicher Datenbestände.

Die zweite Entwicklungsrichtung der Drucker ging hin zur flexibleren Outputgestaltung, Ausdrucken von speziellen Zeichen, wie z. B. für fremdsprachliche Ausgabe, oder schöneren, für Brief- und Korrespondenzzwecke geeignete Ausgaben. Bei den Schnelldruckern ersetzte man die schwere und relativ teure Walze durch ein Stahlband mit eingeprägten Buchstaben. Das war nicht nur einfacher und viel billiger herzustellen, sondern es war auch ohne Spezialtechniker einfach am Drucker auszuwechseln. Man konnte also mehrere Stahlbänder mit verschiedenen Zeichensätzen für verschiedene Zwecke vorrätig halten. Auch bei uns wurden solche Drucker eingesetzt, aber erst zusammen mit dem nächsten Großrechner.

Im langsameren Druckerbereich entstanden die Druckmaschinen mit Kugelkopf oder Typenrad. Diese lieferten nicht nur ein gestochen sauberes Schriftbild wie die besten Schreibmaschinen – es waren ja eigentlich auch welche –; man konnte auch mit einem Handgriff den Zeichensatz durch einen mit größeren oder mit fremdsprachlichen Buchstaben ersetzen. Diese Drucker bahnten den Micro-Rechnern den Weg in die Sekretariate. Das Schreiben mit einem Texthaltungsprogramm allein hätte zwar das Leben der Sekretärin auch schon sehr erleichtert, aber erst die Möglichkeit, eine der Schreibmaschinenschrift ebenbürtige Textqualität zu produzieren, brachte den Erfolg. Daher wurden etliche solche Drucker auch in den Instituten angeschafft; für ein zentrales

Rechenzentrum waren sie aber doch nicht so ideal, denn es war schwierig, einen zuverlässigen Betrieb damit zu organisieren.

In die gleiche Richtung größerer Flexibilität in der Ausgabe ging auch die Entwicklung der Nadeldrucker. Das Schriftbild war zwar nicht ganz so schön wie bei den Typenraddruckern, dafür aber hatte man die Möglichkeit, von der Software gesteuert neben praktisch beliebigen Zeichensätzen und Schriften auch Liniengrafiken auf dem Drucker auszugeben, ohne daß manuell am Drucker eingegriffen werden mußte. Damit waren nun die Wünsche eines zentralen Universitäts-Rechenzentrums, was die Druckausgabe betrifft, so weitgehend erfüllt, daß folgerichtig auch bald nach dem Erscheinen auf dem Markt so ein Drucker NDK S-7700 beschafft wurde.

Mit dem Ersatz des Rechners TR 440 durch den IBM 370-kompatiblen Rechner Siemens 7.860L (von Fujitsu) wurde in Bezug auf die Ein- und Ausgabe wiederum wenig am Status Quo verändert. Statt der Walzenschnelldrucker kamen zwei Bandschnelldrucker (s. o.). An der Plotterausgabe hatte sich schon garnichts verändert, da der neue Benson-Plotter, der gegen Ende der TR 440-Zeit beschafft worden war, mit einem Magnetband offline betrieben wurde. Die Magnetbänder mit den Zeichnungsdaten wurden halt jetzt vom neuen Rechner erstellt. Die theoretisch einschneidendste Änderung war der Wegfall der Lochstreifenein- und -ausgabe. Praktisch war das aber ohne Bedeutung, weil schon vorher niemand mehr mit Lochstreifen gearbeitet hatte. Nur für die Verarbeitung der Telefonabrechnungsdaten, die nach wie vor auf Lochstreifen gestanzt wurden, mußte eine Ersatzlösung gefunden werden. Diese wurde mittels eines von RZ-Mitarbeitern selbstgestrickten Anschlusses eines der alten Lochstreifenleser an einen Micro-Rechner realisiert. Auch die Lochkarteneingabe wurde zur Einsparung der Wartungskosten abgeschafft, nachdem sie in einem ganzen Jahr gerade noch zweimal benutzt worden war. Datenerfassung erfolgte von da ab praktisch nur noch im Dialog an den Sichtgeräten und PCs. Aber einen großen Fortschritt sollte es bald in Punkto Druckqualität geben. Mitte der 80er Jahre wurde ein Postscript-Schwarzweiß-Laserdrucker von QMS für das DIN A4-Format beschafft. Dieser erste Laserdrucker im RZ bot nicht nur im Textausdruck, sondern auch in der Grafik-Ausgabequalität einen solchen Sprung nach vorne, daß der Stiftplotter bald arbeitslos wurde.

Mittlerweile sind Schwarzweiß-Laserdrucker praktisch zum Standardausgabegerät geworden. Es gibt kaum noch Ausgaben auf den Endlospapier- und Nadeldruckern.

Heute ist selbst Farbdruck nicht nur nichts Außergewöhnliches mehr, heute erwarten die Benutzer eine Ausgabequalität auch in Farbe, die besser ist als Farbdruck in Zeitungen und billigen Zeitschriften.

Mit dem derzeitigen Spektrum an Ein- und Ausgabemöglichkeiten,

- Farblaserdrucker für Normalpapier
- Thermosublimationsdrucker für „Fotopapier“ und Folien
- Großformatfarbplotter für DIN A0 und noch größer
- Diabelichter für Farbumkehrfilm
- Farbtintenstrahldrucker für Folien und Papier
- Videoaufzeichnung
- Scanner für Papier- und Filmvorlagen
- hochauflösende digitale Kamera

kann der Benutzer des RZUW heute farbige Ausgaben erzeugen, deren Druckqualität keinen Vergleich zu scheuen braucht.

Kadaver, Kermit und Klammeraffe – ein subjektiver Rückblick

Ekkehard Messow

Die Datei als solche

Wer sich auf die elektronische Datenverarbeitung einläßt, hat naturgemäß mit Daten zu tun. Diese Daten können völlig unterschiedlicher Art sein, selbst geschriebener oder diktierter Text, generierte Ergebnisse, Meßwerte, Grafiken, Diagramme, usw. All diesen Daten ist gemeinsam, dass zu ihrer Aufbewahrung Behältnisse notwendig sind. Solch ein Behälter heisst je nach bevorzugter Sprache Datei oder *file*. Die folgenden Erörterungen kreisen um die Entwicklung der Dateibehandlung in den letzten 25 Jahren.

Bis zum Jahre 1984 war die EDV im Rechenzentrum eine leicht poetische Angelegenheit. Der zentrale Großrechner deutschen Ursprungs mit einem ebenfalls deutschen Betriebssystem gehorchte auf deutsche Kommandos und Anweisungen. Im Zusammenhang mit Dateien gab es u. a. die schönen Begriffe Wort, Satz und Oktade. Deren Bedeutung ist nicht ganz so lyrisch wie es scheint: Wort bedeutet 6 Zeichen, Satz bedeutet Zeile, Oktade ist keine Oktave, sondern ein Byte. Die Kommandosprache war insgesamt recht verständlich und bedurfte keiner aufwendigen Schulung der damaligen Benutzer.

Im Jahre 1985 traf uns der Kulturschock mit voller Wucht. Zwar hatte auch der neue Rechner ein deutsches Typenschild, der Rest war jedoch nicht so europäisch. Er stammte aus Japan und lief unter einem amerikanischen Betriebssystem, anfangs in japanisierter Variante, später mit dem Original. Demzufolge gab es bei den Dateien ganz andere Begriffe. Da war dann eine intensive Schulung der Benutzer geboten.

Bei der Kreation jeder Datei galt es, die Größenangabe von *block* so zu wählen, dass nicht der halbe *track* ungenutzt blieb. Auch musste man *primary* und *secondary quantity* festlegen, möglichst so, dass die zu speichernde Datenmenge auch reinpasste.

Die spezielle Dateivariante *partitioned organized* war in *member* unterteilt. Jede Veränderung der Daten eines *members* führte dazu, dass es an neuer Stelle abgespeichert wurde und an der alten Stelle eine ungenutzte und unerreichbare alte Version verblieb, eine sogenannte „Memberleiche“. Dieser Begriff war unverständlich für einen Schulungsteilnehmer, der aus Spanien stammte, so dass er sich in seinen Aufzeichnungen „cadaver“ notierte.

Neben diesem zentralen Rechner begann sich allmählich eine Parallelwelt zu entwickeln, die der damaligen Mikrorechner, der heutigen PCs.

Ein paar Jahre später kam ein original amerikanischer Rechner mit Original-Betriebssystem

ins Haus. Einige der neuen Begriffe waren wieder etwas gefälliger: Die Verbindung zwischen neuem Rechner und der rapide wachsenden PC-Welt gelang mit Hilfe des *kermit*. Ein recht beliebter Editor hieß *eve*. Auch hier blieben alte Datei-Versionen erst einmal erhalten, allerdings waren sie noch erreichbar und gehörten zur älteren *generation*. Sie verschwanden durch den Befehl *purge* – wahrlich keine Lösung für das Rentenproblem.

Bald jedoch wurden die firmenspezifischen Betriebssysteme, tituliert mit dem Beiwort „proprietär“, etwas unmodern. Alle Hersteller bemühten sich, ihre Produkte mit dem Betriebssystem UNIX anzubieten. Die vermutlich schreib- und lesefaulen Entwickler von UNIX verfolgten unter anderem das Ziel, die Kommandos mit einer minimalen Anzahl Zeichen zu formulieren und möglichst wenig Ausgabe zu produzieren – beides richtig und verständlich, wenn man annimmt, nur einen Fernschreiber zu besitzen, bei dem jedes Zeichen Zeit braucht und Kosten verursacht. So kann man z. B. seinen gesamten Datenbestand, ohne gewarnt zu werden, mit dem eigentlich unverdächtigen Befehl *rm* * vernichten. Dieses Betriebssystem ist für all diejenigen optimal, die nach der hehren Maxime handeln: „Denn sie wissen, was sie tun“. Um diesem Ideal näher zu kommen, bietet das Rechenzentrum regelmäßig Kurse an.

Die PC-Welt hatte den Weg zum herstellerunabhängigen Betriebssystem schon viel früher eingeschlagen, dort gibt es ja faktisch nur WINDOWS. In seinen aktuelleren Ausprägungen ist es ein echtes Gegenteil zu UNIX. Man muss zwar auch nicht allzu viel eintippen, dafür um so heftiger umherklicken. So muss der Wunsch, eine Datei zu vernichten, zweimal bestätigt werden, und danach liegt sie immer noch im Papierkorb herum. Vor allem aber ist WINDOWS äußerst mitteilsam: Oft erscheinen Informationen am Bildschirm, die man vermutlich aber gar nicht lesen soll, denn sie verschwinden gleich wieder.

Als Ausgleich gibt es auch in der PC-Welt eine Variante von UNIX und in der UNIX-Welt eine dem WINDOWS nachempfundene Bedienerumgebung.

Die Entwicklung der Dateinamen

Von den vormals restriktiven Regeln für die Benennung von Dateien ist nicht allzu viel übrig geblieben. Der PC-Bereich musste sich ja bis 1995 mit maximal 8+3 Zeichen begnügen – und auch da waren nur Buchstaben, Ziffern und ganz erlesene Sonderzeichen gestattet. Jetzt ist fast alles erlaubt: Ellenlange Zeichenfolgen mit Leerstellen, Sonderzeichen und Umlauten. So kann ich meinen Text in einer Datei mit dem Namen „Welch schönen Text hab’ ich hier“ aufheben. Das System macht daraus dann den Namen „Welch schönen Text hab’ ich hier.doc“. Aber wenn ich diese Datei vom PC in die UNIX-Welt transferiere, kann die Aktion bereits an den Leerstellen im Dateinamen scheitern. Überwinde ich diese Hürde durch kluge Wahl meiner Werkzeuge, benötige ich dann auf jeden Fall nahezu akrobatische Fähigkeiten, um am Zielort mit solch einem Dateinamen klarzukommen.

Resümee

Wer nun meint, Dateien interessieren ihn nicht, weil er den Computer nur benutzt, um zu *surfen* und zu *mailen*, hat dennoch ständig mit Dateien zu tun. Jede Seite im *World Wide Web* ist eine Datei, jede *e-mail* landet in einem *folder* – wieder nur eine spezielle Datei.

In der Namensgebung für WWW-Seiten und Mail-Adressen hat eine starke Rückbesinnung stattgefunden: Leerstellen und Umlaute sind absolut verboten, also immer „wuerzburg“ schreiben!

Im übrigen wäre *e-mail* vermutlich viel weniger verbreitet, wenn die Adresse immer noch in der Syntax vergangener Jahre angegeben werden müsste, die sinngemäß, auf normale Post-Adresse übertragen, lautete:

Name=messow;Abteilung=rz;Firma=uni-wuerzburg;Land=de.

Die derzeit übliche Adressierung geschieht viel schlichter durch

messow@rz.uni-wuerzburg.de

mit einer Trennung zwischen Person und (vereinfacht ausgedrückt) dem zuständigen Postamt durch einen „Klammeraffen“.

Das Rechenzentrum der Universität als Dienstleister

Christian Rossa

Das Rechenzentrum der Universität hat sich während der gesamten Zeit seines Bestehens immer als ein Dienstleister für die Einrichtungen der Universität verstanden. Es ist jedoch klar, daß sich mit der rasanten Entwicklung der Hard- und Software sowie der Kommunikationssysteme in den vergangenen 25 Jahren auch das Aufgabenspektrum des Rechenzentrums grundlegend geändert hat. Im folgenden wird versucht, die Aufgaben des Rechenzentrums vor 25 Jahren denen von heute gegenüberzustellen.

Zu Beginn der TR 440-Ära nutzten nur relativ wenige Mitarbeiter der Universität das Rechenzentrum. Geprägt war das Dienstleistungsangebot durch die zentrale Rechenanlage (Mainframe) mit einem proprietären Betriebssystem und einer relativ kleinen Palette von Anwendungssoftware. Auch das Netzwerk war mit seiner sternförmigen Ausgestaltung und der geringen Anzahl von Fernschreibern und Terminals sehr überschaubar.

Die Hauptaufgabe des Rechenzentrums bestand damals im Betrieb der zentralen Rechenanlage. Die Hardware der Rechenanlage zusammen mit einer Vielzahl von Wechselplatten, Magnetbändern und mechanisch sehr komplexen Ein-/Ausgabegeräten (Lochkarten- und Lochstreifenleser und -stanzer, Endlosdrucker, Stiftplotter) war in der Bedienung sehr personalintensiv und im Vergleich zu heutigen Rechnern sehr störungs- und fehleranfällig. Bezeichnend war, daß Hardware-Techniker des Herstellers für die Durchführung der erforderlichen Instandhaltungs- und Instandsetzungsarbeiten in den Räumen des Rechenzentrums ihre Arbeitsplätze hatten. Der Kreis der Benutzer war noch klein, und zudem mußten die meisten Benutzer sich auf den Weg ins Rechenzentrum machen, um ihre Aufgaben bearbeiten zu können. Endgeräte waren in den Instituten kaum verbreitet, und die Datenstationen boten nicht die komplette Palette der Ein- und Ausgabemöglichkeiten. Dadurch entstand ein sehr enger und direkter Kontakt zu den meisten Benutzern. Der Benutzerschaft konnte damals eine individuelle Betreuung als Dienstleistung des Rechenzentrums angeboten werden.

In den zurückliegenden 25 Jahren haben sich die Aufgaben des Rechenzentrums grundlegend verändert, was natürlich auch zu einem Strukturwandel innerhalb des Rechenzentrums geführt hat. So steht heute nicht mehr der Betrieb eines Zentralrechners im Vordergrund. An die Stelle des Mainframes ist eine Vielzahl

von Serversystemen mit sehr unterschiedlichen Betriebssystemplattformen zur Erledigung von Spezialaufgaben getreten. Die Hardware und die Betriebssysteme laufen normalerweise sehr zuverlässig und stabil. Nicht zu unterschätzen ist jedoch der Aufwand für die Implementierung, die Pflege und die Beratung der Anwendungssoftware. Diese wird sowohl auf den zentralen UNIX-Servern als auch für die PCs angeboten. Hervorzuheben ist hier besonders die Softwareverteilung, über die die Einrichtungen der Universität sehr kostengünstig Produkte auf der Basis spezieller Verträge, die das Rechenzentrum geschlossen hat, erwerben können. Im vergangenem Jahr sind rund 2.000 Rechnungen über Softwareprodukte von der Softwareverteilung ausgestellt worden.

Der starke Anstieg der Benutzerzahlen auf aktuell rund 9.500 Mitarbeiter und Studierende stellt für das Rechenzentrum eine enorme Herausforderung dar. Allein der administrative Aufwand beziffert sich auf rund 15.000 Benutzeranträge pro Jahr, die bearbeitet werden müssen. Durch die rasante Verbreitung von PCs und Internetdiensten wurden neue Benutzergruppen mit der Datenverarbeitung konfrontiert, die oft erst einer grundlegenden Basisberatung bedürfen. Andererseits wächst das Know-how bei vielen Benutzern durch den intensiven Umgang mit der Datenverarbeitung, so daß die Beratung vermehrt mit Spezialfragen konfrontiert wird, deren Beantwortung sehr zeitintensiv ist. Aktuelle Schwerpunkte der Beratungstätigkeit sind neben der Projektbetreuung der gesamte Themenkomplex Internet und die Ausgabe von Text und Grafiken auf unterschiedliche Medien.

Um den Benutzern Hilfestellung über verschiedene Kanäle zu ermöglichen, wird neben der individuellen Beratung im Rechenzentrum ergänzend Hilfe über FAQ-Seiten (Frequently asked Questions) des WWW-Servers und die telefonisch erreichbare PC-Hotline angeboten. In bestimmten Fällen kann die PC-Hotline außerdem auf die Unterstützung durch den Hardware-Support zurückgreifen.

Neben der Systembetreuung der zentralen und dezentralen Server des Rechenzentrums und der Beratung, Ausbildung und Information der Benutzer spielen die Kommunikationssysteme im Aufgabenspektrum des Rechenzentrums eine bedeutende Rolle. Die Schwerpunkte der Arbeit liegen hier in der Erstellung und der Pflege eines Netzkonzeptes, dem Begleiten der Umsetzung des Konzeptes bei den einzelnen Baumaßnahmen, im Betrieb des komplexen Hochschulnetzes sowie in der Unterstützung der Netzverantwortlichen bei ihrer Arbeit in den einzelnen Gebäuden. Die Bandbreite der hier auftretenden Problemfälle reicht von einer defekten Netzkarte über fehlkonfigurierte Rechner, defekte Netzkabel bis hin zu äußerst komplexen Problemen bei den eingesetzten aktiven Komponenten. Um den Betreuungsaufwand schon von vornherein einzugrenzen, legt das Rechenzentrum großen Wert auf eine Beschränkung der Gerätevielfalt. Eine möglichst homogene Umgebung ist ein Wunschtraum, eine stark heterogene aber ein Alptraum.

Im folgenden wird ein Überblick über das Dienstleistungsspektrum des Rechenzentrums gegeben. Eine Ausweitung dieses Spektrums ist momentan aus personellen Gründen nicht möglich, obwohl schon seit vielen Jahren studentische Hilfskräfte mit einer Reihe von Aufgaben betraut sind. Zahlreiche auch vom Rechenzentrum als wünschenswert angesehene Serviceleistungen mußten bisher hinter Aufgaben zurückstehen, denen eine höhere Priorität eingeräumt wurde.

Beratung und Unterstützung

- Allgemeine Beratung, Fachberatung, Softwareberatung
- PC-Hotline und Hardware-Support
- Netzkomponenten-Verkauf
- Kurse für Mitarbeiter und Studierende (PC, Unix, Internet, Anwendungen)
- Unterstützung beim Betrieb dezentraler Workstations
- Beratung in Sicherheitsfragen
- Schulungen für Netzverantwortliche
- Informationsveranstaltungen für Benutzer
- Erstellen von Anleitungen (Papier, WWW-Seiten)

Schriften

- RZ-Mitteilungen
- Dokumentations-Verkauf

Software

- Campuslizenzen
- Softwareverteilung
- PD-Software
- ftp-Server

Compute-Dienste

- Betrieb von Servern
- Computeserver mit wissenschaftlich-technischer Software
- Vektorparallelrechner
- Hochleistungsgrafikrechner
- Archivserver
- Zentrale und dezentrale Novellserver
- PCs mit breitem Softwarespektrum

Netzdienste

- Betrieb des Hochschulnetzes
- Unterstützung der Netzverantwortlichen
- Betrieb der Außenzugänge (analog, ISDN)
- Unterstützung bei der Nutzung von Netzdiensten (WWW, E-Mail, News, Mbone, Fax-Server)

Daten-Eingabe

- Gedrucktes (Papier / Folie / Film / Dia) scannen
- Gedruckten Text erkennen (OCR)
- Einzelbild von Video grabben
- Aufnahmen mit digitaler Kamera

Daten-Ausgabe

- CD beschreiben
- Dia belichten
- Video aufzeichnen
- Poster plotten
- Drucken auf Papier in s/w und Farbe
- Drucken auf Endlospapier
- Drucken auf Folie
- Druckvorlagen erstellen

Zeittafel zur Geschichte des RZUW

Die Anfänge

Das Rechenzentrum ist dem Institut für Angewandte Mathematik angeschlossen

16. 01. 1961	Anlieferung einer Rechenanlage vom Typ **Zuse Z 22R**; Aufstellung im Physikalischen Institut (Altbau) am Röntgenring
15. 03. 1961	Übergabe der Zuse Z 22R an das Institut für Angewandte Mathematik als Leihgabe der Deutschen Forschungsgemeinschaft
Februar 1967	Die Deutsche Forschungsgemeinschaft stellt eine Rechenanlage vom Typ **Electrologica EL X8** zur Verfügung; die Zuse Z 22R dient als Datenstation
Januar 1974	Stillegung der Zuse Z 22R. Nach einer kurzfristigen Weiterverwendung im Institut für Kristallstrukturlehre befindet sich die Anlage heute im Deutschen Museum in München
Februar 1974	Das Rechenzentrum bezieht die Büroräume im neuen Gebäude am Hubland (1. Bauabschnitt)
30. 09. 1974	Inbetriebnahme der zentralen Rechenanlage **TR 440** (Firma Computer Gesellschaft Konstanz) im neuen Rechenzentrumsgebäude am Hubland mit Datenstationen
31. 10. 1974	Stillegung der Electrologica EL X8. Die Anlage wurde an die Universität Kiel abgegeben

Das Rechenzentrum als zentrale Einrichtung der Universität

15. 11. 1974	Im Rahmen der Neugliederung der Universität Würzburg aufgrund des Bayerischen Hochschulgesetzes wird das Rechenzentrum eine zentrale Einrichtung
1979	Aufrüstung der Rechenanlage TR 440 (Verdoppelung des Arbeitsspeichers, zweiter Rechnerkern, zweiter Satellitenrechner, zusätzliche Peripherie)
Oktober 1980	Inbetriebnahme einer Rechenanlage SIEMENS 7.531 für die Verwaltung der Universitätskliniken
Ende 1982	Einsatz der ersten **Arbeitsplatzrechner** (ALTOS 8000/2, ALTOS 5-15D, Z80-Prozessor, CP/M bzw. MP/M)
März 1983	Bezug des 2. Bauabschnitts des Rechenzentrums. Inbetriebnahme einer Rechenanlage SIEMENS 7.536 für die Zentralverwaltung der Universität
1984	Arbeitsplatzrechner Olivetti M24 (Intel 8086-Prozessor, MS-DOS). Grafik-Arbeitsplatzrechner Mitsubishi BFM 186 (Intel 80186-Prozessor, MS-DOS)
März 1985	Inbetriebnahme der neuen Rechenanlage **SIEMENS 7.860L** (hergestellt von Fujitsu)
Juni 1985	Aufbau und Inbetriebnahme des SNA-Kommunikationsnetzes über Datenleitungen und Protokollkonverter
31. 07. 1985	Stillegung der TR 440

Mai 1986	Ersatz der Rechenanlage SIEMENS 7.531 durch eine gebrauchte SIEMENS 7.551 für die Klinikverwaltung
Juni 1986	Inbetriebnahme eines **Datex-P-Hauptanschlusses**
1987	Arbeitsplatzrechner IBM PS/2 (Intel 80286-Prozessor)
Herbst 1987	Installation eines privaten **X.25-Netzes** innerhalb der Universität über Standleitungen
November 1987	Anschluß an das **EARN** (BITNET)
Juli 1988	Erste **Unix-Workstation** im Rechenzentrum (SUN 4/110)
Herbst 1988	Installation eines **Ethernet** innerhalb des Rechenzentrums. Vernetzung der PCs mit **Novell Netware.** Arbeitsplatzrechner Zenith 386 und Olivetti M380 (Intel 80386-Prozessor)
Oktober 1988	Inbetriebnahme des X.25-basierten Bayerischen Hochschulnetzes (BHN). Anbindung der Universität Würzburg über einen 64 Kbit/s-Anschluß. Inbetriebnahme der **VAX 8810** (Digital Equipment)
März 1989	Die Universität Würzburg erhält als IP-Adreßbereich das **Class-B-Netz** 132.187
April 1989	Installation eines Graphiksystems Evans & Sutherland PS390
Dezember 1989	Anbindung der Universität Würzburg an das X.25-basierte **Wissenschaftsnetz (WiN)** über einen 64 Kbit/s-Anschluß (Integration des BHN ins WiN)
Januar 1990	Inbetriebnahme der **VAX 6000-410** (Digital Equipment)
Juni 1990	Aufrüstung der VAX 6000-410 zu einer VAX 6000-420 durch Installation eines zweiten Prozessors. Inbetriebnahme einer Rechenanlage SIEMENS H60 für die Verwaltung der Universitätskliniken
Oktober 1990	Aufrüstung der VAX 6000-420 zu einer VAXvector 6000-420 durch Installation eines **Vektorprozessors**
Mai 1991	Die Universität Würzburg hat Zugang zum internationalen **Internet**
Juni 1991	Abschaltung der SIEMENS 7.551 für die Verwaltung der Universitätskliniken
1991	Arbeitsplatzrechner mit Intel 80486-Prozessor
Juni 1992	Inbetriebnahme eines **Vektorrechners** CRAY Y-MP EL. Inbetriebnahme des **ftp-Servers** des Rechenzentrums
30. 06. 1992	Abschaltung der SIEMENS 7.860L
Juli 1992	Inbetriebnahme des Campusnetzes „Hubland“ in Glasfasertechnik als erster Abschnitt des Hochgeschwindigkeits-Stadtnetzes
September 1992	Anbindung der Universität Würzburg an das X.25-basierte Wissenschaftsnetz (WiN) über einen 2 Mbit/s-Anschluß
Ende 1992	Inbetriebnahme des **FDDI**-Rings im Rechenzentrum. Inbetriebnahme von zwei **Unix-Computeservern** und einem Unix-Fileserver (HP Apollo 9000/755)
Juli 1993	Inbetriebnahme eines Computeservers DEC 3000 AXP Model 500X
September 1993	Abschaltung der SIEMENS 7.536 für die Zentralverwaltung der Universität
Dezember 1993	Inbetriebnahme von 5 Referenz-Workstations verschiedener Hersteller
Januar 1994	Inbetriebnahme des E/A-Servers mit Video-Aufzeichnungssystem, Diabelichter und Farblaserdrucker
24. 02. 1994	Offizielle Übergabe des hochschulinternern **Hochgeschwindigkeitsdatennetzes** an die Universität Würzburg durch DBP Telekom: 30 km LWL-Backbone, Übertragungsrate 100 Mbit/s (FDDI)

März 1994	Inbetriebnahme des **Archivservers** mit Kassetten-Roboter (48 VHS-Kassetten; Gesamtkapazität 690 GB)
April 1994	Inbetriebnahme eines **Workstation-Pools** mit 9 Arbeitsplätzen (DEC 3000 AXP Model 300 und Model 300L)
Juli 1994	Inbetriebnahme des **WWW-Servers** des Rechenzentrums. Inbetriebnahme eines Computeservers DEC 3000 AXP Model 800S
Herbst 1994	Arbeitsplatzrechner mit Intel Pentium-Prozessor
1994	Die Softwareverteilung nimmt ihre Arbeit auf
ab 1995	Zentrale Softwareversorgung über **dezentrale Novellserver**
Februar 1996	Aufrüstung des Vektorrechners CRAY Y-MP EL durch eine zweite CPU und Verdoppelung des Hauptspeichers
01. 04. 1996	Abschaltung der beiden Rechner VAX 8810 und VAXvector 6000-420
April 1996	Anbindung der Universität Würzburg an das IP-basierte **Breitband-Wissenschaftsnetz (B-WiN)** über einen 34 Mbit/s-Anschluß
Juni 1996	Zugangsmöglichkeiten für Studenten zum Hochschulnetz (und Internet); Einrichtung einer Beratung für Studierende
07. 08. 1996	Inbetriebnahme des **fehlertoleranten Fileservers** (2 x DEC AlphaServer 2000 4/275)
Oktober 1996	Inbetriebnahme von zwei Computeservern DEC AlphaServer 4100 5/400
Mai 1997	Aufrüstung des Archivservers (neuer Rechner und zweiter Roboter für 600 VHS-Kassetten)
Dezember 1997	Aufrüstung der Computeserver DEC AlphaServer 4100: Jetzt mit je zwei CPUs zu 400 bzw. 533 MHz
Mai 1998	Inbetriebnahme des **Vektorparallelrechners** Fujitsu VPP300/2. Beginn der Umstellung des Campusnetzes am Hubland auf **ATM-**Technik
02. 11. 1998	Abschaltung des Vektorrechners CRAY Y-MP EL
April 1999	Inbetriebnahme eines Computeservers DEC Ultimate Workstation 533au²
Oktober 1999	Einrichtung einer gemeinsamen Beratung für Mitarbeiter und Studierende. Inbetriebnahme des **Hochleistungs-Graphikrechners** SGI Onyx2 InfiniteReality