

Deutsche
Forschungsgemeinschaft

**Informationsverarbeitung und
Rechner für Hochschulen
1996 bis 2000**

Empfehlungen der
Kommission
für Rechenanlagen

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
Zusammenfassung	3
1 Anforderungen an die Informationsverarbeitung (IV)	4
1.1 Aufgaben des IV-Versorgungssystems	4
1.2 Bedeutung des Kommunikationssystems	5
1.3 Versorgungsqualität	5
2 Stand der Technik und wichtige Trends	6
2.1 Allgemeine Entwicklung	6
2.2 Technologische Entwicklungen	6
2.3 Rechnerarchitekturen	7
2.4 Kommunikationssysteme	8
2.5 Systembetrieb und -management	10
2.6 Folgerungen	10
3 Bedarf und Versorgungsstand in Forschung und Lehre	11
3.1 Bedarf	11
3.2 Stand der Versorgung	12
3.3 Versorgungsqualität	13
4 Versorgungskonzept	14
4.1 Kooperative Rechnerversorgung	14
4.2 Betriebs- und Anwendungssoftware	15
4.3 Hoch- und Höchstleistungsrechner	16
4.4 Andere zentrale Server und Geräte	17
4.5 Lokale Server und Arbeitsplatzrechner	18
4.6 Netze	19
4.7 Tele- und Heimarbeitsplätze	20
4.8 Organisatorische Struktur	20
5 Aufgaben der Hochschulrechenzentren	22
5.1 Einleitung	22
5.2 Betrieb der Kommunikationssysteme	22
5.3 Betrieb der zentralen Ressourcen	23
5.4 Unterstützung des Betriebs dezentraler Anlagen	24
5.5 Kompetenzzentrum	25
5.6 Unterstützung der Hochschulleitung	26
5.7 Zusammenarbeit der Hochschulrechenzentren	26
6 Medizinische Informationsverarbeitung	27
6.1 Bedarf	27
6.2 Zur gegenwärtigen Ausstattung	28
6.3 Künftige Versorgung	29

7 Bibliotheken	30
7.1 Bedarf	31
7.2 Zur gegenwärtigen Ausstattung	31
7.3 Künftige Versorgung	32
8 Hochschulverwaltung	32
8.1 Bedarf	32
8.2 Zur gegenwärtigen Ausstattung	33
8.3 Künftige Versorgung	33
9 Zum Finanzbedarf	34
9.1 Stand der Versorgung	34
9.2 Arbeitsplätze für Studierende	36
9.3 Arbeitsplätze für Wissenschaftler	38
9.4 Lokale Server	39
9.5 Zentrale Server für Forschung und Lehre	40
9.6 Höchstleistungsrechner	41
9.7 DV-Investitionen in der Medizin	41
9.8 Hochschulbibliotheken	42
9.9 Hochschulverwaltung	43
9.10 DV-Mittel für eine wissenschaftliche Hochschule im HBFG-Verfahren	43
9.11 Zusammenfassung und Prioritäten	44
10 Bemerkungen zur Antragstellung im HBFG-Verfahren	45
11 Anhang	47
11.1 HBFG-Anmeldebogen	48
11.2 Erläuterungen zum HBFG-Anmeldebogen	52
11.3 Muster für Beiblätter	60
11.4 CIP-Formular	62
11.5 WAP-Formular	72

Vorwort

Die Empfehlungen der Kommission für Rechenanlagen (der Deutschen Forschungsgemeinschaft) geben der Wissenschaft, den Verwaltungen und der Politik Orientierung in einem schnell wachsenden und entsprechend unübersichtlichen Feld der Entwicklung. Die vorliegenden Empfehlungen zur Informationsverarbeitung und zur Rechnerausstattung an den Hochschulen in Deutschland zeichnen ein realistisches Bild von der Situation bis zur Jahrhundertwende, sie beschreiben die dominante Entwicklung zur Dezentralisierung, an der die deutschen Hochschulen teilnehmen müssen, wenn die Bundesrepublik im internationalen Wettbewerb nicht auch noch den letzten Vorsprung verlieren möchte, den sie vor anderen Ländern hat, den Qualitätsstandard der wissenschaftlich ausgebildeten Arbeitskräfte.

Diese Empfehlungen treffen auf eine schwierige Situation, und die Deutsche Forschungsgemeinschaft ist sich dessen, nicht nur wegen der Auseinandersetzungen um ihre eigenen Etats, voll bewußt: Einerseits nimmt die Innovationsgeschwindigkeit bei der Entwicklung von Informationsmedien, Rechnern und entsprechender Software noch immer zu, andererseits werden die wirtschaftlichen Schwierigkeiten, mit diesem — weltweit in den High-Tech-Ländern vorgegebenen — Tempo Schritt zu halten, immer größer. Deutschland hat wegen der im internationalen Vergleich mit den starken Forschungsnationen ungenügenden Geschwindigkeit bei der Datenübertragung, wegen noch immer überhöhter Netzgebühren und der mangelnden Möglichkeiten, die vorhandenen Netze voll zu nutzen, bereits erhebliche Nachteile. Wenn es nicht wenigstens gelingt, die Ausstattung mit Rechnern und modernen Informationsmedien auf dem Stand der Entwicklung zu halten, werden die im Dezember 1995 vom Rat für Forschung, Technologie und Innovation vorgeschlagenen Modernisierungsschritte ins Leere führen.

Die Botschaft der Kommission für Rechenanlagen ist deutlich genug:

- Vorrang vor jedem weiteren Ausbau der zentralen Anlagen hat die dezentrale Versorgung mit Rechnern und Informationsmedien,
- beim Ausbau der Arbeitsplätze zu modernen Informationseinheiten geht Qualität vor Quantität, da eine flächendeckende Versorgung mit minderer Qualität nicht wettbewerbsfähig wäre.

Die heutigen Bedürfnissen und Möglichkeiten angemessene Rechnerausstattung der Hochschulen wird Investitionskosten von jährlich etwa 330 Millionen DM im Verfahren nach dem Hochschulbauförderungsgesetz (HBFG) erfordern (wobei die derzeitigen Gesetzesbestimmungen zugrunde gelegt sind). Diese 330 Millionen sind eine sehr große Summe, sie entsprechen ungefähr dem gesamten für die DFG in der mittelfristigen Finanzplanung zwischen 1996 und 1999 vorgesehenen Zuwachs und doch nur einer derzeitigen Tagesausgabe der Bundesanstalt für Arbeit. Die Situation der Bundesrepublik ist an diesem Zahlenspiel deutlich.

In die Hochschulen strömt heute eine Studentengeneration, die mit dem Computer aufgewachsen ist, ihn als ein selbstverständliches Arbeitsinstrument beherrscht und von den Hochschulen mehr erwartet als eine Grundversorgung, weil die meisten Studierenden selbst ihre Computer besitzen. Wenn die Hochschulen auf diesem Grundstock aufbauen wollen, müssen sie hochwertige Arbeitsplätze mit teurer Software bereitstellen; nur so gehen private und öffentliche Investitionen Hand in Hand. Die Kommission errechnet dafür einen jährlichen

Mittelbedarf von 147 Millionen DM und empfiehlt, davon 45 Millionen DM über Maßnahmen im Hochschulbauförderungsgesetz zu beschaffen.

Viele leistungsstarke Hochschulgruppen sind heute in der Lage, für rechnerintensive Projekte die benötigten Geräte über Drittmittel einzuwerben oder aus Haushaltsmitteln die Arbeitsplätze mit den nötigen Informationsmedien auszustatten. Eben dadurch werden für andere, ebenfalls leistungsstarke Gruppen, bei deren Projekten aber der Rechnereinsatz nicht den Umfang erreicht, daß die Geräte projektbezogen beschafft und begründet werden können, die Mittel knapp. Natürlich brauchen auch solche Arbeitsgruppen, um von modernen Entwicklungen nicht abgeschnitten zu werden, eine Rechnerausstattung. Die Kommission schätzt den Gesamtbedarf in diesem Bereich auf 244 Millionen DM jährlich und empfiehlt, 70 Millionen davon jährlich über Maßnahmen im HBFG zu beschaffen.

Für die direkte (also die dezentrale) Versorgung von Wissenschaftlern und Studierenden mit entsprechenden Rechnern hält die Kommission einen Betrag von 185 Millionen DM jährlich für nötig (70 Millionen DM im Wissenschaftler-Arbeitsplatzprogramm, 45 Millionen im Computer-Investitionsprogramm, 70 Millionen DM für lokale Server und für Spezialrechner). Zusammen mit den für zentrale Bereiche weiterhin erforderlichen Investitionen summiert sich dies auf die genannten 330 Millionen DM (HBFG-Mittel) jährlich. Die Kommission hält diesen Betrag für erforderlich, damit das Niveau der Ausbildung und der Gesamtforschung gehalten werden kann. Sollten die Beträge stark gekürzt werden müssen, ergibt sich voraussichtlich das folgende Bild:

- Exzellente Arbeitsgruppen mit einem hohen Bedarf an Datenverarbeitung werden sich auch künftig (meist über Drittmittel) mit den nötigen Geräten versorgen können.
- Sehr gute Arbeitsgruppen mit einem geringen (aber durchaus sichtbaren) Bedarf an Datenverarbeitung werden gegenüber der internationalen Konkurrenz rasch zurückfallen.
- Die Breitenforschung (und das ist jene Forschung, von der ein hochindustrialisiertes Land lebt, auch weil die Spitzenforschung aus ihr gespeist werden muß) wird erheblich leiden; die Qualität der Ausbildung sinkt auf breiter Front.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft kann, ihrem Auftrag zur Politikberatung folgend, nur den nötigen Bedarf zeigen. Sie ist nicht in der Lage, außerhalb der Spitzenforschung mit Projektmitteln Ausstattungsdefizite zu beheben. Sie weist aber darauf hin, daß Kürzungen innerhalb der Hochschulen, die zu Lasten der DV-Arbeitsplätze für Studierende und Wissenschaftler, also zu Lasten der dezentralen DV-Versorgung gehen, die Ausbildung in noch größerem Maße in Mitleidenschaft ziehen als die Forschung.

Wolfgang Frühwald

Prof. Dr. Wolfgang Frühwald
Präsident der
Deutschen Forschungsgemeinschaft

Zusammenfassung

Die hohe Innovationsgeschwindigkeit der letzten Jahre bei der Entwicklung von Kommunikationseinrichtungen und Rechnern hat zu sehr leistungsfähigen Systemen geführt. Die dynamische Entwicklung hält an. Für die Informations- und Datenverarbeitung ergeben sich immer neue Anwendungsfelder, so daß trotz fallenden Preis-Leistungs-Verhältnisses bei Rechnern der Investitionsbedarf in diesem Bereich wächst.

Die Akzeptanz des Rechners als Arbeitsmittel nimmt in allen Wissenschaftsbereichen zu. Dabei ebnen sich allmählich Unterschiede in der Ausstattung der Fächer bei Systemen am Arbeitsplatz ein.

Dem steigenden Bedarf steht ein unterschiedlicher Versorgungsgrad gegenüber. Bei den dezentralen Investitionen (Computer-Investitionsprogramm [CIP], Wissenschaftler-Arbeitsplatzprogramm [WAP], lokale Server und Spezialsysteme) wurden die für erforderlich gehaltenen Aufwendungen im Mittel nur zu 60 % erreicht. Anlaß zur Sorge geben insbesondere die stark zurückgegangenen Antragszahlen der Jahre 1994 und 1995 im CIP und im WAP.

Das Wissenschaftler-Arbeitsplatzprogramm zeigt dort überaus positive Wirkungen, wo es angemessen realisiert wurde.

Die Versorgung der Hochschulen hat sich in den letzten Jahren sowohl in der Forschung als auch in der Lehre von mainframe-orientierten Strukturen zunehmend auf dezentrale, vernetzte Client-Server-Architekturen zubewegt. Dieser Trend wird sich fortsetzen. Der größte Teil der benötigten Rechenleistung wird lokal am Arbeitsplatz erbracht. Der Spitzenbedarf kann durch zentralisierte Parallelrechner und vernetzte Workstations gedeckt werden.

Jedoch ist eine angemessene Auslegung des Kommunikationsnetzes für das notwendige Zusammenspiel aller IV-Systeme essentiell. Netz und Informationsdienste erlangen zunehmend an Bedeutung.

Unter Berücksichtigung der Beschaffungen außerhalb des HBFVG-Verfahrens werden für die Grundausbildung und die Fortgeschrittenenausbildung im CIP für die nächsten Jahre ca. 45 Millionen DM pro Jahr für erforderlich gehalten.

In der Mehrzahl der Fächer sollte künftig jeder Wissenschaftler über einen Arbeitsplatzrechner verfügen. In den kommenden Jahren sollten im WAP jährlich 70 Millionen DM investiert werden.

Um an den Hochschulen eine insgesamt angemessene Rechnerausstattung zu gewährleisten, ergibt sich ein jährlicher Bedarf von ca. 330 Millionen DM. Für einzelne Rechnerkategorien werden die erforderlichen Beträge aufgeschlüsselt.

Wenn die verfügbaren Mittel unter diesen Ansätzen bleiben, sollen sie nach folgenden Prioritätsgesichtspunkten verteilt werden:

- Vorrang hat die dezentrale Versorgung von Forschung und forschungsnaher Lehre.
- Der Qualität der Rechnerarbeitsplätze kommt höhere Bedeutung zu als ihrer Anzahl.
- Zentral sollte erst dann stärker investiert werden, wenn der dezentrale Bedarf angemessen gedeckt ist.

1 Anforderungen an die Informationsverarbeitung (IV)

1.1 Aufgaben des IV-Versorgungssystems

Das IV-Versorgungssystem der Hochschulen muß den Bedarf decken, der sich aus den Anforderungen aller Bereiche von Forschung und Lehre sowie der betrieblichen Abläufe in Bibliothek, Klinikum und Verwaltung ergibt. Die Anforderungen betreffen

- maschinelle Leistungen, d. h. Leistungen, die von technischen Systemen (Hardware und Software von Rechensystemen, Kommunikationssystemen, Geräten) erbracht werden, und
- personelle Leistungen, d. h. Dienste, die im Zusammenhang mit der Planung, Beschaffung, Installation, Nutzung und dem Betrieb der technischen Systeme notwendig sind.

Das Versorgungssystem muß dem Anwender an das Kommunikationsnetz angeschlossene technische Systeme zur Verfügung stellen, mit denen u. a. folgende Leistungen erbracht werden können:

- numerisch orientierte Datenverarbeitung, wie z. B. in naturwissenschaftlicher oder technischer Analyse, Modellierung, Simulation oder Prognose,
- Informationsspeicherung und -verwaltung: speichernde, archivierende, strukturierende und verwaltende Funktionen für Informationsbestände auf digitalen Speichermedien, z. B. Anwendungen in Datenbanken, Informationssystemen, Datenarchiven, Datensicherung (Backup),
- Dokumentenverarbeitung: Erfassen, Verändern, Auswerten, Verwalten und Archivieren von unter Umständen multimedialer Information, z. B. Anwendungen wie Textsystemen, Publikationssystemen, Dokumentenerstellung,
- Prozeßsteuerung: Beobachten, Überwachen und Steuern von Prozessen in Anwendungen wie z. B. Automation, Meß- und Regelungstechnik, Realzeitsystemen,
- Kommunikation: Übermittlung von Informationen zwischen Benutzern, technischen Systemen oder Systemstandorten, Nutzung von Systemfunktionen an entfernten Standorten. Diese Anwendungen können durch verschiedene Dienste erbracht werden, z. B. Electronic Mail, File Transfer, Remote Login, Verzeichnisdienste. Die ausgetauschten Informationen werden zunehmend multimedialen Inhalts sein.

Ressourcen müssen dem Nutzer in ausreichendem Maße vor Ort zur Verfügung stehen, sei es mittels Fernzugriff über ein ausreichend schnelles Kommunikationssystem oder durch im allgemeinen vernetzte, dezentral vor Ort aufgestellte technische Systeme, die stets effizient an das Kommunikationssystem angebunden sein müssen.

Technische IV-Systeme sollten nur dann zentral bereitgestellt werden, wenn sie aus funktionalen, wirtschaftlichen oder betrieblich-personellen Gründen nicht dezentral betrieben werden können.

1.2 Bedeutung des Kommunikationssystems

Zentrale Bedeutung bei einem modernen Versorgungssystem hat das Kommunikationssystem. Es fungiert als Drehscheibe für die Aufgabenzuordnung und Dienstvermittlung an vernetzte Rechnerressourcen, die in einer sinnvollen Arbeitsteilung zusammenwirken und so zwischen verteilten Rechnern ein durchgängiges kooperatives Versorgungssystem, z. B. nach dem Client-Server-Modell, bilden. Ein hochschulweites Kommunikationssystem sollte u. a. folgende Eigenschaften aufweisen:

- Es garantiert Konnektivität und Interoperabilität zwischen den angeschlossenen Systemen und zu regionalen, nationalen und internationalen Wissenschaftsnetzen und öffentlichen Netzen.
- Es berücksichtigt das Zusammenwachsen von bislang getrennten Datenkommunikations- und Telekommunikationssystemen.
- Es bietet funktionell und leistungsmäßig angemessene Kommunikationsdienste an, wobei den Möglichkeiten von multimedialer Kommunikation wachsende Bedeutung zukommen muß. Die Übertragungsleistungen müssen jeweils dem Stand der Technik neuer Kommunikationsformen und dem Bedarf angepaßt werden.
- Es sieht vereinheitlichte Schnittstellen, Namens- und Adreßkonzepte sowie Managementkonzepte vor.

1.3 Versorgungsqualität

Qualitätskennzeichnende Merkmale des Versorgungssystems sind u. a.:

- Einfacher Zugang, liberale Regelungen hinsichtlich Ort und Zeit des Zugangs, Zugang insbesondere vom Arbeitsplatz aus.
- Durchlässigkeit der Systemfunktionen beim Zusammenwirken mit anderen Systemen in heterogenen Umgebungen, Verwendung sogenannter offener Systeme, also solcher mit herstellerneutralen, möglichst standardisierten Betriebssystemen, Programmschnittstellen und Bedienoberflächen.
- Aufgabenbezogenheit, Benutzerfreundlichkeit, kurze Reaktionszeiten, angemessener Durchsatz sowie aufgabengemäße Benutzerführung.
- Technische Zuverlässigkeit und Ausfallsicherheit der Systeme und Dienste.
- Schutz der Daten und Programme gegen unberechtigten Zugriff und gegen Zerstörung.
- Betreuung und Schulung.
- Koordination aller Stellen, die mit Bereitstellung und Betrieb der Komponenten des IV-Versorgungssystems befaßt sind, um so eine möglichst große Effizienz zu gewährleisten.

Die Informationsverarbeitung in Forschung und Lehre und die Informationsverarbeitung zur Unterstützung der betrieblichen Abläufe in Bibliothek, Klinikum und Verwaltung unterscheiden sich in der Struktur ihrer Aufgaben und ihrer Durchführung. Sie werden deshalb im folgenden getrennt behandelt.

2 Stand der Technik und wichtige Trends

2.1 Allgemeine Entwicklung

Die hohe Innovationsgeschwindigkeit der letzten Jahre hat zu sehr leistungsfähigen Systemen geführt, die in einem breiten Leistungsspektrum verfügbar sind. Die dynamische Entwicklung hält an. Die immer engere Verschmelzung von Rechentechnik und Kommunikationstechnik führt zu außerordentlich leistungsfähigen verteilten Datenverarbeitungssystemen und eröffnet auch neue Einsatzbereiche, wie etwa die interaktive Problemlösung mittels visueller Prozeß- und Ergebnisdarstellung. Als Resultat der Fortschritte ergeben sich für die Informations- und Datenverarbeitung immer neue Anwendungsfelder. Dies erlaubt die Bearbeitung immer komplexerer Probleme, so daß trotz fallenden Preis-Leistungs-Verhältnisses bei Rechnern der Investitionsbedarf anwächst.

2.2 Technologische Entwicklungen

Die Silicium-Halbleitertechnik ist weiterhin die Basis der Prozessor- und Speichertechnik. Die dynamische Entwicklung der letzten Jahre — Verdopplung von Geschwindigkeit und Speicherkapazität in weniger als zwei Jahren — wird auch in der nächsten Zeit anhalten (Abbildung 1). Von großer Bedeutung ist dabei, daß hochintegrierte Chips automatisch und rationell in großer Zahl produziert werden können und so wenig Energie verbrauchen, daß auch bei hoher Komponentendichte und hoher Frequenz die Kühlung gewährleistet bleibt. Das gilt insbesondere für die CMOS-Technologie.¹ Fortschritte werden durch weitere Miniaturisierung und Vergrößerung der Chipfläche (heute bereits $> 2 \text{ cm}^2$, zu erwarten sind $> 5 \text{ cm}^2$) erreicht. Damit können zur Zeit bis zu 10 Millionen Transistoren pro Chip realisiert werden, in vier Jahren werden es voraussichtlich ca. 50 Millionen sein. Gleichzeitig werden sich die Taktfrequenzen von derzeit 300 MHz bis auf über 1 GHz steigern lassen. Hauptspeicherbausteine, die derzeit von 1 Mbit bis 16 Mbit verfügbar sind, werden im Jahr 2000 bis 256 Mbit haben.

Der Fortschritt in der Massenspeichertechnik wird moderater sein. Die Magnetplatte wird noch für längere Zeit das bevorzugte Speichermedium bleiben. Die Einführung von Leseköpfen, die auf dem magnetoresistenten Effekt basieren, und Fortschritte in der Plattenbeschichtung lassen noch weitere Verbesserungen erwarten. Die Nutzung optischer Speichermedien ist bisher hinter den Erwartungen zurückgeblieben, da sich ihre Leistungen und ihre Preise weniger günstig entwickelt haben als die von magnetischen Speichern.

Die Übertragungstechnik für hohe Bandbreiten wird derzeit durch Lichtwellenleiter geprägt. Weitere Fortschritte sind sowohl hinsichtlich der Übertragungsraten (bis zu 10 Gbit/s) als auch der Verstärkerabstände (mehrere 100 km) zu erwarten. Im Nahbereich werden sich

¹Complementary Metal Oxid Semiconductor

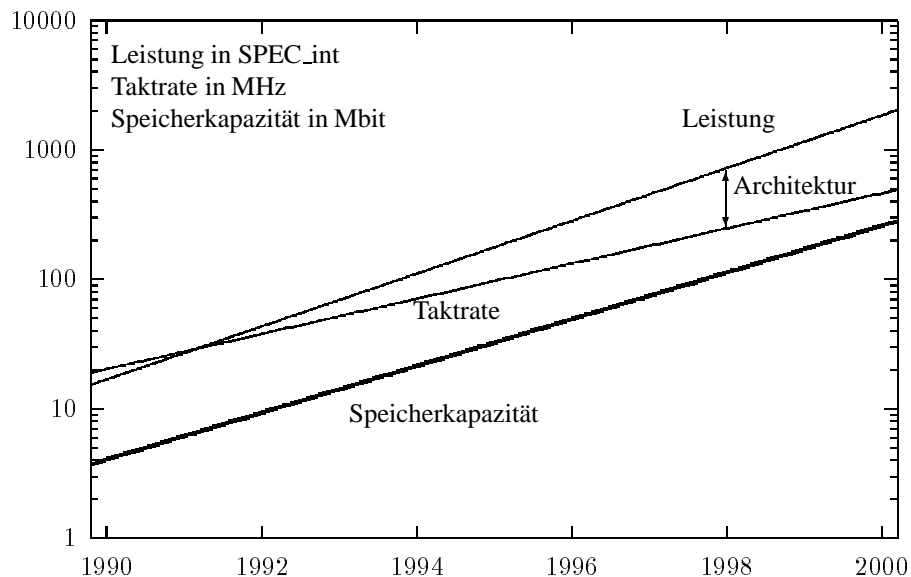


Abbildung 1: Entwicklung der Taktrate und der Leistung von 1-Chip-Mikroprozessoren und der Speicherkapazität von DRAM-Speicherchips nach G. Färber, „Hardware 2000: Was, wieviel, wozu?“, Max-Planck-Gesellschaft, Berichte und Mitteilungen 1/94.

wahrscheinlich Kunststoffasern für den kostengünstigen Anschluß einzelner Endeinrichtungen etablieren. In der Displaytechnik ist zu erwarten, daß hochauflösende Bildschirme mit klassischen Bildröhren zukünftig mehr und mehr durch flache flüssigkristall- und halbleiterbasierte Techniken abgelöst werden.

2.3 Rechnerarchitekturen

Die Entwicklung der Rechner ist geprägt durch die wachsende Leistung der Mikroprozessoren, die derzeit die Funktionen von Prozessor, Speicher, Numerik-Koprozessor usw. auf einem Chip vereinigen. Die Mehrzahl der Operationen läuft damit intern und schnell ab. Die Halbleitertechnik ermöglicht weiter wachsende Verarbeitungsgeschwindigkeiten durch erhöhte Taktfrequenzen, vermehrte interne Parallelverarbeitung und schnellere Verbindungen zum Hauptspeicher. Für die Ausnutzung der inhärenten Leistungsfähigkeit der modernen Mikroprozessorarchitekturen entscheidend ist die Unterstützung durch den neuen Strukturen angepaßte Compiler. Die Spitzenleistung der CMOS-Mikroprozessoren wird in vier Jahren etwa auf das Achtfache steigen; die entsprechende Leistungssteigerung ganzer Systeme — wie Arbeitsplatzrechner, Multimedia-Arbeitsplätze, Kommunikations- und Rechenprozessoren in massiv-parallelen Systemen (MPP) — wird allerdings nicht ganz so hoch ausfallen.

Arbeitsplatzrechner (PC, Workstation) sind in einem breiten Preis- und Leistungsspektrum verfügbar. Die derzeitige Spitzenleistung² der CMOS-Prozessoren von ca. 500 MFLOP/s (Matrixmultiplikation) wird bis zum Jahr 2000 ein GFLOP/s überschreiten. Die Engpässe im Datentransfer (CPU ↔ Hauptspeicher ↔ Massenspeicher) werden wohl bestehen bleiben; sie dürften jedoch durch hierarchische Speicher- und Bussysteme und paralleles I/O gemildert werden.

Parallelrechner auf der Basis von CMOS-Mikroprozessoren schließen in Preis und Leistung lückenlos an die Workstations an. Das Nebeneinander konkurrierender Architekturen wird anhalten, die Entwicklung ist im Detail aber schwer vorhersehbar. Wahrscheinlich werden folgende Architekturen verfügbar werden: „shared memory“ (derzeit bis ca. 16 CPUs) und „distributed memory“ (derzeit einige 100, künftig weit über 1000 CPUs), symmetrische Netzwerke gleichberechtigter CPUs und hierarchische Struktur der Kommunikation. Es wird ein breiteres Angebot der von Benutzern bevorzugten „shared memory“-Rechner mit 4 bis 64 CPUs geben, die bei Bedarf zu größeren Einheiten gekoppelt werden können. Der Preis dieser Systeme wird bis zum Jahr 2000 auf weniger als 50 DM pro MFLOP/s fallen, so daß Rechner mit einer Leistung von 10 GFLOP/s für Arbeitsgruppen mit speziellen Numerik-Bedürfnissen in Reichweite rücken.

Eine neue Qualität des Höchstleistungsrechnens wird durch die kommenden MPP-Systeme erreicht werden, in denen leistungsfähige Knotenrechner (eine CPU oder ein „shared memory“-System mit einer Leistung > 1 GFLOP/s) durch Kommunikationsprozessoren in einem Verbindungsnetz zunehmender Bandbreite und Flexibilität verbunden werden. Die Leistung dieser Systeme wird 1 TFLOP/s noch vor 1999 überschreiten. Eine intensive Nutzung dieser im Ansatz verfügbaren Architekturen entwickelt sich allerdings zögernd. Die effiziente Programmierung ist schwierig, und es zeichnet sich noch kein allgemein akzeptiertes Programmier-Paradigma für Systeme mit verteiltem Speicher ab.

Multiprozessor-Vektorrechner auf ECL-Basis³ (> 1 GFLOP/s pro Prozessor) sind die derzeit populärsten Werkzeuge des Höchstleistungsrechnens. Sie verbinden ausgereifte Technik gut abgestimmter Komponenten mit der Verfügbarkeit leistungsfähiger Betriebssoftware und optimierter Programme. Die Schwierigkeiten weiterer signifikanter Leistungssteigerungen der ECL-Technik und die deutlichen Preisvorteile der CMOS-Produktion lassen erwarten, daß Vektorrechner zunehmend in CMOS realisiert werden. Damit werden („shared memory“-) Systeme mit wenigen hundert Prozessoren möglich, die ebenfalls in die TFLOP/s-Region vorstoßen.

2.4 Kommunikationssysteme

Kommunikationssysteme in Form von Rechnernetzen haben in den vergangenen Jahren in starkem Maße Eingang in die Hochschulen gefunden, und zwar als PC-Netze zur Vernetzung von Personal Computern, als lokale Rechnernetze (LANs) zur gebäudeinternen Vernetzung auf Instituts- oder Bereichsebene sowie als Campus-Backbone zum Anschluß dieser LANs an die zentralen Rechner der Hochschulrechenzentren. Die typischen Übertragungsraten liegen im Bereich von 4 bis 16 Mbit/s (PC-Netze, LANs) sowie zwischen 10 und 100 Mbit/s

²Die Rechenleistung wird in den Einheiten MFLOP/s, GFLOP/s und TFLOP/s gemessen, entsprechend 10^6 , 10^9 und 10^{12} „floating point operations“ pro Sekunde.

³Emitter Coupled Logic

(Backbone). Die konsequente Verwendung einer vereinheitlichten, möglichst netztechnologieunabhängigen Verkabelungsstruktur hat sich bewährt.

Auf dieser Basis ist ein klarer Trend zu erkennen, der sich im Bereich lokaler Netze von der konkurrierenden Nutzung von Übertragungsmedien (shared media) weg zur Nutzung sogenannter Switched LANs mit sternförmigen Topologien hin bewegt. Die Einführung von ATM⁴ als durchgängigem Vermittlungskonzept im Lokal- und Weitverkehrsbereich mit der Eigenschaft eines dynamischen Bandbreitenmanagements ist in Kürze zu erwarten.

Hochgeschwindigkeits-LANs mit typischerweise ab 100 Mbit/s werden die Funktion der Campus-Backbones wahrnehmen, aber auch vereinzelt bereits auf Bereichsebene zur Vernetzung von Compute-Servern und Workstations mit Hochleistungsgraphik dienen. Ihr Bedarf ist qualitativ durch Einzelanwendungen (z. B. schneller File-Transfer, Visualisierung durch Bewegtbildübermittlung) und quantitativ durch das gesteigerte Verkehrsaufkommen bedingt. Noch höhere Übertragungsraten sind erforderlich für die rechenzentrumsinterne Vernetzung von Supercomputern, Massen-File-Servern, Bilddatenspeichern und Netzkoppeleinrichtungen zu externen Hochgeschwindigkeitsnetzen. Campusübergreifend zeichnen sich Hochgeschwindigkeitsnetze in Form von Metropolitan Area Networks (MANs) ab. Diese Netze arbeiten typischerweise bei 155 Mbit/s bzw. 622 Mbit/s; prototypische Netze sind aber bereits bei 1,2 Gbit/s in Erprobung.

Im Gegensatz zu den schnellen Netzen im hochschulinternen Bereich (Gebäudenetze, Campusnetze, Stadtnetze) stellt derzeit die geringe Übertragungsrate der Weitverkehrsnetze einen wesentlichen Engpaß für die Vernetzung auf Landes- und Bundesebene dar. Sehr viele Hochschulen sind nur mit Anschlußraten von 64 kbit/s bzw. 9,6 kBit/s an das Wissenschaftsnetz (WiN) angeschlossen. Für die ebenfalls angebotene Anschlußkapazität von 2 Mbit/s sind vielerorts die Mittel nicht vorhanden. Ein nationales WiN-Backbone mit 34 Mbit/s oder gar 155 Mbit/s, wie es in USA und einigen europäischen Ländern bereits eingeführt ist, ist für Deutschland noch nicht verfügbar. Die Einführung eines solchen Breitband-WiN durch den DFN-Verein ist für 1996 geplant. Hemmnis sind und waren vor allem die hohen Gebühren für die Übertragungswege. Hohe Übertragungsraten sind jedoch für die effektive Nutzung von Höchstleistungsrechnern, für innovative multimediale Kommunikationsdienste und wegen des dramatischen Anstiegs der WiN-Nutzung unabdingbar. Derzeit zeichnen sich folgende Trends bei Netzstrukturen und Netznutzung ab:

- Systeme und Anwendungen werden zunehmend über mehr Komponenten verteilt (Client-Server-Computing, Metacomputing, Verteilungstransparenz),
- zunehmend verteilte kooperative Arbeitsweisen, z. B. Telekooperation, Teleworking, Telepublishing, Teleteaching, Teleconferencing, Telemedizin),
- zunehmende Bedeutung von allgemeinen Informations- und Verteildiensten, z. B. World Wide Web (WWW), News (Diskussionsgruppen),
- multimediale Anwendungen,
- Zusammenwachsen von Telekommunikation und Datenkommunikation. Integration von TK-Diensten (Fax, Voice, Mail) in Datenendgeräten, zunehmende Einbindung

⁴Asynchronous Transfer Mode

von digitalen Nebenstellenanlagen, Bilden von vereinheitlichten Kommunikationsinfrastrukturen (Corporate Network, voice over data),

- Zunahme der Anzahl mobiler Endgeräte,
- zunehmende Nutzung von Internet und Netzanwendungen im privaten und kommerziellen Bereich.

Das Netz wird immer mehr zu einem eigenständigen System zur Vermittlung von Kommunikationsdiensten. Die Auswirkungen der Privatisierung der Telekom und der Deregulierung in den Bereichen Netz- und Sprachmonopol auf alternative Leitungsangebote neuer Dienstanbieter und neuer Tarifgefüge sind derzeit schwer abschätzbar. Mit einer Reduzierung der Übertragungskosten im Weitverkehrsbereich kann aber gerechnet werden. Schon jetzt kann die Ausnutzung der rechtlichen Möglichkeiten des Fernmeldeanlagengesetzes und der Corporate-Network-Regelungen auch im Wissenschaftsbereich zu erheblichen Synergieeffekten und Kostenersparnissen führen. Mögliche Kosteneinsparungen dürften aber durch erhöhtes Kommunikationsaufkommen und neue Kommunikationsformen mit höherem Übertragungsbedarf aufgezehrt werden. Bei gleichen Kosten wird eine wesentliche Qualitätssteigerung erreichbar werden.

2.5 Systembetrieb und -management

Die ständig zunehmende Komplexität und Vielfalt der Systeme und Netze erschwert ihre Zusammenarbeit. Herstellerspezifische Lösungen werden deshalb immer häufiger durch international standardisierte oder weit verbreitete und inzwischen von vielen Herstellern unterstützte Quasi-Standard-Produkte verdrängt. Die Entwicklung geht zu offenen, heterogenen Systemen, sowohl in der Kommunikationstechnik als auch in der Datenverarbeitungstechnik.

Mit der Vernetzung einer großen Anzahl heterogener Systeme wächst der Bedarf nach ihrer Verwaltung. Dieses Netzmanagement erstreckt sich auf Fragen der Systemkonfiguration, der Fehlererkennung und -behebung, der Sicherung der Daten gegen unbefugten Zugriff und Mißbrauch, der Beobachtung und Sicherstellung der Systemleistung sowie der Leistungsabrechnung. Protokolle für das Netzmanagement sind ebenfalls Gegenstand der internationalen Normung und werden sich voraussichtlich in den nächsten Jahren durchsetzen.

Der intensiven Auseinandersetzung mit offenen Managementarchitekturen und flexiblen, konfigurierbaren Betriebskonzepten kommt gerade vor dem Hintergrund einer verteilten kooperativen IV-Versorgungsstruktur wachsende Bedeutung zu.

2.6 Folgerungen

Aus diesen Feststellungen zum Stand der Technik und den erkennbaren Trends können Schlußfolgerungen abgeleitet werden, die als Richtschnur für die Empfehlungen zur künftigen Versorgung dienen können:

- Die dezentral in Form von PCs, Workstations, Mehrprozessorsystemen und kleinen Parallelrechnern verfügbare Rechenkapazität (Prozessorleistung und Speicherkapazität) wächst auch in Zukunft unvermindert an.

- Im Zusammenspiel von Hardware und Software ist die Skalierbarkeit im folgenden Sinne von zentraler Bedeutung: Der Benutzer soll bei gegebener Bedienoberfläche ohne Probleme zwischen Arbeitsplatzrechner und Superrechner wechseln können, da nur so das mehrschichtige Versorgungssystem effizient genutzt werden kann.
- Das Angebot eines breiten (Preis- und) Leistungsspektrums von Rechnern erfordert eine sorgfältige Abwägung von dezentral und zentral zu installierenden Geräten.
- Basis eines abgestuften, mehrschichtigen Versorgungssystems ist in jedem Fall eine leistungsfähige Vernetzung.
- Neue Anwendungsformen wie interaktive Bearbeitung mit Online-Visualisierung, Multimedia-Kommunikation, verteilte Verarbeitung oder rechnerunterstützte Teamarbeit gewinnen zunehmend an Bedeutung.
- Bei Betriebs-, Anwendungs- und Management-Software setzen sich zunehmend standardisierte Produkte durch, welche offene heterogene Systeme unterstützen.
- Ein Großteil des Leistungszuwachses der letzten Jahre ist nicht der Rechenleistung zugute gekommen, sondern hat das Zusammenwirken von Mensch und Maschine verbessert. Das war eine notwendige Voraussetzung für die breite Akzeptanz der IV-Techniken. Dieser Trend wird anhalten.

3 Bedarf und Versorgungsstand in Forschung und Lehre

3.1 Bedarf

Zum Bedarf und zum Stand der Versorgung der Hochschulen in der Bundesrepublik Deutschland mit Informationsverarbeitungskapazität werden hier nur qualitative Aussagen gemacht. Sie gründen sich nicht auf eine umfassende Erhebung, sondern auf die zahlreichen Stichproben, die der Deutschen Forschungsgemeinschaft bei ihrer Begutachtung vieler Hunderter von Anträgen zur Kenntnis gelangen.

Der Bedarf für die Forschung entwickelt sich im gesamten Hochschulbereich nach Qualität und Quantität stetig weiter nach oben. Er folgt damit aus Sachgründen und aus den Zwängen des internationalen Wettbewerbs stets unmittelbar den Fortschritten, die durch die technische Innovation bei den Leistungen von IV-Systemen ermöglicht werden. Der Bedarf für die Forschung setzt damit an den Hochschulen auch das Maß für die allgemeine Weiterentwicklung der Versorgung mit IV-Leistungen.

Die Akzeptanz des Rechners als Arbeitsmittel nimmt in allen Wissenschaftsbereichen zu. Daher ebnen sich allmählich frühere Unterschiede im Bedarf ein, jedenfalls für Systeme am Arbeitsplatz. Die Unterschiede im Bedarfsprofil drücken sich im Softwarebedarf, weniger in Anforderungen an die Organisation der Versorgung aus. Daher lassen sich für die Versorgungsstruktur in der Forschung überall ähnliche Konzepte entwickeln.

Grundkenntnisse der Informationsverarbeitung gehören zur Allgemeinbildung. Eine Vertiefung dieses Wissens wird in fast allen Studienfächern im Grundstudium angeboten. Hierfür reicht das Leistungsvermögen relativ einfacher Systeme weitgehend aus (z. B. moderne PCs), über die ein großer Teil der Studierenden privat verfügt. Daher muß seitens der Hochschule

vor allem eine Ergänzungsausstattung mit der notwendigen Software (Compiler, Entwicklungsumgebung, Programme usw.) zur Verfügung gestellt und ein Netzanschluß ermöglicht werden.

Die Aneignung vertieften Fachwissens geschieht überwiegend während des Hauptstudiums, und zwar mit fachspezifischer oder informationstechnischer Orientierung. Darüber hinaus entsteht für Studenten im Aufbaustudium und für Doktoranden in manchen Fächern ein erheblicher Ressourcenbedarf, der noch stärker als im Hauptstudium fachspezifisch orientiert ist. Die Ausbildung verlagert sich mit fortschreitendem Studium immer mehr auf aktuelle, praxisübliche Systeme, die als Werkzeuge in Forschung und Wirtschaft eingesetzt werden. Die Anforderungen an die Funktionalität der Systeme für die Lehre und der Systeme für die Forschung sind deshalb häufig ähnlich. Besonders in Haupt- und Aufbaustudien besteht ein wachsender Bedarf an (kontrolliertem) Zugang zu komplexen Systemen, deren Beherrschung von den Absolventen erwartet wird.

Die Verfügbarkeit leistungsfähiger Telekommunikationstechnologien eröffnet die Möglichkeit, spezielle Seminare mehr und mehr in Form von Teleconferencing effizient durchzuführen. In der Lehre werden Methoden des Teleteaching und „computer based training“ an Bedeutung gewinnen, obwohl schwer abzusehen ist, in welchem Rahmen die nötigen Lernprogramme verfügbar werden.

3.2 Stand der Versorgung

Die vorhandenen Werkzeuge (Rechner, Netze, Betriebssysteme, Anwenderprogramme) funktionieren — trotz zum Teil erheblicher Leistungsfähigkeit — nicht immer so reibungslos, wie es nötig und möglich wäre. Der Kenntnisstand der Benutzer hält vielfach nicht Schritt mit der dynamischen Entwicklung. Das führt häufig zu einem Arbeiten am Werkzeug, statt mit den Werkzeugen als Hilfsmitteln an wissenschaftlichen Problemen zu arbeiten. Diese Problematik erfordert große Aufmerksamkeit aller Verantwortlichen an den Hochschulen, da eine Verbesserung der Situation dringend erforderlich ist.

Über den erreichten Stand der Versorgung von Forschung und Lehre mit Rechenkapazität können nur qualitative Angaben gemacht werden. Die Beschaffungen werden über das HBFVG-Verfahren sowie aus Hochschul- und Drittmitteln finanziert und sind in ihrer Gesamtheit kaum erfaßbar. Es kann nicht versucht werden, die sehr heterogene Landschaft im einzelnen zu beschreiben (siehe hierzu auch Kapitel 9).

Es ist aber zu beobachten, daß einem überall steigenden Bedarf ein nach Bundesländern sehr unterschiedlicher Grad der Versorgung gegenübersteht. Bei den dezentralen Investitionen (CIP, WAP, lokale Server und Spezialsysteme) wurden die Planzahlen im Mittel nur zu 72 %⁵ erreicht. Grund zur Sorge geben insbesondere die Investitionen der Jahre 1994 und 1995 für CIP und WAP, die weit unter den Empfehlungen lagen. Hier zeigen sich die Auswirkungen der Kürzungen der HBFVG-Mittel. Eine Fortschreibung dieser geringen Investitionen für die nächsten Jahre gefährdet den Forschungsstandort Deutschland.

Die bisher vorhandenen CIP-Pools sind trotz der privaten PCs der Studierenden häufig überlastet. Diese Situation verschärft sich bei den Fachhochschulen, da die Studierenden wegen eines hohen Stundendeputats den ganzen Tag an der Hochschule verbringen und meistens Freistunden zum Arbeiten an den PCs der Hochschule nutzen.

⁵ siehe auch Tabelle 3, Kapitel 9.1

Zur Behebung der Defizite in der Softwareausstattung privater PCs müssen Wege gefunden werden, entsprechende Lizenzen durch die Hochschule zu erwerben und im Netz bereitzustellen. Insgesamt besteht neben dem Ersatzbedarf noch Nachholbedarf an CIP-Pools und Software in allen Bundesländern.

Das WAP-Programm zeigt überaus positive Auswirkungen dort, wo es angemessen realisiert wurde. Leider ist die Ausstattung sehr ungleichmäßig und vielerorts unzureichend. Die Fachhochschulen haben bisher erst in geringem Umfang die Möglichkeit wahrgenommen, WAP-Anmeldungen nicht nur zum Einsatz in Forschung und Entwicklung, sondern auch zur Unterstützung der Hochschullehrer bei ihren didaktischen Aufgaben vorzulegen und damit Synergieeffekte für die Lehre zu nutzen.

Es empfiehlt sich dringend, den Ausbau der dezentralen Versorgung zu beschleunigen. Als Folge der raschen Entwicklung von Hardware und Software ist die übliche Mittelbereitstellung im Turnus von vier bis sechs Jahren unwirtschaftlich; kleinere Tranchen in Abständen von zwei bis drei Jahren sind vorzuziehen, da sie erlauben, schneller von technischen Fortschritten zu profitieren.

In der zentralen Versorgung durch die Rechenzentren ist die Umstellung von Mainframes auf vernetzte Workstations und/oder Multiprozessorsysteme mit Workstation-Technologie weitgehend abgeschlossen. Der empfohlene Plan wurde annähernd erfüllt. Der Stand der Versorgung wird als befriedigend bis gut betrachtet.

Bei der Beschaffung von Höchstleistungsrechnern ergab sich praktisch eine Investitionspause, die vor allem durch die schleppende Entwicklung der neuen Generation von MPP-Rechnern und die sehr unübersichtliche Marktlage bedingt war. Mit dem Beschluß, einen bundesweit verfügbaren Höchstleistungsrechner in Stuttgart zu installieren, wurde ein erster wichtiger Schritt zur Deckung des Bedarfs getan.

3.3 Versorgungsqualität

Grundlegendes Merkmal hoher Versorgungsqualität ist die Möglichkeit des Zugangs zu Informationsverarbeitungssystemen zu jeder Zeit und (möglichst) von jedem Ort aus. Dies bietet am konsequentesten der Arbeitsplatzrechner. Eine angemessene dezentrale Ausstattung sichert zudem Verfügbarkeit und akzeptables Antwortverhalten.

Die fachspezifische Funktionalität der Informationsverarbeitungssysteme wird durch die Software bestimmt. Industriell entwickelte und kommerziell vertriebene Software ist für die anwendungsbezogene Lehre und Forschung unentbehrlich. Solche Softwarepakete sind heute für die Hochschulen oft zu teuer und deshalb zu selten im Einsatz. Hier muß dringend Abhilfe geschaffen werden. Es müssen zusätzliche Mittel bereitgestellt werden und diese durch spezielle Vereinbarungen mit den Lizenzgebern über Campus-, Landes- und Bundeslizenzen wirtschaftlich genutzt werden.

Verfügbarkeit und technische Sicherheit werden traditionell von den Rechenzentren geboten. Bei dezentralen Systemen muß der Benutzer selbst dafür sorgen. Es ist jeweils zu definieren, welche Aufgaben der Betriebsüberwachung, Systempflege, Fehlerbehebung und der vorsorglichen Erstellung von Sicherungskopien der Benutzer selbst, welche Aufgaben der lokale Systemverwalter und welche Aufgaben ein Rechenzentrum wahrzunehmen hat. Es haben sich vielfach innerhalb der bisherigen Versorgungsstrukturen zufällige adhoc-Lösungen herausgebildet, die teilweise sehr gut, teilweise jedoch unzulänglich funktionieren. Daher bedarf es hierzu einer klaren organisatorischen Regelung im Rahmen eines neuen Versorgungs-

konzeptes, die zweckmäßig in jeder Hochschule unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten zu treffen ist. Um eine sinnvolle Aufgabenverteilung zu erreichen, die Effizienz und Funktionsfähigkeit garantiert, ist ein intensiver Dialog aller Beteiligten (Rechenzentren, Fakultäten, Institute) nötig.

Offene Systeme sind von zentraler Bedeutung. Durch eine Standardisierung von Schnittstellen in Hardware und Software wird das komplexe Gesamtsystem beherrschbar. Nur so können Marktmechanismen in einzelnen Sektoren der IV wirksam werden. Unter den offenen Betriebssystemen hat sich UNIX durchgesetzt. Hierdurch wird die weitgehende Portierbarkeit von Anwendungsprogrammen gewährleistet.

Die Erfordernisse des Schutzes von Programmen und Daten wurden in der Aufbruchsstimmung zu vernetzten und offenen Systemen hin zunächst vernachlässigt, lediglich der Paßwortschutz ist weit verbreitet, wird aber nicht überall konsequent betrieben.

4 Versorgungskonzept

4.1 Kooperative Rechnerversorgung

Die Versorgung der Hochschulen hat sich in den letzten Jahren sowohl in der Forschung als auch in der Lehre von mainframe-orientierten Strukturen zunehmend auf dezentrale, vernetzte Client-Server-Architekturen zubewegt. Dieser Trend wird sich fortsetzen. Der größte Teil der Rechenleistung des Grundbedarfs wird lokal am Arbeitsplatz erbracht, sei es direkt am Arbeitsplatzrechner oder durch benachbarte Workstations der gerade benötigten Leistung. Dies erfordert den Einsatz offener Systeme mit standardisierten Schnittstellen und lokaler Netze ausreichender Bandbreite.

Der Spitzenbedarf wird im wesentlichen durch Spezialsysteme, meist Parallelrechner, aber auch vernetzte Workstations als verteiltes Rechensystem („Compute Cluster“) befriedigt werden. Mit der Leistungsverbesserung der Netze kann der Anwendungsbereich der Compute Cluster in den nächsten Jahren ausgeweitet werden. Freie Kapazitäten können dadurch sinnvoll genutzt werden.

Die Informationsdienste werden zunehmend Bedeutung erlangen. Systeme wie elektronische Post, das Newssystem oder WWW werden in allen Wissenschaftszweigen zur bequemen Übermittlung von Informationen aller Art eingesetzt. Das Zusammenwachsen von wissenschaftlicher, kommerzieller und künftig auch privater Netznutzung entwickelt sich derzeit weltweit sehr schnell.

Für immer mehr Anwendungen wird eine leistungsstarke Graphik benötigt. Sie wird vor allem zur Visualisierung großer Datenbestände eingesetzt, weil das oft der einzige Weg ist, komplexe Datenbestände rasch zu interpretieren. Bei großen Datenmengen sollten diese Leistungen im allgemeinen dezentral am Arbeitsplatz bereitgestellt werden, da ein Transport der Daten in Realzeit sehr hohe Anforderungen an die Netze stellt. Neben der Visualisierung von Simulationsdaten werden spezifisch graphische Aufgabenstellungen (Darstellungen realer Umgebungen, Multimedia, virtuelle Realität usw.) immer wichtiger. Sie erfordern teure Hardwarezusätze bzw. Peripherie an der Workstation, hohe Rechenleistung und sehr schnelle Netze. Solche Anwendungen werden in den nächsten Jahren zu den Haupttriebfedern der technologischen Entwicklung gehören.

Große Erwartungen werden an das Multimedia-Paradigma geknüpft: Forschung und Erprobung in der Lehre, aber auch die Nutzung bei der Öffentlichkeitsarbeit, werden aus-

drücklich befürwortet. Die Ausstattung von Rechnerarbeitsplätzen mit entsprechender Spezialperipherie wird daher zunehmend wichtig werden.

Die Änderung der Versorgungsstrukturen in Richtung dezentraler Rechensysteme führt zu einer immer stärkeren personellen Belastung der Institute und Lehrstühle, da mit der Dezentralisierung der Hardware in der Regel immer auch eine Dezentralisierung von systemorientierten Aufgaben verbunden ist. Diese verteilte Durchführung der Systemadministration und Systempflege stellt eine Aufgabe dar, die in den vergangenen Jahren unterschätzt wurde. Die Frage der Aufgabenverteilung zwischen zentralen und dezentralen Einrichtungen muß mit großer Aufmerksamkeit verfolgt werden. Sie erfordert entsprechend der jeweiligen fachlichen Ausrichtung eine differenzierte Betrachtungsweise.

Die Rechenzentren können die Institute durch Kurse für Systemadministration, durch Hotline-Beratungsservice und durch direkte Hilfe in Notfällen unterstützen. Sie können deren DV-Aufgaben jedoch in der Regel wegen der fachspezifischen Erfordernisse und der lokalen Gegebenheiten nicht völlig übernehmen. Die Institute und Lehrstühle müssen deshalb ausreichend Personal für diese Aufgaben bereitstellen. IV-Kenntnisse und -Erfahrung über das eigene Fachgebiet hinaus müssen als Zusatzqualifikation anerkannt werden.

Die bisher zur Systempflege verfügbaren Software-Werkzeuge müssen dringend verbessert werden. Hier sind in erster Linie die Hersteller gefordert, diese Werkzeuge und die zugehörigen Strukturen der Systemorganisation einheitlich herstellerunabhängig zu gestalten. Auf der Systemadministrationsebene bestehen z. B. bei UNIX-Systemen heute immer noch tiefgreifende Unterschiede mit dem daraus resultierenden Zwang einer Spezialisierung bei den Systemadministratoren. Dies erschwert zentral zu erbringende Dienstleistungen für die dezentralen Bereiche erheblich. Eine durchgängige Standardisierung ist hier dringend erforderlich.

4.2 Betriebs- und Anwendungssoftware

Nicht nur in der Forschung und der forschungsnahen Lehre, sondern schon bei der Grundausbildung sollte an professionellen Rechnersystemen mit graphischen Oberflächen, mit guter Bedienungsführung und mit anwendungsorientierter, industrieller Software großer funktionaler Mächtigkeit gearbeitet werden.

Der Anteil der Software an den Gesamtkosten eines Systems wird stark ansteigen. Ein besonderes Problem ist dabei die hohe Anzahl der dezentralen Arbeitsplätze und Server, für die eine Softwareausstattung auf der Basis von Einzellizenzen nicht mehr finanzierbar ist. Ein weiteres Problem ist die Finanzierung der Folgekosten für die Pflege der Software und die neuen Versionen. Es müssen daher zusammen mit den Firmen geeignete Mechanismen zur Lösung dieser Probleme entwickelt werden. Ansatzpunkte könnten sein:

- Stückzahllicenzen,
- Campus- und Landeslicenzen,
- hoch rabattierte Preise für Forschung und Lehre unter Ausschluß einer kommerziellen Nutzung,
- Ausleihe von Software durch das Rechenzentrum an Wissenschaftler und Studenten für vorübergehenden Bedarf,

- Pflege der Software und Lieferung neuer Versionen im Rahmen der Gewährleistung,
- bei CPU-gebundenen Lizenzen die Bereitstellung und transparente Einbindung von Servern für die entsprechenden Programme,
- Reduktion der Pflegekosten dadurch, daß Erweiterungen und Verbesserungen nicht mehr an jeden Endbenutzer, sondern nur noch an das Rechenzentrum gehen. Dort werden sie in die Referenzversion integriert und über einen Software-Server abrufbar gemacht.

Zentrale Bereitstellung von lizenzierter Software für eine breite Nutzerschaft reduziert nicht nur die beträchtlich anwachsenden Kosten, sondern fokussiert auch die Serviceleistung auf eine noch handhabbare Anzahl unterschiedlicher Produkte und erleichtert die Kommunikation und Kooperation unter den Benutzern. Trotzdem darf der von der Generallinie abweichende Erwerb von Softwareprodukten nicht behindert werden, da häufig spezielle Forschungsaufgaben oder Kooperationen Abweichungen erforderlich machen. Die finanziellen und betreuungstechnischen Vorteile bei zentral bereitgestellten Mehrfachlizenzen sollten genügend Anreiz bieten, nicht ohne Not eigene Wege zu gehen.

Anwendungssoftware sollte offene Schnittstellen haben. Andere Anwenderprogramme sollten nur noch dann beschafft werden, wenn kein annähernd vergleichbares Programm mit offenen Schnittstellen auf dem Markt ist.

Wünschenswert ist auch, bevorzugt solche Anwendungssoftware zu beschaffen, die auf allen gängigen Rechnerplattformen angeboten wird, so daß ein Wechsel der Rechnerplattform möglich ist.

4.3 Hoch- und Höchstleistungsrechner

Von der oben besprochenen Grund- bzw. Spitzenlast, die auch durchaus anspruchsvolle, rechenintensive Aufgaben einschließen kann, hebt sich der Höchstleistungsbedarf ab. Er ist durch besondere Aufgabenstellungen charakterisiert, die auch als „Grand Challenges“ bezeichnet werden. Simulationen komplexer Vorgänge werden möglich zur Unterstützung, Interpretation, Reduktion oder gelegentlich sogar zum Ersatz teurer Experimente und Modellversuche.

Größtrechner können nicht an jedem Hochschulrechenzentrum zur Verfügung stehen. Es werden aber für Deutschland mehrere solcher Systeme für erforderlich gehalten. Zeitlich versetzt sollte jeweils ein Rechner der neuesten Generation zugänglich sein. Außerdem ist wichtig, daß auch unterschiedliche Architekturen vorhanden sind, worauf bei der Beschaffung geachtet werden muß.

Diese Rechner sollten hauptsächlich für Probleme eingesetzt werden, die ein solches System benötigen; sie sollten nicht für die Abdeckung der Grundlast im Hochleistungsrechnerbereich herangezogen werden. Es muß eine möglichst weitreichende Softwarekompatibilität sichergestellt werden, damit die Softwareentwicklung und die Optimierung der Software für Hochleistungssysteme auf kleineren Rechnern durchgeführt werden kann.

Auch die Ausbildung im Einsatz von Hoch- und Höchstleistungssystemen sollte auf kleineren Rechnern durchgeführt werden. Die „Ausbildungsrechner“ müssen eine realistische Prognose für den Einsatz der Programme im Höchstleistungssystem erlauben.

Da Höchstleistungsrechner nicht mehr an jeder Hochschule, auch nicht an jeder größeren Hochschule direkt zur Verfügung stehen, muß ein leistungsfähiger Netzanschluß für akzeptable Benutzungsmöglichkeiten an den Standorten der Benutzer sorgen. Es muß auf diese Weise vermieden werden, daß eine große Zahl von Hochschulen von der Forschung auf diesem Gebiet ausgeschlossen wird. Die Administration der Netze muß für diesen Anwendungsbereich Spitzenauslastungen zulassen, da die entsprechende Aufgabe neben der erforderlich hohen Rechenleistung fast immer auch hohe Datendurchsatzraten benötigt, die Verarbeitung dieser Daten aber meist über Visualisierungssysteme lokal erfolgen muß.

Der Zugang zu Höchstleistungssystemen bedarf einer Kontrolle, die den sachgemäßen Gebrauch dieser teuren Ressourcen sicherstellt. Für diese Aufgabe ist ein Gutachterausschuß einzurichten.

4.4 Andere zentrale Server und Geräte

Neben dem Spitzenbedarf an Rechenleistung müssen noch weitere Dienstleistungen sinnvoll abgedeckt werden, deren lokale Bereitstellung zu teuer oder aus anderen Gründen nicht erforderlich ist. Dazu gehören u. a. Datei-/Datenbank-Server, Applikations-/Software-Server und Spezialgeräte wie Blindenarbeitsplätze, Belichter für hochauflösende Satzausgabe, Schriftlesegeräte, 3D-Projektionsgeräte, Virtual-Reality-Räume, hoch ausgerüstete Arbeitsplätze für multimediale Anwendungen oder für Höchstleistungsgraphik. Zu einigen Servertypen werden nachfolgend detailliertere Anmerkungen gemacht.

Applikations-Server: Das kooperative Versorgungskonzept erfordert offene Systeme. In einer Übergangszeit, in selteneren Fällen auch langfristig, werden aber in bestimmten Anwendungsbereichen auch Anwenderprogramme eingesetzt, die nur in einer proprietären Systemumgebung ablaufen können. Für solche Anwendungen kann im Rechenzentrum nach dem Client-Server-Modell ein spezieller Rechner eingesetzt werden. Er übernimmt keine allgemeine Versorgung, sondern ist ausschließlich nach den genannten besonderen Bedürfnissen einer mehr oder weniger großen Benutzergruppe konfiguriert. Es ist, wie immer, zu prüfen, ob die finanziellen und personellen Aufwendungen für den Applikations-Server in einem angemessenen Verhältnis zu den Forschungs- und Lehrbedürfnissen stehen. Gegebenenfalls muß auch überlegt werden, ob die Größe seiner Benutzerschaft einen Betrieb durch das Rechenzentrum noch rechtfertigt, oder ob wie bei anderen Spezialgeräten die Verantwortung an eine Benutzergruppe gehen kann.

Software-Server: Über Software-Server werden Referenzversionen von Grund- und Anwendungssoftware für den Endbenutzer bereitgestellt. Er kann diese über das Netz für einen kürzeren Zeitraum ausleihen oder, je nach Lizenzsituation, bei sich permanent installieren. Die Bereitstellung von Public Domain Software für verschiedene Rechnerplattformen in angepaßter und kompilierter Form wurde oben bereits erwähnt.

Archiv-Server: Sie stellen Datensicherungs- und Archivierungsdienste für die dezentralen Systeme bereit. Es muß zukünftig ein abgestuftes Konzept entwickelt werden, um eine sinnvolle Arbeitsteilung zwischen lokaler Archivierung und zentraler Archivierung zu erreichen.

Informations- und Kommunikations-Server: In Zukunft wird ein Großteil der Kommunikation in allen Wissenschaftsbereichen rechnerunterstützt ablaufen. Neben der persönlichen Kommunikation mit elektronischer Post und darauf aufbauenden Diensten wie elektronischen Rundbriefen etablieren sich derzeit benutzerfreundliche Kommunikationsmittel für den Zu-

griff z. B. auf Preprints, Forschungsberichte oder elektronische wissenschaftliche Journale. Systeme wie das World Wide Web (WWW) erlauben den bequemen Zugriff auf weltweit verteilte Informations-Server.

Die Möglichkeiten dieser Systeme haben bereits Auswirkungen auf das wissenschaftliche Publikationswesen. Neue Publikationsformen, wie Multimedia-Publikationen unter Einbeziehung von Film und Ton oder auch interaktive „Dokumente“, sind im Entstehen. Der Einsatz dieser Möglichkeiten ist besonders in der Lehre attraktiv. Eine entsprechende Ausstattung der Hörsäle bzw. der CIP- und WAP-Arbeitsplätze ist deshalb in das Versorgungskonzept einzubeziehen. Die vordringliche Aufgabe der Rechnerversorgung in den nächsten Jahren wird es sein, den dadurch dramatisch ansteigenden Bedarf an Ressourcen und vor allem an Netzkapazität und Netzzugangsmöglichkeiten (z. B. durch Wählzugangs-Server oder Netzgateways) zu befriedigen. Die Aufgabe des Hochschulrechenzentrums ist es dabei, geeignete Server selbst zu betreiben bzw. den dezentralen Betrieb zu unterstützen.

Referenzinstallationen: Die Rechenzentren werden zukünftig eine Vielzahl neuer Aufgaben für die dezentralen Systeme wie Beratung bei der Beschaffung oder Systemunterstützung übernehmen müssen. Um diese Aufgaben wahrnehmen zu können, sind Referenzsysteme im Rechenzentrum erforderlich. Beispiele dafür finden sich heute schon in PC- und Workstation-Labors.

Für den Bedarf, der in einer Hochschule allein nicht wirtschaftlich gedeckt werden kann, müssen entsprechende Ressourcen landesweit oder bundesweit als Überlaufkapazität bereitgestellt werden.

4.5 Lokale Server und Arbeitsplatzrechner

Die Deckung des Grundbedarfs an maschinellen Leistungen, insbesondere an Prozessorleistung, Hauptspeicher- bzw. Massenspeicherkapazität und an Druckerleistung, kann heute auf ökonomische Weise größtenteils an dem Ort geschehen, an dem der Bedarf entsteht, nämlich am Arbeitsplatz des Anwenders. Nur hierdurch läßt sich die geforderte Versorgungsqualität erreichen. Entsprechend den fachlichen Bedürfnissen werden Personal Computer, Workstations oder X-Terminals als Endgeräte für den Benutzer eingesetzt. In der Regel wird es zweckmäßig sein, solche Systeme in Cluster einzubinden und durch lokale Server zu ergänzen.

Bei der Beschaffung ist im dezentralen Bereich auf möglichst gute Homogenität innerhalb einer Nutzergruppe oder Fakultät zu achten. Dies soll den Aufwand für den Betrieb der dezentralen Systeme in angemessenen Grenzen halten.

Im Hinblick auf die schnelle technologische Entwicklung ist es sinnvoll, möglichst leistungsfähige Systeme der neuesten Technologie zu beschaffen, ohne jedoch Kapazität zu horten, um eine große nutzbare Standzeit zu erreichen. Dagegen ist der Versuch, die Standzeit durch Beschaffung von Systemen mit flexibler Ausbaubarkeit zu verlängern, nicht immer sinnvoll. Anstelle der Aufrüstung nach ein oder zwei Jahren ist es derzeit oft wirtschaftlicher, neue Systeme zusätzlich zu beschaffen und die vorhandenen Systeme für andere Zwecke, beispielsweise für die Lehre, zu nutzen.

Die Folgekosten sollten durch Beschaffung von Systemen mit mehrjähriger Garantie niedrig gehalten werden. Nach Ablauf der Garantie ist es oft sinnvoll, defekte Geräte außer Betrieb zu nehmen und auszuschlachten. Beim Kauf von Software sollte darauf geachtet werden,

daß für die Hochschulen im Kaufpreis ohne Preisaufschlag nicht nur "Updates", sondern auch die Lieferungen neuer Versionen während der Standzeit des Systems enthalten sind.

Da der Bedarf an Arbeitsplätzen für Studenten bei weitem noch nicht gedeckt ist, sind erhebliche Anstrengungen von Bund und Ländern erforderlich, um sowohl die dringend notwendige Verbesserung der Versorgung mit IV-Systemen als auch den Ersatzbedarf finanzieren zu können. Dabei ist zu beachten, daß der Anteil der Software an den Gesamtkosten höher wird und die Preise für Software steigende Tendenz haben.

Rechnerarbeitsplätze für Wissenschaftler müssen verstärkt über HBFAG-Anträge auf WAP-Cluster beschafft werden. Zum Erhalt der Leistungsfähigkeit der Hochschulen sollten alle Bundesländer von dieser Möglichkeit verstärkt Gebrauch machen.

Problembereiche sind, wie beim CIP auch, das erforderliche Personal und die notwendigen Sachmittel. Die Betreuung der Rechnerarbeitsplätze muß als notwendige, personalbindende Routineaufgabe anerkannt und eingeplant werden. Sie muß als eine Daueraufgabe gesehen werden, die als Infrastrukturmaßnahme erst den gewünschten Synergieeffekt ermöglicht und auf Dauer sichert. IV-Kenntnisse müssen deshalb als Zusatzqualifikation anerkannt werden.

4.6 Netze

Die vorgestellte kooperative Versorgungsstruktur enthält als zentrales Element ein leistungsfähiges Rechnernetz. Die elektronische Kommunikation über Netze ist bereits heute in vielen Fächern unentbehrlich. Sie wird insbesondere zum Austausch von Nachrichten und Datenbeständen, zum Recherchieren in Informationssystemen und Bibliotheken, zur Fernkooperation der Wissenschaftler und zum Zugriff auf spezielle Dienste eingesetzt, die lokal, im Hochschulrechnernetz, bundesweit oder international angeboten werden. Nutzungswissen darüber ist in vielen Fächern bereits unentbehrlich.

Elektronische Kommunikationsformen werden traditionelle Medien wie Preprints, Zeitschriften und Bücher in Zukunft zumindest teilweise ersetzen. Die derzeit zu beobachtende dramatische Zunahme ihrer Benutzung beruht wesentlich auf neuen Möglichkeiten elektronischer Kommunikation, beispielsweise der Multimediefähigkeit und der elektronischen Recherche. Den wachsenden Anforderungen aus diesem Nutzungsbereich gerecht zu werden, ist eine Aufgabe der Rechnerbeschaffung und des Ausbaus der Netzinfrastruktur in den nächsten Jahren.

Das Hochschulnetz ist in ein nationales Wissenschaftsnetz (WiN) eingebunden. Dieses verbindet die deutschen Hochschulen untereinander und mit dem Ausland. Das derzeitige Wissenschaftsnetz ist leistungsschwach. Es stellt nur Verbindungen mit Übertragungsraten bis 34 Mbit/s bereit. Im Hinblick auf die angestrebten nationalen Versorgungsstrukturen und die Bedürfnisse der Wissenschaft, auch im internationalen Vergleich, sind Hochleistungsverbindungen von mindestens 155 Mbit/s Übertragungsleistung dringend notwendig. Solche Verbindungen wurden bereits 1987 im Netzmemorandum der Kommission für Rechenanlagen flächendeckend bis Mitte der neunziger Jahre gefordert. Die Planungen des DFN-Vereins, mit Unterstützung des BMBF ab 1996 ein Breitband-WiN stufenweise aufzubauen, sind ein sehr wichtiger Schritt, wobei die Kapazität des Kernnetzes dem jeweiligen Stand der Technik und dem Bedarf ständig anzupassen ist. Die erforderlichen Finanzmittel für einen Dauerbetrieb und weiteren Ausbau des Breitband-WiN müssen rechtzeitig auch von den Ländern

bereitgestellt werden. Die Zugangsnetze zum Breitband-WiN in den Regionen und Hochschulstandorten müssen schritthaltend in bezug auf Kapazität, Übertragungs- und Vermittlungstechnik rechtzeitig ausgebaut werden; dies gilt auch z.B. für die Verkabelungs- und Netzstrukturen in den Hochschulen. Entwicklungen von innovativen Kommunikationsanwendungen und Pilotnutzungen schneller Netze muß entsprechende Bedeutung zukommen.

Das Wissenschaftsnetz und das Hochschulnetz sollen für alle Hochschulangehörigen zugänglich sein. Moderne Techniken der Zugangskontrolle sind dafür längerfristig unumgänglich. Sensitive Daten, die über das Netz übertragen werden, können mit bekannten Techniken auf der Basis von Verschlüsselungen geschützt werden. Entsprechende Einrichtungen, wie Verschlüsselungsdienste und vertrauenswürdige Netzknoten, sind vorzusehen. In Ausnahmefällen können getrennte Netze sinnvoll sein. Derzeit scheint eine Trennung des Kliniknetzes vom allgemeinen Wissenschaftsnetz erforderlich.

4.7 Tele- und Heimarbeitsplätze

Ein über das Netz anzubietender Dienst besonderer Art ist die Anschlußmöglichkeit von Rechnern am häuslichen Arbeitsplatz. Solche Heimarbeitsplätze sind sowohl für Wissenschaftler als auch für Studenten von immer größerer Bedeutung, so daß ihre Integration in den Forschungs- und Studienbetrieb anzustreben ist. Neben den Regelungen für einen funktionsgerechten, von den Nutzern auch finanzierbaren Zugang sind weitere Probleme zu lösen, beispielsweise die Nutzung von Software, für die die Hochschule die Lizenz erworben hat, oder der Zugang zu Bibliotheksdiensten und wissenschaftlichen Datenbanken. Heimarbeitsplätze für Hochschulangehörige sind auch unter den Gesichtspunkten Frauenförderung, Familienförderung oder Bereitstellung von Teilzeitarbeitsplätzen wichtig. Die große Bedeutung der studentischen Heimarbeitsplätze wird durch die sehr positiven Ergebnisse des vom Bundesminister für Bildung und Wissenschaft, Forschung und Technologie unterstützten zweijährigen Münchner Modellversuchs — „Integration studenteneigener Rechner in die Ausbildung“ — unterstrichen. In Zukunft sind daher Maßnahmen notwendig, die u. a.

- den preisgünstigen Erwerb von eigenen Rechnern durch die Studenten,
- die Ausleihe von Rechnern an Studenten während des Studiums,
- die Ausleihe von Anwendungssoftware, beispielsweise während des Semesters für einen Kurs, ermöglichen und
- studenteneigene Rechner vermehrt in den Unterricht einbeziehen und entsprechende Netzanschlüsse und Docking-Stationen vorsehen.

Es ist erforderlich, Konzepte für die Einbindung von mobilen Endgeräten über Funk oder Festnetze zu entwickeln.

4.8 Organisatorische Struktur

Das Versorgungssystem wird wesentlich durch das Nebeneinander von dezentral und zentral bereitgestellten Ressourcen bestimmt. Das Verhältnis der für beide Ressourcen aufzuwendenden Mittel hängt etwas von den örtlichen Gegebenheiten ab. Es sollten aber etwa drei de-

zentralen Anteilen ein zentraler Anteil gegenüber stehen. Ein dezentrales, vernetztes Versorgungssystem ist wesentlich schwieriger zu betreiben als ein herkömmliches zentrales System. Für das einwandfreie Funktionieren des Versorgungssystems ist die Aufteilung der Aufgaben und der Verantwortung auf das Personal in den Instituten und im Hochschulrechenzentrum von Bedeutung. Die Verantwortung für die dezentral aufgestellten Systeme wird im Regelfall bei den Lehrstühlen und Instituten liegen, wobei das Rechenzentrum unterstützende Leistungen anbietet. Dazu gehört unter anderem die Schulung und Beratung der Systemadministratoren an den Instituten. Für bestimmte Fächer kann es aber auch sinnvoll sein, die dezentralen Rechner durch das Rechenzentrum zu beschaffen und zu betreiben (bediente Rechnerleistung vor Ort).

Aufgaben wie Installation von Rechnern, Implementierung von Softwaresystemen, Einrichtung von Netzen, Fehleranalyse und -behebung werden in der Regel von Spezialisten durchgeführt. Diese sollten einen zentralen Stab bilden, dessen Leistung den Instituten von Fall zu Fall zur Verfügung steht. Die Zentralisierung fachlicher Kompetenz hat den Vorteil, daß in den Zentralen ein höherer Grad der Spezialisierung, ein intensiverer Erfahrungsaustausch und eine dauernde Nachfrage nach den Leistungen des Spezialisten möglich wird, welche hilft, seine fachliche Qualität auf wirtschaftliche Weise zu erhalten. Unter den gegebenen Umständen bietet es sich an, diese Aufgabe dem bisherigen Rechenzentrum als einem Kompetenzzentrum für vernetzte Systeme zu übertragen.

Auf der Benutzerseite müssen Verantwortliche für den täglichen Routinebetrieb der dezentralen Systeme benannt werden. Dies ist als erwünschte Zusatzqualifikation der Mitarbeiter zu sehen. Deshalb sollte die Systemverantwortung im allgemeinen nicht nur an Inhaber von Dauerstellen, sondern auch an junge wissenschaftliche Mitarbeiter gegeben werden, deren Zeit der Systemverantwortung allerdings auf ein bis zwei Jahre begrenzt wird. Es ist jedoch im Hinblick auf die hohen Investitionen sorgfältig darauf zu achten, daß Kontinuität bei der Systempflege und beim Know-how gewahrt bleibt, um ein „Versanden“ der Systeme zu vermeiden.

In der Hochschule muß der Zugang zu Rechnern und Netzen im Bereich von Lehre und Forschung liberal gehandhabt werden. Es ist daher wichtig, Mitarbeiter und Studenten zu verantwortlicher Nutzung der Anlagen zu führen und insbesondere auch zur Einhaltung von Lizenzbedingungen zu verpflichten.

Da das Versorgungssystem hochschulweit in ständiger Weiterentwicklung ist, wird in der Hochschule eine rollende Planung nötig. Hierbei sind auch Gesichtspunkte wie Standardisierung, Datenschutz, Entwicklungsstrategie der Hochschule und die Anpassung des Versorgungssystems an die technische Entwicklung zu beachten. Dafür ist ein hochschulweit wirkendes Lenkungsgremium erforderlich. Bisherige diesbezügliche Empfehlungen sind nicht genügend beherzigt worden. Der intensive Dialog zwischen Benutzer und Rechenzentrum und eine entsprechende Koordinierung mit der Hochschule sind unverzichtbar.

5 Aufgaben der Hochschulrechenzentren

5.1 Einleitung

Bei der Durchsetzung moderner Informationsstrukturen kommt den Hochschulrechenzentren (HRZ) in Zusammenarbeit mit den zuständigen akademischen Gremien eine besondere Aufgabe zu. Es ist nicht mehr primär das „Rechen“-Zentrum wie in früheren Versorgungskonzepten, sondern „Dienstleistungs“- und „Kompetenz“-Zentrum für alle Belange der IV-Infrastruktur. Diese neue Rolle innerhalb eines verteilten kooperativen Versorgungssystems stellt steigende Anforderungen an die fachliche Qualifikation des Personals und erzwingt eine Umverteilung der Aufgaben innerhalb der HRZ, die eine Änderung der Personalstruktur in der Regel nötig macht.

Ein dezentrales, vernetztes Versorgungssystem bietet erhebliche Flexibilität und Nutzernähe, erfordert aber insgesamt einen größeren Personaleinsatz als ein zentral organisiertes Versorgungssystem, da das Prinzip der dezentralen IV-Grundversorgung zu einer tieferen und breiteren IV-Durchdringung aller Fachbereiche der Hochschulen auf der Basis einer Vielzahl heterogener Systeme führt. Eine Alternative zur dezentralen Versorgung bei der geforderten Funktionalität ist derzeit nicht sichtbar. Das Hochschulrechenzentrum kann und muß, falls es personell und apparativ angemessen ausgestattet ist, auch für den Betrieb dezentraler Systeme Unterstützung leisten.

Die Aufgaben des HRZ lassen sich unter folgenden Überschriften zusammenfassen:

- Kommunikationssysteme,
- zentrale Dienste,
- dezentrale Dienste,
- Kompetenzzentrum,
- Unterstützung der Hochschulleitung.

5.2 Betrieb der Kommunikationssysteme

Notwendige Voraussetzung für das Funktionieren des kooperativen Versorgungssystems ist, wie schon weiter oben dargestellt, das Kommunikationsnetz, das wegen dieser grundsätzlichen Bedeutung besonderer Beachtung bei allen Planungen bedarf. Es stellt eine komplexe Infrastruktur aus Übertragungsmedien (z. B. Leitungen) und aufeinander abgestimmten Hardware- und Softwarekomponenten (z. B. Übertragungseinrichtungen und Vermittlungseinrichtungen mit ihren Protokollen und Diensten) dar. Diese Struktur erfordert eine dauernde hauptamtliche Betreuung, die am besten von einer zentralen Einrichtung wahrgenommen werden kann. Als solche bietet sich das HRZ an. Die Aufgaben umfassen dabei:

- Planung, Aufbau und Betrieb des Hochschulnetzes. Hierzu gehören u. a. die Festlegung von Verkabelungsstrategien, Planung und Koordination der Netzinstallation, Entscheidungen über Netzprotokolle und Netzdienste, Auswahl und Beschaffung von Netzsoftware, die Auswahl und der Betrieb der aktiven Komponenten, die Beschaffung und der Betrieb von Managementwerkzeugen, zentrale Planung der Adreßvergabe, die Erfassung und Abrechnung kostenpflichtiger Netzdienste.

- Betrieb von Kommunikationsdiensten, Vermittlung von Electronic Mail, Einrichtung und Pflege von Verzeichnisdiensten, Bereitstellung von Informationsdiensten, Bereitstellung von Standard-Kommunikationssoftware.
- Betrieb von Gateways zu externen Netzen, insbesondere zu den regionalen, nationalen und internationalen Wissenschaftsnetzen und den öffentlichen Netzen.
- Beratung und Schulung in Kommunikationsfragen.

Eine erfolgreiche Realisierung des dezentralen verteilten Versorgungskonzeptes setzt Qualitätsmerkmale in bezug auf Leistungsfähigkeit, Stabilität und Verfügbarkeit voraus. Hierzu sind entsprechende Netz- und Systemmanagementkonzepte zu entwerfen und adäquate Managementwerkzeuge vorzuhalten. Insbesondere das gesamte Netzmanagement (einschließlich der Fehlerlokalisierung) und die aktiven Komponenten des Hochschulnetzes müssen in die Zuständigkeit und Verantwortung des HRZ fallen.

Die Verantwortung für eventuelle Subnetze der Verwaltungen, Bibliotheken, Kliniken, Institute und Fachbereiche kann je nach den örtlichen Gegebenheiten und Bedürfnissen beim HRZ oder der entsprechenden Einrichtung liegen. Die Abgrenzung der Verantwortlichkeiten muß klar festgelegt werden. Dies gilt vor dem Hintergrund des Zusammenwachsens von Telekommunikations- und Datenkommunikationseinrichtungen auch für die Abgrenzung zu den technischen Betriebsabteilungen der Hochschulen, hier in bezug auf Verkabelungssysteme und Telefonanlagen.

Das HRZ muß in Zukunft auch den Zugang von außen zum Hochschulnetz und den darüber erreichbaren Netzen und Diensten für eine große Zahl individueller Nutzer (Heim Arbeitsplätze von Studierenden und Mitarbeitern) bereitstellen.

5.3 Betrieb der zentralen Ressourcen

Hinsichtlich der maschinellen Dienstleistung ist das Rechenzentrum zuständig für den Spitzenbedarf. Dieser setzt sich aus zwei Teilen zusammen:

- einem quantitativen Anteil, für den zentrale Überlaufkapazität bereitgestellt werden muß, um Bedarfsschwankungen abzufangen,
- einem qualitativen Anteil, der sich auf Ressourcen richtet, die so teuer sind, daß sie nur durch die Zusammenfassung des Bedarfs mehrerer Nutzergruppen gerechtfertigt werden können.

Ausstattung und Arbeitsanfall im Rechenzentrum sind von der dezentral erbrachten Versorgung abhängig. Folgende Geräte müssen für die Hochschulen oder eine Versorgungsregion jeweils zentral bereitgehalten werden, sofern ein Bedarf nachgewiesen ist:

- Vektor- und/oder Parallelrechner als zentrale Arbeitsrechner.
- Spezielle Rechner mit neuer Architektur (z. B. Parallelrechner). Der Betrieb sollte in enger Kooperation mit den benutzenden Forschergruppen erfolgen.
- Pools von Workstations als Überlaufkapazität. Der zentrale Pool muß vergleichbare, zu den dezentralen Systemen kompatible Leistungen zur Abdeckung des Spitzenbedarfs bereitstellen.

- Compute-, Applikations-, Datei-, Archivierungs-, Kommunikations-, Informations- und andere Server mit allgemeiner Infrastrukturbedeutung.
- Teure Spezialgeräte wie zum Beispiel: Farblaserdrucker, Belichter für hochauflösende Satzausgabe, elektrostatische Ausgabegeräte für Großformate in Farbe, Farbscanner, Arbeitsplätze für multimediale Anwendungen.

Die Dimensionierung aller Geräte soll im allgemeinen auf den unmittelbaren Bedarf hin geschehen und nicht auf Vorrat. Die Ergänzung durch zusätzliche Geräte bei Bedarf ist normalerweise wirtschaftlicher als eine großzügige Vorratshaltung.

Das Rechenzentrum muß die zentral bereitgestellten Server planen, installieren, betreiben und die damit verbundenen Versorgungskonzepte, Verfahren und Betriebskonzepte weiterentwickeln. Durch das kooperative Versorgungskonzept ist ein abgestimmter Betrieb verschiedener, funktionell gewidmeter Server erforderlich. Dadurch ergibt sich eine gegenüber dem Betrieb großer Universalsysteme deutlich höhere Qualität für die zu erfüllenden Aufgaben, für die noch nicht in allen Bereichen adäquate Werkzeugunterstützung zur Verfügung steht. Die Dienste können zum Teil auch in Zusammenarbeit mit den Systemherstellern erbracht werden.

5.4 Unterstützung des Betriebs dezentraler Anlagen

Zum Betrieb der dezentralen Rechner in den Instituten ist eine Arbeitsteilung zwischen Institutsmitarbeitern und dem Hochschulrechenzentrum zwingend erforderlich. Im Regelfall liegt die Verantwortung für den Betrieb bei den Instituten. Diese müssen also auch den hierfür erforderlichen sächlichen und personellen Aufwand tragen. Es gibt aber Aufgaben, die bei allen Instituten anfallen und lokal wiederholt werden müssen, beispielsweise das Austesten und Einspielen neuer Versionen der Betriebssysteme. Das Rechenzentrum sollte unter dem Gesichtspunkt einer Reduzierung des Gesamtaufwandes geeignete Konzepte entwickeln und Dienstleistungen erbringen. Die wichtigsten Dienste, die der Wissenschaftler in einem solchen Versorgungssystem von einem Kompetenzzentrum benötigt, sind:

- Unterstützung bei der Auswahl und Beschaffung dezentraler Systeme, z. B. Arbeitsplatzrechner, laufende Marktbeobachtung, Tests gängiger HW/SW-Produkte, Beratung über Beschaffungsrichtlinien, Beantragung von Systemen, Aushandeln von Rahmenverträgen,
- Softwarebeschaffung und Verteilung: Bedarfsermittlung, Aushandeln von Sonderkonditionen (Campuslizenzen), Bereitstellen von Public Domain Software, Verteilung der Software, Informationsdienste über Softwarebestände und -lizenzen,
- Systemservice und Fehlerverfolgung: Anleitung zur Systembetreuung, Hilfe bei Fehlerdiagnose, Koordinierung der Fehlermeldungen, Bereitstellung neuer ausgetesteter Softwareversionen gängiger dezentraler Systeme,
- Systemverantwortung für dezentrale Systeme nach Einzelabsprache,
- Verkauf, Ausleihe und Entsorgung von Geräten, Software, Manualen und IV-Verbrauchsmaterial, um günstige Konditionen zu erzielen,

- Einrichtung einer Hotline für aktuelle Probleme und als zentrale Anlaufstelle,
- Schulung.

5.5 Kompetenzzentrum

Um die Kompetenz der Rechenzentren in ihrem gesamten Verantwortungsbereich zu gewährleisten und damit eine effiziente Beratung der Nutzer, insbesondere auch der Nutzer von Arbeitsplatzrechnern, sicherzustellen, ist die Einrichtung von Arbeitsplatzrechnerlabors mit entsprechender Softwareausstattung in den Rechenzentren notwendig. Hier muß eine typische Anlagenauswahl modernsten Zuschnitts sowie ein breit gefächertes Softwareangebot für Erprobungszwecke und zur Orientierung für Interessenten aus der Hochschule verfügbar sein.

Darüber hinaus ist das Bereithalten von Informationen und Kenntnissen nötig. Eine Expertise, die bei der täglichen Rechnernutzung benötigt wird, sollte dezentral verfügbar sein. Kenntnisse, die in einem Institut seltener benötigt werden, beispielsweise nur einmal je Monat, sollten bei Spezialisten oder elektronisch über das Netz im Rechenzentrum abrufbar sein. Die Expertise, die noch seltener benötigt wird, kann auch im Rechenzentrum nicht mehr wirtschaftlich vorgehalten werden. In diesen Fällen ist ein Zugriff auf Firmen oder Informationsdienste erforderlich.

Das Rechenzentrum muß den Informationsfluß zu den Anwendern hin auch dadurch unterstützen, daß es kompetente Benutzer zusammenführt und als Informationsbörse wirkt. Die Kompetenz des Rechenzentrums kann nur durch die bewußte Beschränkung auf ein wohldefiniertes Soft- und Hardwarespektrum erreicht werden.

Die Rechenzentren werden künftig daran gemessen werden, inwieweit sie in der Lage sind, dem Informationsbedarf der Benutzer über die von ihnen vermittelten oder selbst bereitgestellten Dienste zu entsprechen. Um hierbei Effizienz zu erreichen, werden personelle Umstrukturierungen im Rechenzentrum nötig sein, aber auch wissensbasierte und selbsterklärende Systeme stärker zum Einsatz kommen müssen.

Das HRZ hat gezielt Informationsdienste bereitzustellen über

- öffentlich zugängliche Datenbanken einschließlich Abfragesprachen und Zugangskonditionen,
- wichtige landes- oder bundesweit angebotene Dienste für die Hochschulen, z. B. ASK⁶, ARCHIE⁷, WWW⁸, LEO⁹
- Systeme und Software sowie Schnittstellen,
- Dienstleistungsangebote des HRZ.

Das HRZ sollte über die individuelle System- und Anwendungsberatung hinaus Kurse zu Standardthemen anbieten, etwa zu Benutzerschnittstellen, Kommunikationsmöglichkeiten, Systembetreuung, Einführung in Softwarepakete.

⁶Akademische-Software-Kooperation

⁷System zum Suchen öffentlich zugänglicher Software

⁸World Wide Web Worm

⁹Link Everything Online

Aus dem Spannungsfeld zwischen Dienstleistung auf allen Niveaustufen und Einbindung neuester Techniken und Produkte in bestehende komplexe Systeme erwachsen technisch-wissenschaftliche Fragen und Herausforderungen. Zu ihrer Bewältigung muß das Rechenzentrum eine möglichst enge Kooperation mit den Anwendern in den Fachbereichen und eine stärkere Anlehnung an die Forschung und Entwicklung im Bereich der praktischen bzw. technischen Informatik suchen. Hier sind viele Wege denkbar. Sie reichen von einer engen fachlichen Kooperation mit den Anwendern in den Fachbereichen oder mit einschlägigen Entwicklungsteams der IV-Industrie bis hin zu einem verteilten Kompetenzzentrum, in welchem z. B. Mitarbeiter (oder eine Abteilung) des Rechenzentrums organisatorisch in andere bestehende interdisziplinäre zentrale wissenschaftliche Einrichtungen der Hochschule mit eingebunden sind, um forschungsnah mit den Anwendern auf zeitbefristeten Stellen den Einsatz neuester Technologie kennenzulernen. Die Ausbildung und Fortbildung der Rechenzentrumsmitarbeiter im Hinblick auf die in den Fachbereichen nachgefragte Unterstützung sollte auch durch Promotionen oder Habilitationen z. B. im Bereich der praktischen Informatik und des wissenschaftlichen Rechnens gefördert werden.

5.6 Unterstützung der Hochschulleitung

Das IV-Versorgungssystem der Hochschule einschließlich des Netzes ist ein wesentlicher Bestandteil der Infrastruktur. Seine große Bedeutung für Forschung und Lehre und die hohen Aufwendungen machen es erforderlich, daß die Leitungsgremien der Universität ihm mehr Aufmerksamkeit widmen. Im einzelnen sind dessen Aufgaben u. a.:

- Entwurf der Hochschulstrategie für die Informationsverarbeitung,
- Vorbereitung der mittelfristigen IV-Entwicklungs- und Investitionspläne für die Hochschule,
- dauernde Aktualisierung der Planung,
- Bewertung einzelner Entscheidungsalternativen,
- Ausarbeitung hochschulweit gültiger Regeln über Hardware, Software, Netzchnittstellen, Systemparameter, Anwendungspakete, Nutzungsregeln,
- Begutachtung von Vorhaben mit übergreifender Bedeutung,
- Unterstützung der Leitungsgremien bei der Vorbereitung wichtiger Entscheidungen auf dem DV-Sektor.

5.7 Zusammenarbeit der Hochschulrechenzentren

Umfang und Komplexität der Anforderungen an das Rechenzentrum der Zukunft erzwingen angesichts der begrenzten Kapazitäten die Arbeitsteilung zwischen den Rechenzentren eines Landes und darüber hinaus.

Mit der Verfügbarkeit schneller Netze und zunehmender Fernkooperation der Wissenschaftler wird der Ort, an dem Server für bestimmte Anwendungsbereiche aufgestellt sind,

sekundär. Damit wird aber auch die Arbeitsteilung und Kooperation zwischen den Hochschulrechenzentren möglich und nötig. Sie muß besonders im Hinblick auf die begrenzten maschinellen und vor allem personellen Ressourcen ausgebaut werden. Es ist deshalb erforderlich, daß zwischen den Rechenzentren eines Landes die Aufgaben hinsichtlich der Bereithaltung bestimmter Hardware, Software und Fachkenntnis aufgeteilt werden und die Rechenzentren sich spezialisieren. Dazu ist eine landesweite Absprache notwendig.

Auch die länderübergreifende Kooperation muß enger werden. Ein besonderes Problem stellt dabei die Nutzung von Rechnern und Netzdiensten über die Landesgrenzen hinweg dar. Es ist dringend wünschenswert, daß die Länder Vereinbarungen treffen, die dies ohne verwaltungsmäßige Erschwernisse für die Wissenschaftler ermöglichen. Ohne derartige Regelungen wird es nicht möglich sein, die Beschaffung von Höchstleistungsrechnersystemen auf wenige Exemplare zu begrenzen.

6 Medizinische Informationsverarbeitung

6.1 Bedarf

Eine umfassende Informationsverarbeitung in Krankenhäusern wird heute sowohl vom Krankenhausmanagement als auch vom ärztlichen, pflegerischen und administrativen Personal erwartet. Dies gilt in besonderem Maße für die Universitätskliniken mit den spezialisierten diagnostischen und therapeutischen Aufgaben im Rahmen der Maximalversorgung. Durch das Gesundheitsstrukturgesetz werden die Anforderungen an eine zeitgerechte Dokumentation von Diagnosen, an die Erfassung von diagnostischen und therapeutischen Leistungen und deren Kosten sowie an die Analyse dieser Daten für das Qualitäts- und Kostenmanagement wesentlich erhöht. Um die gesetzlichen Auflagen zu erfüllen und eine wirtschaftliche Betriebsführung zu gewährleisten, muß das Krankenhausmanagement zukünftig in noch stärkerem Maße in der Lage sein, Daten aus allen Bereichen eines Klinikums zeitnah und in der benötigten Aggregationsform zu gewinnen. Für viele qualitätssichernde Maßnahmen in der Patientenversorgung wird eine IV-Infrastruktur im ärztlichen und pflegerischen Bereich vorausgesetzt.

Für diese Aufgaben sind in den Universitätsklinika leistungsfähige und umfassende Krankenhausinformationssysteme erforderlich, die alle Bereiche des Klinikums versorgen und die autorisierten Benutzern unter Wahrung der datenschutzrechtlichen Belange multimediale Daten, Informationen sowie wissensbasierte Funktionen überall dort zur Verfügung stellen, wo sie benötigt werden. Das ärztliche und pflegerische Personal muß von unnötigen repetitiven Arbeiten entlastet und bei der Patientenversorgung durch unmittelbare Zugriffsmöglichkeiten auf Daten und Informationen über Patienten sowie auf medizinisches Wissen und qualitätssichernde Standards in Diagnostik und Therapie unterstützt werden. Es muß sichergestellt sein, daß die für Qualitätssicherung und Management benötigten Daten soweit wie möglich im Rahmen des Versorgungsprozesses erhoben werden können und nicht zusätzlich erfaßt werden müssen. Weiterhin müssen die personellen Ressourcen für ein adäquates Management der oft sehr heterogenen Krankenhausinformationssysteme bereitgestellt werden.

Beim Aufbau der Informationsverarbeitung in den Universitätsklinika ist zu berücksichtigen, daß Forschung und Lehre in der Medizin nur in enger Verbindung mit der ärztlichen Betreuung von Patienten möglich ist. Der Zugriff auf internationale Informations- und Wissens-Server muß deshalb ebenfalls unter Berücksichtigung der erhöhten Datenschutzerfor-

derungen gewährleistet sein. Diese Dienste müssen auch Studierenden und in Ausbildung befindlichem Personal verfügbar sein.

Die Universitätsklinika sind als Krankenhäuser der Maximalversorgung ein wichtiger Teil von Gesundheitsversorgungsregionen. Eine adäquate Kommunikation mit anderen Einrichtungen des Gesundheitswesens, besonders mit anderen Krankenhäusern und mit Arztpraxen, gewinnt zunehmend an Bedeutung für die medizinische Versorgung.

6.2 Zur gegenwärtigen Ausstattung

Trotz des noch sehr unterschiedlichen Entwicklungsstandes der medizinischen Informationsverarbeitung in den einzelnen Universitätsklinika ist überall eine deutliche Bereitschaft zu Investitionen in die IV-Infrastruktur und zur Ablösung veralteter Systeme zu beobachten. In allen Universitätsklinika wird der Ausbau umfassender Versorgungsnetze intensiv vorangetrieben. Ältere, mainframe-basierte Systeme für Patientenverwaltung und Krankenhausadministration werden zunehmend durch datenbankorientierte, in Client-Server-Technologie entwickelte Verfahren abgelöst. Für die Kommunikation zwischen administrativen und funktionspezifischen Systemen (Labor, Radiologie etc.) werden Standardschnittstellen mit Kommunikations-Servern eingeführt. In einzelnen Klinika ist der Ausbau der IV-Infrastruktur und der Informationsverarbeitung bereits so weit vorangeschritten, daß Leistungsanforderungen erfaßt und Ergebnisse zeitnah auf die Stationen übermittelt werden können und an allen Arbeitsplätzen Zugriffsmöglichkeiten auf Informationsdienste bestehen. Leistungsdaten werden häufig bereits automatisch erfaßt und an administrative Systeme übermittelt.

Betriebsgebundene Verfahren, insbesondere Finanzbuchhaltung, Anlagenbuchhaltung und andere Nebenbuchhaltungen sowie die Kosten-Leistungs-Rechnung, sind in allen Kliniken verfügbar. Vielfach werden Daten jedoch innerhalb der Klinika nicht online erfaßt. Dialogorientierte Zugriffe auf Daten für die Betriebssteuerung sind dadurch häufig nicht zeitnah oder nur eingeschränkt möglich. Verfahren zur Unterstützung von Materialwirtschaft und Bestellwesen haben angesichts der Kostendiskussion zunehmend an Bedeutung gewonnen. Landesweite Konzepte zur Einführung integrierter Systeme für die betriebsgebundenen Verfahren wurden aufgestellt und werden realisiert.

Bei den Anwendungssystemen für die Funktionsdiagnostik sind vor allem Systeme für klinisch-chemische Labors, Radiologie, Pathologie, Mikrobiologie und Blutbank weiter verbreitet. Für diese Systeme werden marktgängige Produkte angeboten, vielfach bereits unter UNIX und mit modernen Datenbankverwaltungssystemen.

Systeme zur Speicherung und Übertragung von Bilddaten werden in einzelnen Klinika erprobt. Für die Kommunikation mit diesen Systemen werden zunehmend Standardschnittstellen eingesetzt. Zur Anwendung kommen weiterhin Verfahren zur elektronischen Speicherung von Patientendaten unter Verwendung optischer Archivierungssysteme.

Deutliche Defizite bestehen noch bei der Unterstützung der ärztlichen und pflegerischen Tätigkeit auf den Stationen und in den Ambulanzen und beim Aufbau elektronischer Patientenakten. Hier ist ein zunehmender Bedarf zu beobachten, für den marktreife Produkte noch nicht ausreichend verfügbar sind.

Ältere Systeme, mit denen die Anforderungen des Gesundheitsstrukturgesetzes nicht mehr erfüllt werden können, werden zunehmend durch Neuentwicklungen abgelöst.

6.3 Künftige Versorgung

Das Gesundheitsstrukturgesetz hat in allen Bereichen der Klinika das Bewußtsein gestärkt, daß Verfahren der Informationsverarbeitung unerlässlich sind, um ein effektives Management des Krankenhausbetriebes und eine qualitativ hochwertige Versorgung der Patienten kontinuierlich zu gewährleisten. Den dadurch gegebenen Anforderungen muß die Medizinische Informatik in zunehmendem Maße gerecht werden. Krankenhausinformationssysteme müssen deshalb so weiterentwickelt werden, daß sie

- multimediale Daten und Informationen über Patienten zeitgerecht, umfassend und vollständig bereitstellen können,
- den Aufbau einer umfassenden elektronischen Krankenakte fördern,
- die Erfassung von Anforderungen und Leistungen am Arbeitsplatz, z. B. durch mobile Systeme, effektiv unterstützen,
- den Zugriff auf lokale und weltweite Informations- und Wissens-Server am Arbeitsplatz gewährleisten,
- die Patientenversorgung durch wissensbasierte Funktionen und aktives Monitoring von Entscheidungen unterstützen,
- Kosten- und Leistungsdaten automatisch übermitteln,
- dem Krankenhausmanagement Daten und Informationen zeitnah und in variablen Aggregationsformen zur Verfügung zu stellen, um eine effektive, kostengünstige und wirtschaftliche Betriebsführung zu ermöglichen,
- leicht an neue gesetzliche Anforderungen sowie an spezifische Probleme von Arbeitsplätzen und Leistungsstellen angepaßt werden können,
- eine hohe, praktisch ausfallfreie Verfügbarkeit der Daten gewährleisten,
- die Belange von Datenschutz und Datensicherheit erfüllen,
- die elektronische Kommunikation mit Gesundheitsversorgungseinrichtungen außerhalb der Klinika unterstützen.

Die Krankenhausinformationssysteme sollen auf der Basis von integrierten, offenen Anwendungssystemen in Client-Server-Architektur konzipiert sein, innerhalb derer funktionsspezifische Aufgaben durch eigene, über Standardschnittstellen für die medizinische Kommunikation verbundene Server wahrgenommen werden.

Server und Clients sind durch ein klinikweites, auch für die Übertragung multimedialer Daten geeignetes, gegen Zugriff von außen besonders abgesichertes Netz verbunden. Alle Bereiche des Gesamtsystems — d.h., Hardware, Netze, Software und periphere Arbeitsplätze — sind so auszulegen, daß die Belange des Datenschutzes und der Datensicherheit erfüllt werden können und die in Kliniken notwendige hohe Verfügbarkeit gewährleistet ist.

Konsistenz und Integrität der Daten sind durch umfassende Datenmodelle und einheitliche Datendefinition in zentralen Thesauri sicherzustellen. Für die Datenspeicherung sind relationale und objektorientierte Datenbanken einzusetzen. Veralterte, nicht mehr in die dargestellten Konzepte einzuordnende Systeme sind in verstärktem Maße abzulösen.

Bei allen Anwendungssystemen ist der Übergang zu offenen, marktgängigen Systemen anzustreben. Eigenentwicklungen sollten nur noch bei der Piloterprobung neuartiger Organisations- und Verfahrenskonzepte Bedeutung haben. Bei kommerziellen Neuentwicklungen sollten mehrere Pilotanwender verfügbar sein. Generell ist anzustreben, daß für alle Anwendungsbereiche mehrere kommerziell vertriebene Systeme am Markt bereitstehen.

Wissenschaftliche Anwendungssysteme sollten von den Systemen für die Krankenversorgung getrennt sein. Möglichkeiten des Zusammenwirkens unter Berücksichtigung der Belange des Datenschutzes sind vorzusehen.

Klinische Rechenzentren

Die Betreuung aller Bereiche der Informationsverarbeitung der Universitätsklinik wird durch klinische Rechenzentren wahrgenommen, die in enger Zusammenarbeit mit den Instituten für Medizinische Informatik vor allem die Routineaufgaben der IV-Versorgung übernehmen. Zu den wesentlichen Aufgaben der klinischen Rechenzentren gehören:

- das Management der Krankenhausinformationssysteme,
- die Systembetreuung der Anwendungs- und Rechnersysteme,
- das Management der Kliniknetze,
- die Administration der Datenbanken,
- die organisatorische Betreuung von zentralen Funktionen wie Data Dictionary und Informationsdiensten,
- die Beschaffung und Betreuung von PC-Systemen und Software,
- die Integration und Unterstützung der Subsysteme von Abteilungen,
- die kontinuierliche Schulung der Mitarbeiter der Klinik.

Die Fachverantwortung für die klinischen Rechenzentren liegt bei den Instituten für Medizinische Informatik. Dort sollten langfristig für die Leitung der klinischen Rechenzentren Professuren für angewandte Medizinische Informatik angestrebt werden. Die personelle Ausstattung der klinischen Rechenzentren ist den zunehmenden Aufgaben durch den Ausbau der Informationsverarbeitung in den Klinika anzupassen.

7 Bibliotheken

Die wissenschaftlichen Bibliotheken sehen sich aufgrund der Entwicklungen der Telekommunikations- und Rechnertechnik weitreichenden Veränderungen ausgesetzt. Neue Möglichkeiten der wissenschaftlichen Kommunikation sowie der Produktion, Nutzung und

Verteilung von wissenschaftlichen Informationen und Publikationen stellen neue Anforderungen an die Kooperation der Infrastruktureinrichtungen für Lehre und Forschung sowie an die Weiterentwicklung von Informationsdiensten und Anwendungsprogrammen für Forschung und Lehre im Bereich digitaler Bibliotheken und elektronischer Publikationen. Darüber hinaus sehen sich die Bibliotheken wachsender Konkurrenz durch internationale kommerzielle Informationsanbieter und Medienkonzerne gegenüber, die ihre über Internet zugänglichen Leistungsangebote zunehmend erweitern und sehr aggressiv vermarkten.

7.1 Bedarf

Auf den verschiedenen institutionellen Ebenen der wissenschaftlichen Hochschulen werden computergestützte Bibliothekssysteme für die Beschaffung, Erschließung und Ausleihe von Literatur sowie den Zugang zu extern verfügbaren Informationssystemen und die Dokumentenlieferung eingesetzt. Ausgangspunkt ist dabei die zentrale Hochschulbibliothek. Ihre Dienstleistungen können jedoch durch Fachbereichs- oder Institutsbibliotheken ergänzt und erweitert werden.

Weiteres Element sind die regionalen und überregionalen Bibliotheksverbundzentren, die bisher primär auf Katalogisierungs- und Katalogfunktionen beschränkt waren, in naher Zukunft jedoch weitere Aufgaben, die sich primär aus Vermittlungs- und Schaltfunktionen ergeben, wahrnehmen werden. Unabdingbare Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit ist eine konsequente Vernetzung der Bibliothekssysteme untereinander. Dabei sind weitgehend standardisierte Datenformate und Kommunikationsprotokolle einzusetzen.

Die Aufgabenstellung wissenschaftlicher Bibliothekssysteme wird sich in naher Zukunft wesentlich erweitern. Schon heute wird erwartet, daß neben der Verfügbarkeit der in einem System vorhandenen Bestände über einen campusweit ausgebauten OPAC (Online Public Access Catalogue) Literaturrecherchen in lokalen, überregionalen und internationalen Beständen angeboten werden und die Dokumentenlieferung in elektronischer Form integriert ist.

Der Zugang zu allen Bibliotheksdienstleistungen muß nicht nur von den Bibliothekseinrichtungen selbst, sondern auch vor allem über die Arbeitsplatzrechner der Wissenschaftler möglich sein; in Analogie gilt dies auch für die Studierenden, die über die CIP-Pools und gegebenenfalls über weitere öffentlich zugänglichen Rechner und über Heimarbeitsplätze Zugang erhalten müssen. Die dazu notwendigen Voraussetzungen der Einbindung der Bibliothekssysteme in die Computernetze sind inzwischen weitgehend gegeben.

In Kürze ist auch davon auszugehen, daß der Prozeß der Substitution von gedruckten Medien durch digitale Medien weiter fortschreitet und weitere Formen wie etwa Multimediaanwendungen an Boden gewinnen werden. Um diese teilweise unterschiedlichen Dienstleistungen in einem geschlossenen Konzept anbieten zu können, ist es notwendig, daß die Bibliotheken sich hinsichtlich ihrer Hardware- und Softwareausstattung konsequent in die bestehende Hochschulstrukturen einfügen und der in der Vergangenheit typische Einsatz von bibliotheksspezifischen „Insellösungen“ zugunsten kompatibler Komponenten aufgegeben wird.

7.2 Zur gegenwärtigen Ausstattung

In den letzten Jahren haben die Hochschulbibliotheken große Anstrengungen unternommen, um moderne dialogorientierte Systeme einzuführen. Dabei wird heute UNIX-basierten Produkten zumindest auf lokaler Ebene eindeutig der Vorzug gegeben. Gleichzeitig sind jedoch

noch erhebliche Anstrengungen notwendig, um auf standardisierten Bausteinen beruhende Hardware- und Softwarelösungen auch für die Verbundebene zu realisieren. Im Hinblick auf die Vernetzung gilt es festzuhalten, daß insbesondere im lokalen Bereich erhebliche Fortschritte erzielt worden sind. Die Kopplung über Wide-Area-Networks ist zur Zeit aber noch erheblich verbesserungsfähig. In diesem Zusammenhang ist positiv anzumerken, daß die von bibliothekarischer Seite her eingeleiteten Aktivitäten sich primär auf die Nutzung von Internet-Protokollen beziehen.

7.3 Künftige Versorgung

In den Hochschulbibliotheken sind wegen der geforderten Betriebsverhältnisse zugunsten einer dauernden Verfügbarkeit dedizierte Computersysteme vorzusehen. Das Versorgungskonzept weist eine dreistufige Struktur auf. Bibliotheksverbundzentren halten zentrale und kooperativ geführte Dienstleistungen auf regionaler und überregionaler Ebene bereit und unterstützen über Vernetzung die Benutzer der lokalen Bibliotheken durch Datenangebote bei der Erfassung von Schriftgut sowie den Zugriff auf externe Informationsdienstleistungen und Relaisfunktionen für die Dokumentenlieferungen. Die Integration der Bibliothekssysteme in die Computernetze der Hochschulen ist weiterzuentwickeln. In naher Zukunft muß der Schwerpunkt darauf liegen, zum einen auch von den Arbeitsplatzrechnern aus Recherchen und Zugriffe auf die Informationen über graphische Bedienoberflächen zu realisieren und zum anderen Multimediaprodukte in das Dienstleistungsangebot der Bibliothekssysteme einzubinden. Hierfür sind die bestehenden Netze auszubauen, und auch die Leistungsfähigkeit der Endgeräte ist zu verbessern.

Darüber hinaus sind im Hinblick auf den zu erwartenden fundamentalen Wandel von einer auf Dokumenten basierenden Versorgung zu inhaltsorientierten Strukturen neue konzeptionelle und technische Lösungen zu entwickeln. Dies erfordert auch zusätzliche Investitionen.

Ein weiterer Schwerpunkt der künftigen Versorgung liegt in der Ablösung bestehender Bibliothekssysteme durch moderne Hard- und Softwareumgebungen. Den damit verbundenen Migrationsarbeiten ist vermehrt Aufmerksamkeit zu schenken. Es muß sichergestellt sein, daß die in den nächsten Jahren zunehmend häufiger notwendig werdende Systemumstellung unter Beachtung der beiden als gleichwertig anzusehenden Aspekte Funktionalität und Standardisierung realisiert wird.

8 Hochschulverwaltung

8.1 Bedarf

Wegen der großen Anzahl Studierender muß die Automation in allen Bereichen der Verwaltung an den Hochschulen umfassend ausgebaut werden, um dadurch die gebotenen Rationalisierungsmöglichkeiten im Interesse einer Effizienzsteigerung und einer Kostenreduzierung auszuschöpfen. Zielsetzung ist ein integriertes computergestütztes Verwaltungssystem, welches sowohl die zentralen Verwaltungsinstanzen als auch die dezentralen Verwaltungseinrichtungen auf Fachbereichs- und Institutsebene einschließt. Zum Umfang der Verwaltungsautomatisierung zählt zunächst die Büroautomation, insbesondere Textverarbeitung und Dokumentenverwaltung mit Anschluß an Datenübertragungseinrichtungen im regionalen und

überregionalen Verbund. Dazu kommen Anwendersysteme für die Verwaltung von Finanzmitteln, Planstellen, Personal, Material und Gebäuden sowie die computergestützte Gremienarbeit. Die Einbeziehung der Prüfungsämter in das computerunterstützte Verwaltungssystem ist unabdingbar. Hierfür müssen Anwendersysteme zur Verwaltung der Studienleistungen im Vor- und Hauptstudienabschnitt, zur Erstellung von Benachrichtigungen, Bescheinigungen und Urkunden, zur Organisation der Prüfungen und zur Kontrolle des Studienablaufes zum Einsatz kommen.

8.2 Zur gegenwärtigen Ausstattung

Trotz Verbesserungen und Neuinvestitionen ist der Bestand an computergetützten Verwaltungssystemen in den Hochschulen durch Heterogenität und deutliche Defizite sowohl im Funktions- als auch im Versorgungsumfang gekennzeichnet. Eine flächendeckende Ausstattung der einzelnen Verwaltungen mit Rechnern und der dazugehörigen Netzanbindung geht nur zögernd voran. An den meisten Hochschulen werden proprietäre Rechenanlagen für die Studentenverwaltung eingesetzt. Die Softwaresysteme werden in verschiedenen Varianten von der Hochschul-Informationssystem GmbH (HIS) geliefert. In jüngster Zeit werden zunehmend UNIX-Systeme eingesetzt. Dies gilt insbesondere für Neuausstattungen.

Bei der Versorgung mit IV-Systemen sind auf der Ebene der Fachbereiche und Institute teilweise gravierende Lücken zu beklagen. Hier fehlen sowohl Hardware- als auch Softwaresysteme für den Verwaltungsbereich. Durch die unterschiedlichen Verfahrensweisen und Verfahrensabläufe der einzelnen Verwaltungen und Prüfungsämter ergeben sich Schwierigkeiten beim Einsatz standardisierter Anwendungsprogramme. Für die Anpassung dieser Anwendungssysteme am jeweiligen Einsatzort entstehen erhebliche Kosten.

8.3 Künftige Versorgung

Die Automatisierung der Hochschulverwaltungen erfordert wegen der speziellen Betriebsverhältnisse und wegen des Datenschutzes dedizierte IV-Systeme. An den Hochschulen sind dezentrale Versorgungsstrukturen sowohl für die jeweiligen Verwaltungseinheiten als auch für die Fachbereiche und Prüfungsämter vorzusehen. Die Vernetzung kann durch die Nutzung des Computernetzes der Hochschule erfolgen; allerdings müssen qualifizierte Verfahren des Datenschutzes eingesetzt werden, um eine sichere Trennung zwischen hochschulöffentlicher Kommunikation und Verwaltungskommunikation zu erreichen. Bei Datenschutzproblemen ist auch ein separates Kommunikationsnetz für die Verwaltung in Erwägung zu ziehen. Als Anwendersystem sollte portable Standardsoftware verwendet werden. Bei der Wahl der Datenbank muß auf standardisierte Schnittstellen geachtet werden, um die Portabilität und die Nutzung in einer heterogenen Systemumgebung zu gewährleisten. Zukunftsweisende Konzepte in dem Bereich der Anwendungsprogramme, durch die weitere Rationalisierungen und Einsparungen möglich sind, sollten auf ihre Nutzbarkeit in der Hochschulverwaltung geprüft werden. Denkbare Konzepte und Technologien könnten hierbei sein:

- Benutzung von Chipkarten für die Studentenausweise,
- Verwaltung von Material über „Börsen“ (z. B. bei der Verwaltung von Chemikalien),

- Verwendung von Multimediatechniken wie Multimedia-Mail oder Multimedia-Kooperation,
- flexible und effiziente Ausnutzung der vorhandene Räume durch eine computer-gestützte Verwaltung,
- Zusammenlegen von Lehrveranstaltungen innerhalb einer Universität oder über mehrere Universitäten hinweg mit Hilfe von Multimediatechniken.

Bei den einzelnen IV-Systemen erscheint eine verteilte Struktur nach dem Client-Server-Prinzip für eine moderne Verwaltungsautomation sinnvoll. Jeder Arbeitsplatz wird mit einem vollwertigen Arbeitsplatzrechner ausgestattet, welcher auf Server z. B. für Datenbanken, Druckaufträge oder komplexere Berechnungen für die Finanzverwaltung zurückgreift. Bestimmend für die Systemgestaltung sollten hierbei Kosten, Betriebsverhalten und Ausfallsicherheit für den gegebenen Anwendungsfall sein. Für die Sekretariate und Lehrstühle ist unter der Beachtung des Datenschutzes ein flächendeckender Anschluß an das Verwaltungssystem durch entsprechende Vernetzung anzustreben.

Für alle Teilsysteme läßt sich zusammenfassend sagen, daß ausgehend von zentralen gemeinsamen Datenbanksystemen eine Integration von dezentralen IV-Anlagen mit Hilfe von Vernetzung erreicht werden soll. Auf die Belange des Datenschutzes muß hierbei besonders geachtet werden.

9 Zum Finanzbedarf

9.1 Stand der Versorgung

Der Darstellung des gegenwärtigen Versorgungsstandes liegen die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft dem Wissenschaftsrat empfohlenen Anmeldungen im Rahmen des HBFG-Verfahrens zugrunde. Beschaffungen von Rechnern außerhalb dieses Verfahrens können nur grob geschätzt werden. Es gibt Anhaltspunkte dafür, daß der finanzielle Umfang dieser Beschaffungen bei PCs und Workstations mindestens die Größenordnung dessen erreicht, was im HBFG-Verfahren in diesen Kategorien finanziert wird. Bei Rechnern mit einem Einzelpreis über der Bagatellgrenze des Verfahrens machen die Beschaffungen an den Hochschulen außerhalb dieses Verfahrens nur wenige Prozente des Gesamtbestandes aus.

Der betrachtete Zeitraum beginnt mit dem Jahr 1991, dem Jahr, in dem zum ersten Mal auch in den neuen Bundesländern Investitionen an den Hochschulen nach dem HBFG-Verfahren finanziert wurden. Die folgenden Tabellen beziehen sich daher auf das gesamte Bundesgebiet.

Computerinvestitionsprogramm (CIP)

Basis für die DV-Versorgung im Bereich der Lehre ist das im Jahre 1985 eingerichtete Computerinvestitionsprogramm. Tabelle 1 zeigt die Entwicklung des Programms in den letzten Jahren.

Von 1991 bis 1995 wurden 17 096 Rechnerarbeitsplätze für 224 Millionen DM im Rahmen des CIP empfohlen. Der mittlere Systempreis je Arbeitsplatz betrug im Jahr 1995 10,8 TDM.

	1991	1992	1993	1994	1995	Summe
Pools	192	287	197	169	151	996
Arbeitsplätze	2945	4476	3278	3325	3072	17 096
Mio DM	49,4	60,1	42,3	39,0	33,2	224,0

Tabelle 1: Empfohlene HBFG-Anmeldungen im Rahmen des CIP.

	1991	1992	1993	1994	1995	Summe
Cluster	210	348	346	170	137	1211
Arbeitsplätze	1921	3298	3580	1861	1624	12 284
Millionen DM	53,1	89,0	85,5	40,2	36,5	304,3

Tabelle 2: Empfohlene HBFG-Anmeldungen im Rahmen des WAP.

Der Systempreis je Rechnerarbeitsplatz ergibt sich aus den Gesamtkosten eines Systems, die Server, Arbeitsplatzrechner, Grundsoftware, Anwendungssoftware, Netzanteile und Peripheriegeräte beinhalten, dividiert durch die Zahl der Arbeitsplätze. Der Systempreis unterscheidet sich daher deutlich von dem Preis des Einzelrechners. Der Systempreis lag in den Jahren von 1987 bis 1991 bei 17 TDM. Bis zum Jahre 1995 ist er kontinuierlich auf 10,8 TDM gefallen. In den Jahren 1992 bis 1995, dem Zeitraum, für den die letzten Empfehlungen der Kommission für Rechenanlagen ausgesprochen wurden, lagen die jährlichen Anmeldungen für das CIP im Mittel bei 45 Millionen DM. In den Empfehlungen wurden 63 Millionen jährlich für erforderlich gehalten.

Arbeitsplatzrechner für Wissenschaftler

Die Förderung des Wissenschaftler-Arbeitsplatzprogramms (WAP) wurde in den Bundesländern mit unterschiedlicher Intensität vorangetrieben. Bis heute ist in vielen Bundesländern eine mangelhafte Finanzierung des WAPs zu beobachten. Die Bedeutung des Programms zeigte sich in den ersten Jahren in einem relativ schnellen Anstieg auf 85 Millionen DM im Jahre 1993.

Vermutlich auch finanzielle Restriktionen im HBFG-Verfahren haben von 1993 an besonders bei den WAP-Rechnern zu einem erheblichen Einbruch geführt. Die Kommission für Rechenanlagen hatte von 1992 bis 1995 hier jährliche Investitionen von 109 Millionen DM für erforderlich gehalten. Diese Zahl wurde nicht annähernd erreicht. Bei der Ausstattung mit Arbeitsplätzen für Wissenschaftler scheint sich eine Lücke in der Rechnerversorgung der Hochschulen der Bundesrepublik zu öffnen. Dieses Defizit erhielt zusätzliches Gewicht, weil dadurch auch der breite Zugang zu den schnellen Kommunikationsnetzen behindert würde. Tabelle 2 zeigt die Entwicklung in diesem Programm.

Gesamte DV-Investitionen

Unter "dedizierte Systeme" wurden dezentrale Rechner wie z. B. CIP-Pools, WAP-Cluster und lokale Server zusammengefaßt. Tabelle 3 zeigt einen kontinuierlichen Rückgang bei den DV-Investitionen von 1992 bis 1995. Zur Zeit ist nicht erkennbar, wie die Lücke in der DV-

	1991	1992	1993	1994	1995
dedizierte Systeme	139,7	226,4	173,3	131,6	104,3
Rechenzentren	160,5	78,3	56,7 ^a	59,4	76,2
Medizin	54,2	51,2	31,2	72,9	47,5
Bibliotheken	9,5	22,5	26,0	16,7	20,8
Verwaltung	10,1	9,0	9,2	12,1	13,8
Summe	374,0	387,5	296,4	292,7	262,6

Tabelle 3: Kosten in Millionen DM für im HBFV-Verfahren empfohlene DV-Beschaffungen.

^a1994 wurde auch der Stuttgarter Höchstleistungsrechner im Wert von 70 Millionen DM empfohlen, der hier nicht berücksichtigt wurde

	A	B
dedizierte Systeme	158	258
Rechenzentren	67	70
Medizin	51	60
Bibliotheken	22	20
Verwaltung	11	12

Tabelle 4: Jährliche Empfehlungssumme (A) und Bedarf (B).

Ausstattung geschlossen werden kann. Bei den folgenden Abschätzungen des Finanzbedarfs für die nächsten Jahre wird aber dieses Defizit nicht mit vorgetragen. Jedoch sollte seine Bremswirkung auf die Entwicklungsdynamik der wissenschaftlichen Fächer bei der Planung künftiger Investitionen nicht unterschätzt werden.

Die über die Jahre 1992 bis 1995 gemittelten, jährlich empfohlenen Summen für Anträge im HBFV-Verfahren (A) werden in der folgenden Aufstellung (Tabelle 4) dem Bedarf für die gleichen Jahre (B) gegenübergestellt (alle Angaben in Millionen DM).

Zusammenfassend läßt sich feststellen: Die Ausstattung für Wissenschaftler und Studierende im HBFV-Verfahren hat erheblich — es fehlten jährlich etwa 100 Millionen DM — unter den finanziellen Restriktionen der letzten Jahre gelitten. Klinika, Bibliotheken und Hochschulverwaltungen hingegen wurden ausreichend gefördert.

9.2 Arbeitsplätze für Studierende

Die Grundausbildung der Studierenden in der Datenverarbeitung wird in Zukunft überwiegend an PCs erfolgen mit einem Arbeitsplatzpreis zwischen 5 TDM und 10 TDM. Aus derartigen PCs zusammengesetzte Cluster werden in der Regel die für das HBFV-Verfahren erforderliche Bagatellgrenze nicht erreichen. Die Universitäten müssen diese Ausstattung im wesentlichen aus eigenen Mitteln finanzieren.

Für die Fortgeschrittenenausbildung, insbesondere bei der forschungsnahen Lehre, werden höhere Anforderungen an die Anwendungsprogramme, die Graphik und die Rechnerleistung gestellt, so daß dort im Mittel Systempreise pro Arbeitsplatz zwischen 10 TDM und 15 TDM anzusetzen sind.

Fächergruppe	ST	VG	AP	KAP	GESK	INVK
Recht, Wirtschaft., Sozialw., Medizin	432 000	14	30 857	5	154	26
Math., Naturw.	160 000	11	14 545	12	175	29
Ingenieurwissenschaften	248 000	12	20 666	10	207	34
Sprach-, Kulturw., Sonstige	290 000	15	19 333	5	97	16
Gesamt:	1 130 000		85 401		633	105

Tabelle 5: Erforderliche Mittel für die Rechner-Grundausbildung (CIP).

ST	VG	AP	KAP	GESK	INVK
1 130 000	50	22 600	12	271	45

Tabelle 6: Erforderliche Mittel für Rechner der Fortgeschrittenen-Ausbildung (CIP).

Modellrechnung

Die folgende Modellrechnung (Tabelle 5) gibt auf der Grundlage der Studentenzahlen für 1993 die zu erwartenden gesamten Investitionskosten für PCs zur Ausbildung von Studierenden an. Dabei bedeutet:

ST: Anzahl der Studienanfänger $\times 4 =$ Studierende, VG: Versorgungsgrad (Verhältnis von Studierenden zu Rechnern), AP: Arbeitsplatzrechner, KAP Systemkosten je Arbeitsplatzrechner, GESK das benötigte Investitionsvolumen über 6 Jahre und INVK die entsprechenden jährlichen Investitionskosten in Millionen DM.

Bei einer Standzeit von 6 Jahren¹⁰ ergibt sich ein jährliches Investitionsvolumen von 105 Millionen DM. Bei den vorhergehenden Empfehlungen wurden 63 Millionen DM pro Jahr auf diesem Gebiet für erforderlich gehalten. Der Mehrbedarf ist zurückzuführen auf die Verwendung des wünschenswerten Versorgungsgrades (VG = 13) aus den Empfehlungen für 1992 bis 1995 anstelle der ebenfalls dort zu findenden Zielvorgaben für die Zeit bis 1995 (VG = 27).

Wenn man unterstellt, daß künftig im HBFV-Verfahren überwiegend die Fortgeschrittenenausbildung und die forschungsnahe Lehre über CIP finanziert werden wird, ergibt sich unter der Annahme eines Versorgungsgrades von 50 über alle Fächer und von Investitionskosten pro Arbeitsplatz von 12 TDM ein Bedarf von 45 Millionen DM im Jahr. Hierbei wurde ebenfalls eine sechsjährige Standzeit der Rechner vorausgesetzt. Dies ist in Tabelle 6 dargestellt.

Empfehlung

In den Jahren 1992 bis 1995 wurden im Jahresmittel im HBFV-Verfahren 3387 Arbeitsplatzrechner beschafft. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft hatte für diese Jahre einen Bedarf von 8 000 Rechnern pro Jahr für erforderlich gehalten. Da für die Grundausbildung auch in größerem Umfang Rechner außerhalb des HBFV-Verfahrens beschafft worden sind und

¹⁰Um der Innovationsgeschwindigkeit der technischen Systeme Rechnung zu tragen, müßte eigentlich eine geringere Standzeit angesetzt werden.

Fächergruppe	WISS	VG	AP	KAP	GESK	INVK
Recht, Wirtsch., Sozialw., Medizin	42 120	1.5	28 080	15	421	70
Math., Naturw., Informatik	29 878	1.0	29 878	20	598	100
Ingenieurwissenschaften	19 387	1.0	19 387	20	388	65
Sprach-, Kulturw., Sonstige	18 058	3.0	6 019	10	60	10
Gesamt:	109 443	1.5	83 364	16	1467	244

Tabelle 7: Erforderliche Mittel für Arbeitsplatzrechner von Wissenschaftlern.

auch die privaten PCs der Studierenden hier nicht berücksichtigt werden können, wird die tatsächliche Versorgungslücke kleiner sein, als die Differenz aus den Zahlen der Modellrechnung und den empfohlenen HBFÜ-Anmeldungen zunächst vermuten läßt.

Bei den in den letzten Jahren empfohlenen CIP-Pools lagen die Preise pro Arbeitsplatz mit ca. 12 TDM über dem, was für die eigentliche Grundausbildung als erforderlich angesehen worden ist. Offenbar hat sich das CIP-Programm damit schon in Richtung auf eine Fortgeschrittenenausbildung hin entwickelt.

Unter Berücksichtigung der Beschaffungen außerhalb des HBFÜ-Verfahrens werden für die Grundausbildung und die Fortgeschrittenenausbildung im CIP für die nächsten Jahre ca. 45 Millionen DM pro Jahr für erforderlich gehalten.

9.3 Arbeitsplätze für Wissenschaftler

Die Arbeitsplatzrechner für Wissenschaftler (WAP) bilden den Kern der Rechnerversorgung an den Hochschulen. Das kooperative Versorgungskonzept sieht für diese Rechner die Einbindung in lokale Netze oder in Cluster (lokale Subnetze) vor. Die einzelnen Arbeitsplatzrechner für Wissenschaftler weisen in der Regel höhere Funktionalität und höhere Leistung auf als die Rechner für Studierende. Eine Einbindung der Rechner in das Hochschulnetz ist zwingend.

Modellrechnung

Es bedeuten:

WISS: Anzahl der Wissenschaftler, VG: Versorgungsgrad (Verhältnis von Wissenschaftlern zu Rechnern), AP: Arbeitsplatzrechner, KAP Systemkosten je Arbeitsplatzrechner, GESK das benötigte Investitionsvolumen über 6 Jahre und INVK die entsprechenden jährlichen Investitionskosten in Millionen DM.

Die Entwicklung der Informationstechnologie macht es erforderlich, der Mehrzahl der Wissenschaftler je einen Rechner zuzuordnen. Beim Versorgungsgrad wird nicht zwischen Professoren und Mittelbau unterschieden. Die Ausstattung der Systeme ist nach Fächern unterschiedlich. Dies kommt in den mittleren Systempreisen zum Ausdruck. Die Systempreise wurden durch Mittelung aus einer signifikanten Anzahl fachspezifischer empfohlener WAP-Anmeldungen gewonnen.

Empfehlung

Aus der Modellrechnung (Tabelle 7) ergibt sich ein Bedarf, der mit 244 Millionen DM jährlich deutlich über dem liegt, was für die Jahre 1992 bis 1995 für notwendig gehalten wurde. Die

wissenschaftliche Leistungsfähigkeit einer Hochschule wird durch keine Investition so beeinflusst wie durch die für Arbeitsplatzrechner für Wissenschaftler. Diesen Rechnern kommt für die Qualität einer Hochschule eine besondere Bedeutung zu. Der starke Rückgang der einschlägigen HBF-G-Anmeldungen in den Jahren 1994 und 1995 gibt besondere Veranlassung, noch einmal auf die Bedeutung dieser Investitionen hinzuweisen. Sorge bereitet die Entwicklung der Rechnerausstattung bei den Geisteswissenschaften. Die Investitionen laufen hier nur sehr zögernd an. Ein Grund dafür ist darin zu sehen, daß die erforderlichen Investitionen in den Arbeitseinheiten dort oft unter der Bagatellgrenze des HBF-G-Verfahrens bleiben und damit eine Finanzierung in diesem Verfahren nicht in Betracht kommt. Deshalb sollten die Hochschulen hier eigene Finanzierungsmöglichkeiten entwickeln.

Bei WAP wird jetzt angenommen, daß der Anteil der außerhalb des HBF-G-Verfahrens finanzierten Rechner über der Hälfte des hier ermittelten Bedarfs liegt. Deshalb kann ein deutlicher Abschlag vorgenommen werden.

In den kommenden Jahren sollten im WAP jährlich 70 Millionen DM investiert werden.

9.4 Lokale Server

In den Instituten und Kliniken sind zusätzliche größere Rechner erforderlich. Ihr Einsatzbereich liegt oberhalb der Leistungsfähigkeit von Wissenschaftler-Arbeitsplatzrechnern. Meistens geht es um spezielle Anwendungen, für die hoher Rechenbedarf lokal vorgehalten werden muß. Einige Beispiele dafür werden im folgenden genannt:

- Modellierung, Simulation, Statistik
- Datenbanksysteme, insbesondere Bilddatenbanken
- Prozeßsteuerung, Prozeßdatenverarbeitung
- Bild-, Sprach-, Mustererkennung und -verarbeitung
- künstliche Intelligenz
- CAx-Anwendungen, Entwurfssysteme
- Bereiche, in denen Rechensysteme selbst Forschungsgegenstand sind, z. B. Rechnerentwicklung
- (Daten-)Kommunikation
- Verteilte Anwendungen
- Multimediale Systeme
- Robotik
- Hochleistungsgrafik

Der Bedarf an lokalen Servern und Spezialsystemen wird durch spezielle wissenschaftliche Fragestellungen geprägt. Lokale Server sind u. a. wichtig zur Entlastung von zentralen Systemen und zur Vorbereitung von aufwendigen Großrechnungen auf den Höchstleistungsrechnern.

Die empfohlenen HBF-G-Anmeldungen auf diesem Gebiet verringerten sich in den letzten Jahren aufgrund nachlassender Antragszahlen von 76 Millionen im Jahr 1992 über 45 Millionen im Jahr 1993 und 51 Millionen im Jahr 1994 auf 33 Millionen im Jahr 1995. In den Empfehlungen für die Jahre 1992 bis 1995 waren hier 86 Millionen DM jährlich für erforderlich gehalten worden. Der geringe Realisierungsgrad der Empfehlungen macht sich an den Hochschulen in bestimmten Bereichen durch eine deutliche Verzögerung der Projekte bemerkbar, die auf sehr hohe Rechenleistung vor Ort angewiesen sind. Der künftige Bedarf für Beschaffungen auf diesem Sektor ist nach den Beobachtungen der Kommission für Rechenanlagen gegenüber der Lage im Jahr 1991 unverändert.

Wegen der erheblichen Verbesserung des Preis-Leistungs-Verhältnisses bei Rechnern in der letzten Zeit hält es die Kommission es jedoch für vertretbar, hier etwas unter dem Niveau der alten Empfehlung zu bleiben.

Für die Beschaffung von lokalen Servern und Spezialsystemen sind jährlich 70 Millionen DM erforderlich.

9.5 Zentrale Server für Forschung und Lehre

Zentral aufgestellte Rechensysteme werden als Überlaufkapazität für die dezentralen Rechner benötigt oder als Systeme, die für Spezialaufgaben besonders leistungsfähig sind und durch einzelne Benutzer nicht finanziert und auf Dauer ausgelastet werden können. Hinzu kommen hier noch Server, die für die dezentral aufgestellten Rechner spezielle Servicefunktionen wie z. B. die Unterhaltung des Netzes oder zentrale Datensicherung übernehmen. Die auf diese Weise zentral bereitzustellende Kapazität hängt von der Größe, der Infrastruktur und den wissenschaftlichen Schwerpunkten der jeweiligen Hochschule ab. Sie muß natürlich im Einzelfall aus dem daraus erwachsenden Bedarf begründet werden. Im Durchschnitt der letzten Jahre wurden in diesem Bereich jährlich 57 Millionen DM empfohlen.

Die Kommission für Rechenanlagen hatte bisher 70 Millionen DM jährlich für die Beschaffung von zentralen Servern und Spezialgeräten für erforderlich gehalten. Dabei wurde von einem zentralen Bedarf bei Technischen Hochschulen ausgegangen, der bis zu 100 % über dem einer wissenschaftlichen Hochschule liegen konnte. Angesichts der zwischenzeitlichen Entwicklung des Preis-Leistungs-Verhältnisses im DV-Sektor wird hier nur noch ein Mehrbedarf von 50 % bei Technischen Hochschulen für generell begründbar gehalten.

Die Höhe der für eine einzelne Universität im HBF-G zentral bereitzustellenden Mittel für DV-Investitionen läßt sich als Anteil der für diese Universität insgesamt erforderlichen DV-Investitionsmittel im HBF-G angeben. Die Kommission hält es nach den Erfahrungen der letzten Jahre mit den Client-Server-Systemen und dem starken Fall des Preis-Leistungs-Verhältnisses für erforderlich, etwa 25 % der dezentral für Rechner im wissenschaftlichen Bereich zur Verfügung stehenden Mittel zentral zu investieren. Für CIP, WAP und lokale Server werden gegenwärtig insgesamt 185 Millionen DM für erforderlich gehalten, davon ca. 35 Millionen für Fachhochschulen.

Für zentrale Server und Spezialgeräte hält die Kommission in den nächsten Jahren jährlich 40 Millionen DM für erforderlich.

Hierbei handelt es sich um mittlere Planungszahlen, die mit dem jeweiligen Anteil der naturwissenschaftlichen und technischen Fächer zu gewichten sind.

9.6 Höchstleistungsrechner

Zur Ausstattung der Bundesrepublik mit Höchstleistungsrechnern liegt eine Empfehlung des Wissenschaftsrates in Köln aus dem Jahre 1995 vor mit dem Titel "Empfehlungen zur Versorgung von Wissenschaft und Forschung mit Höchstleistungsrechenkapazität", Drucksachen-Nummer 2104/95. Auf diese Empfehlungen wird hier verwiesen. Wegen der modularen Aufbauweise dieser leistungsfähigen Versorgungsstrukturen und wegen des weiter fallenden Preis-Leistungs-Verhältnisses erscheint es jetzt nicht sinnvoll, Angaben zur Größenordnung des Finanzbedarfs für die wenigen hier in Betracht kommenden Systeme zu machen.

9.7 DV-Investitionen in der Medizin

In den kommenden Jahren ist ein starker Ausbau der DV-Anwendungen in den Klinika zu erwarten. Wesentliche Impulse gehen dabei von den Anforderungen des Gesundheitsstrukturgesetzes (GSG) aus. Da der Anteil der Softwarekosten ständig zunimmt, ist trotz der gesunkenen Hardwarepreise mit gegenüber den vorangehenden Jahren gleichbleibendem Finanzbedarf zu rechnen. Im Vordergrund der Beschaffung stehen folgende Schwerpunkte:

1. Ersatzbedarf funktionell veralteter Systeme

Viele der Ende der achtziger Jahre beschafften Systeme sind heute funktionell unzureichend und verursachen hohe Wartungskosten. Wegen veralteter Softwaretechnologie sind Weiterentwicklungen häufig nicht mehr möglich, so daß ein Ersatz unumgänglich ist.

2. Ausbau der betriebssteuernden Verfahren

Zur Kontrolle von Kosten und vorgegebenen Budgets sind für das moderne Krankenhausmanagement zeitnahe Informationen über Betriebsabläufe, verfügbare Ressourcen etc. erforderlich. Für dialogorientierte betriebssteuernde Verfahren (Materialwirtschaft, Finanzbuchhaltung, Kosten- und Leistungsrechnung etc.) besteht deshalb ein zunehmender Bedarf.

3. Aufbau umfassender klinischer Informationssysteme

Ärzte und klinisches Personal erwarten heute an allen Arbeitsplätzen den problemlosen Zugang zu DV-Systemen, damit die täglichen Kommunikationsprozesse effizient unterstützt und auf aktuelle Informationen ständig zugegriffen werden kann. Auch die nach dem GSG aus den klinischen Bereichen für Qualitätssicherung und Kostenkontrolle benötigten Daten (Pflegekategorien, Arzneiverordnung etc.) können nur am Arbeitsplatz erhoben werden. Diese Anforderungen verlangen den flächendeckenden Ausbau von Klinikkommunikations- und -informationssystemen mit erheblichen Investitionen in der Peripherie.

4. Aufbau von Kliniknetzen

Umfassende Kommunikations- und Informationssysteme müssen heute als klinikweit vernetzte, offene Systeme entwickelt werden, wobei zunehmend auch Hochgeschwindigkeitsnetze zur Anwendung kommen. Erhebliche Investitionskosten für aktive Netzkomponenten und Netzmanagementsysteme sind deshalb zu erwarten.

Für diese Aufgaben wird ein jährlicher Investitionsbedarf von ca. 2 Millionen DM pro Klinikum veranschlagt.

Da sich die Zahl der Universitätsklinika auf 35 erhöht hat, besteht in diesem Bereich ein jährlicher Investitionsbedarf von mindestens 70 Millionen DM.

9.8 Hochschulbibliotheken

Die Abschätzung des Bedarfs wird auf der Grundlage der Kennzahl Computerarbeitsplätze pro 1000 Studierende bestimmt. Für die Verwaltungs- und Dokumentationsarbeiten in den Bibliotheken werden folgende Kennzahlen zur Ausstattung mit Computerarbeitsplätzen zugrunde gelegt:

Universitäten:	4 Computerarbeitsplätze pro 1000 Studierende
Fachhochschulen:	2 Computerarbeitsplätze pro 1000 Studierende

Die Investitionskosten werden mit 20 TDM pro Arbeitsplatz angesetzt; in diesen Kosten sind Anteile für die Nutzung von zentralen und überregionalen computergestützten Bibliothekssystemen enthalten.

Den administrativen Arbeitsplätzen sind noch die Computerarbeitsplätze für die Bibliotheksbenutzer zur Literaturrecherche, Ausleihe, Vormerkung und Bestellung hinzuzurechnen. Da in vielen Hochschulen bereits umfassende Computernetze mit zahlreichen Computerarbeitsplätzen für Wissenschaftler und Studierende vorhanden sind, muß dafür gesorgt werden, daß mit Hilfe dieser Installationen auch eine Benutzung der Bibliotheken möglich wird. Unter dieser Prämisse kann die Ausstattungskennzahl für die Bibliotheksnutzung für Universitäten auf 3 Benutzerarbeitsplätze pro 1000 Studierende und für Fachhochschulen auf 2 Benutzerarbeitsplätze pro 1000 Studierende angesetzt werden.

Die Investitionskosten für den Computerarbeitsplatz umfassen auch den anteiligen Aufwand für Vernetzung und Software; unter Berücksichtigung auch des technischen Aufwands für multimediale Dienste werden 15 TDM pro Computerarbeitsplatz erforderlich. Damit ergeben sich als Investitionskosten für

Computerarbeitsplätze Universitätsbibliotheken:
 $4 \cdot 20 \text{ TDM} = 80 \text{ TDM pro 1000 Studierende}$

Computerarbeitsplätze Fachhochschulbibliotheken:
 $2 \cdot 20 \text{ TDM} = 40 \text{ TDM pro 1000 Studierende}$

Benutzerarbeitsplätze Universitätsbibliotheken:
 $3 \cdot 15 \text{ TDM} = 45 \text{ TDM pro 1000 Studierende}$

Benutzerarbeitsplätze Fachhochschulbibliotheken:
 $2 \cdot 15 \text{ TDM} = 30 \text{ TDM pro 1000 Studierende}$

Für 1,4 Millionen Studierende an Universitäten und 0,5 Millionen Studierende an Fachhochschulen entsteht ein Finanzbedarf von 220 Millionen DM.

Bei einer Abschreibungsdauer von 10 (bzw. 8) Jahren ergibt sich ein jährlicher Finanzbedarf von 22 Millionen DM (27,5 Millionen DM).

9.9 Hochschulverwaltung

Die Abschätzung des Bedarfs wird durch die Kennzahl "Computerarbeitsplätze" pro 1000 Studierende" getrennt nach wissenschaftlichen Hochschulen und Fachhochschulen berechnet. Mit dieser Ausstattungskennzahl werden Arbeitsplätze berücksichtigt, die für einen Computereinsatz in den zentralen und dezentralen Verwaltungseinheiten der Hochschulen in Frage kommen. Dabei werden die Sekretariate in den Instituten und Lehrstühlen in die Berechnung nicht einbezogen.

Für wissenschaftliche Hochschulen wird eine Ausstattungskennzahl von 5 Computerarbeitsplätzen pro 1000 Studierende und für Fachhochschulen die Kennzahl von 3 Computerarbeitsplätzen pro 1000 Studierende zugrunde gelegt.

Für den Computerarbeitsplatz sind einschließlich des Vernetzungsaufwandes Investitionskosten in Höhe von 15 TDM zu veranschlagen; dabei wird davon ausgegangen, daß ein wesentlicher Teil der Anwendungssoftware zum Selbstkostenpreis von der HIS GmbH zur Verfügung gestellt wird.

Damit ergibt sich folgender Finanzierungsbedarf: Für eine Zahl von 1,9 Millionen Studierenden, (1,4 Millionen an Universitäten und 0,5 Millionen an Fachhochschulen) entsteht ein Investitionsbedarf von 127,5 Millionen DM.

Universitäten:	$5 \cdot 15 \text{ TDM} = 75 \text{ TDM}$ pro 1000 Studierende
Fachhochschulen:	$3 \cdot 15 \text{ TDM} = 45 \text{ TDM}$ pro 1000 Studierende

Bei einer Abschreibungsdauer von 10 (bzw. 8) Jahren entsteht ein jährlicher Finanzierungsbedarf von 13 Millionen DM (bzw. 16 Millionen DM) für die Ausstattung der Hochschulverwaltungen ohne die Bereiche Medizin und Bibliotheken.

9.10 DV-Mittel für eine wissenschaftliche Hochschule im HBFV-Verfahren

An den 87 deutschen Universitäten und Technischen Hochschulen sind zur Zeit 1,4 Millionen Studierende eingeschrieben. Die durchschnittliche deutsche Universität hat demnach 16 000 Studierende. Von den für wissenschaftliche Datenverarbeitung in den vorliegenden Empfehlungen für erforderlich gehaltenen Investitionsmitteln in Höhe von rund 190 Millionen DM (150 Millionen DM dezentral und 40 Millionen DM zentral) entfallen auf eine solche Universität jährlich 2,2 Millionen DM. Kosten für die Investitionen bei den Netzen sowohl für die hochschulinterne Netzinfrastruktur als auch für die Breitband-WiN-Anschlüsse sind in dieser Zahl nicht enthalten. Diese Hochschule müßte nach dem oben Gesagten (s.a. 9.5) im Jahr für ca. 440 TDM zentrale DV-Investitionen vornehmen und sollte 1,76 Millionen DM für die dezentrale DV-Versorgung zur Verfügung haben. Die Werte können für andere Hochschulen näherungsweise linear extrapoliert werden. Bei Hochschulen mit großen geisteswissenschaftlichen Anteilen kann mit einem etwas geringeren und bei Universitäten mit überwiegend naturwissenschaftlich technischer Ausrichtung muß mit etwas höheren Beträgen als dem Durchschnitt gerechnet werden. Die mehr betriebstechnischen DV-Investitionen in der Medizin, den Bibliotheken und der Verwaltung bleiben hier unberücksichtigt.

9.11 Zusammenfassung und Prioritäten

Die in den einzelnen Rechnerkategorien für erforderlich gehaltenen Investitionen werden im folgenden in einer zusammenfassenden Darstellung noch einmal aufgeführt. Die Zahlen geben die jährlichen HBFMG-Mittel an, die nach Auffassung der Kommission für Rechenanlagen aufgebracht werden müßten, um an den Hochschulen künftig den für eine zeitgemäße Ausbildung und Forschung erforderlichen technischen und wissenschaftlichen Stand der DV-Versorgung für Studierende und Wissenschaftler zu erreichen und zu erhalten.

Die angegebenen Summen sind auf einen Investitionszyklus von 6 Jahren bezogen und entsprechen deshalb den jährlichen Durchschnittswerten für die nächsten 6 Jahre.

Computerinvestitionsprogramm (CIP)	45 Millionen DM
Arbeitsplätze für Wissenschaftler (WAP)	70 Millionen DM
Lokale Server	70 Millionen DM
Zentrale Server	40 Millionen DM
Höchstleistungssysteme	nach Bedarf und Marktlage
DV-Investitionen in der Medizin	70 Millionen DM
Bibliotheken	22 Millionen DM
Verwaltung	13 Millionen DM

Daraus ergibt sich ein jährlicher Gesamtbedarf von ca. 330 Millionen DM.

Wenn die für den Erhalt der Leistungsfähigkeit der Hochschulen erforderlichen Investitionen für die Datenverarbeitung von den Verantwortlichen nicht zur Verfügung gestellt würden, müßten die verfügbaren Mittel nach den folgenden Prioritätsgesichtspunkten verteilt werden.

Erste Priorität sollte die dezentrale Versorgung von Forschung und forschungsnaher Lehre haben.

Die Qualität der Arbeitsplätze muß Vorrang vor ihrer Anzahl haben.

Zentral sollte erst dann stärker investiert werden, wenn der dezentrale Bedarf angemessen gedeckt ist.

Eine angemessene Auslegung des Kommunikationsnetzes und seiner Dienste ist für das notwendige Zusammenspiel aller IV-Systeme essentiell.

Eine Änderung der Bagatellgrenze für Großgeräte im HBFMG-Verfahren ändert nichts an der Notwendigkeit der hier aufgeführten Finanzmittel zur DV-Versorgung der Hochschulen. Eine Anhebung der Grenze wird besonders zu Lasten der dezentralen DV-Versorgung gehen, da ein Großteil der Anträge aus diesem Bereich im Wert unter 250 TDM liegt.

10 Bemerkungen zur Antragstellung im HBFV-Verfahren

Die in diesen Empfehlungen genannten Zahlen sind Durchschnittswerte, die einen Rahmen für künftige DV-Versorgungskonzepte von Hochschulen geben können.

Der Hinweis auf solche Durchschnittszahlen in einem Antrag reicht aber nicht aus, den Antrag zu begründen. Der Bedarf für eine Investition muß vielmehr in jedem Fall mit den vor Ort konkret bestehenden Bedürfnissen nachgewiesen werden.

Zur Struktur eines HBFV-Antrags auf größere DV-Geräte

Um den Aufwand zur Erstellung der immer zahlreicheren Anträge auf DV-Anlagen zu vermindern sowie die Bearbeitung dieser Anträge zu beschleunigen und Rückfragen zu vermeiden, empfiehlt es sich, den Antrag nach folgenden Kriterien zu strukturieren:

Das Formular des Planungsausschusses für den Hochschulbau stellt eine wichtige Kurzform des Antrags dar. Sie muß für Gutachter hoch informativ sein. Diese Funktion wird nur erreicht, wenn sämtliche Rubriken zutreffend ausgefüllt sind. Durch Wahl eines entsprechenden Abstraktionsgrades läßt sich das auf dem vorgegebenen Raum stets erreichen. Feinere Detaillierungen in Anhängen können diese Kurzangaben zwar ergänzen, aber *nicht* ersetzen.

Die Anlagen zum Anmeldebogen für Großgeräte des Planungsausschusses sollen *kurz* und *prägnant* abgefaßt und möglichst folgendermaßen gegliedert sein:

A Zu den Geräten

- A.1 Spezifikation der beantragten Geräte nach ihren Hauptkomponenten mit jeweiliger Leistungscharakteristik sowie Preis (alle Preise in DM inklusive MWSt) tabellarisch.
- A.2 Geräte, die durch die Beschaffung ersetzt bzw. erweitert werden sollen: Leistungsdaten, Jahr der Beschaffung (d. h. detaillierte Angaben zu 2.9.2 des Anmeldebogens) tabellarisch.
- A.3 Die von der beantragten Einrichtung (Institut, Rechenzentrum etc.) in den letzten fünf Jahren im DV-Bereich bewilligten Geräte mit Anschaffungsjahr und Bewilligungssumme tabellarisch (Detaillierung zu 2.9.1). Evtl. kurze Kommentierung des Einsatzschwerpunkts.
- A.4 Planskizze der Ausstattung:
 - a) vor der Installation der beantragten Geräte
 - b) nach Installation der beantragten Geräte
 jeweils mit den charakteristischen Kapazitäts- bzw. Leistungsangaben in der Skizze.
- A.5 Angebotsvergleich (mindestens 3 Angebote) in tabellarischer Form unter Ausweis der wesentlichen Komponenten sowie Angabe der jeweiligen Leistungskennzahlen und Einzelpreise, am besten in Matrixform, so daß insbesondere komponentenweise Quervergleiche der Angebote leicht möglich sind. Kurzdarstellung des Ausschreibungsverfahrens: aufgeförderte Firmen, Vorgehen bei Reduzierung der Anbieter bis zum Endstand.

A.6 Begründung der Auswahl:

- a) quantitative Angaben, wie Leistungs- und Kostenvergleiche, Wirtschaftlichkeitsrechnungen etc., die die Entscheidung untermauern;
- b) sonstige, nicht quantifizierbare Gründe, auf denen die Entscheidung beruht.

B Zum Bedarf

Beschreibung der Schwachstellen in der DV-Ausstattung der Hochschule, also jener Gebiete, in denen zu geringe DV-Ausstattung die Forschung oder Lehre der Hochschule behindert.

Beschreibung derjenigen Geräte, mit denen die Hochschule in Forschung oder Lehre besondere Schwerpunkte unterstützen will. Der Bedarf ist quantitativ zu begründen, d. h., es sind Überlegungen in Kurzform wiederzugeben, die zur Dimensionierung der Anlagen und zur Wahl des Zeitpunkts der Anlagenbeschaffung führten (Beschreibung typischer Anwendungen und hieraus Ableitung der Kapazitätsanforderungen).

Als Ergebnis der Bedarfsanalyse sind die Anforderungen an das System quantitativ und qualitativ in Kurzform darzustellen in der Weise, wie sie der Ausschreibung bzw. der Anfrage zugrunde liegen. Diese Kriterien sind Grundlage der Bewertung der Angebote unter A.6.

Für größere Server, Zentral- oder Spezialrechner sind Auslastungszahlen der zurückliegenden zwei bis drei Jahre so aufbereitet vorzulegen, daß die Konfigurationsentscheidung im Antrag hinreichend begründet wird. In Abhängigkeit von Anlagenart und -größe sind in entsprechender Detaillierung Angaben zu machen über: CPU-, I/O-Auslastung; Vektorisierungs-, Parallelisierungsgrad; Hauptspeicherbelegung, Struktur der Hintergrundspeicherbelegung; Jobprofil ausgefächert nach typischen Jobklassen:

CPU-, speicherintensive, I/O-intensive Jobs; Kurz- bzw. Langläufer; Dialog- bzw. Stapelprogramme etc.

C Zur DV-Strategie

In Kurzform (maximal 2 Seiten) soll dargelegt werden, wie sich die beantragte Maßnahme in die zum Zeitpunkt der Antragstellung vorliegende längerfristige Planung bzw. in die Planungsalternativen einreicht, insbesondere sollte hervorgehoben werden, wenn entsprechende finanzielle Zusagen von Landesseite gemacht wurden oder das geschriebene Konzept bereits Bestandteil einer Landesplanung ist. Hier sind unbedingt auch Aussagen über die kommunikative Einbindung der Anlage in Universitäts- und überregionale Netze zu machen.

D Zur Organisation

- D.1 Angaben zu den organisatorischen und personellen Gegebenheiten, die den Betrieb der zu beschaffenden Geräte sicherstellen sollen, sind hier zu machen.
- D.2 Hier ist je nach Art des Gerätes auf die Regelung des Zugangs sowie die Steuerung der Nutzung kurz einzugehen. Dies betrifft in erster Linie große Server und Pools von Arbeitsplatzrechnern, Sammellizenzen von Software etc.

11 Anhang