

# **Informationsverarbeitung an Hochschulen**

Netze, Rechner und Organisation  
Empfehlungen der Kommission für Rechenanlagen  
2001 - 2005

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>Zusammenfassung</b>	4
<b>1 Stand und Entwicklung der Informationsverarbeitung</b>	5
1.1 Netze	5
1.2 Rechner	5
1.3 Organisation	6
<b>2 Vernetzung und Kommunikation</b>	8
2.1 Bedeutung der Netze	8
2.2 Vernetzung	8
2.3 Netzzugang von externen Arbeitsplätzen	9
2.4 Drahtlose Kommunikation	9
2.5 Betrieb der Kommunikationssysteme	10
2.6 Sicherheitsstrukturen	10
2.7 Zusammenfassung	11
<b>3 Verteiltes kooperatives Versorgungskonzept</b>	<b>12</b>
3.1 Generalverantwortung	12
3.2 Betriebskonzept	12
3.3 Rechnerversorgung	13
3.3.1 Studentenarbeitsplätze	13
3.3.2 Wissenschaftlerarbeitsplätze	13
3.3.3 Mobile Rechner	13
3.3.4 Lokale Server	14
3.3.5 Hochleistungsrechner	15
3.3.6 Höchstleistungsrechner	15
<b>4 Aufgaben der Rechenzentren</b>	<b>16</b>
4.1 Netzbetrieb und Netzdienste	16
4.2 Zentrale Server und Dienste	16
4.2.1 Compute-Dienste	16
4.2.2 Betrieb von Applikationsservern	16
4.2.3 Backup-/Archiv-Dienste	17
4.2.4 Kommunikations- und Informationsdienste	17
4.2.5 Verzeichnis-Dienste	17
4.2.6 Multimedia-Dienste	17
4.2.7 Datenbank-basierte Dienste	18
4.2.8 Software-Dienste	18
4.3 Beratung und Unterstützung der Anwender	18

<b>5 Hochschulbibliotheken</b>	<b>20</b>
5.1 Bedarf	20
5.2 Zur gegenwärtigen Ausstattung	20
5.3 Künftige Versorgung	20
<b>6 Informationsverarbeitung in den Hochschulklinika</b>	<b>23</b>
6.1 Bedarf	23
6.2 Gegenwärtige Ausstattung	23
6.3 Künftige Versorgung	24
6.4 IuK-Organisation	25
6.5 Zusammenfassung	26
<b>7 Hochschulverwaltung</b>	<b>28</b>
7.1 Bedarf	28
7.2 Zur gegenwärtigen Ausstattung	28
7.3 Künftige Versorgung	29
<b>8 Zum Finanzbedarf</b>	<b>31</b>
8.1 Stand der Versorgung	31
8.1.1 Computerinvestitionsprogramm (CIP)	31
8.1.2 Arbeitsplatzrechner für Wissenschaftler (WAP)	32
8.1.3 Gesamte DV-Investitionen	32
8.2 Volumen der zukünftigen Investitionen	33
8.2.1 Wissenschaftler-Arbeitsplätze (WAP) und lokale Server	33
8.2.2 Multimediale Anwendungen.	34
8.2.3 Netze	34
<b>9 Antragstellung</b>	<b>36</b>

## Zusammenfassung

Versorgungsinfrastrukturen der Informations- und Kommunikationstechnik (IuK) und darauf basierende Informations- und Verarbeitungsdienste (IuK-Dienste) sind für Aufgaben in Lehre und Forschung von zentraler Bedeutung. Sie erfordern ein ausgewogenes und leistungsfähiges System aus Netzen, Rechnern und Software. Für die Hochschulen stellt die Organisation und Sicherstellung einer stabilen, robusten und zuverlässigen Versorgung eine zentrale Aufgabe dar.

Für die IuK-Dienste ist ein stabiles und durchgängig leistungsfähiges Netz unbedingte Voraussetzung. Weltweit ist derzeit im Mittel alle sechs Monate eine Verdoppelung der Netznutzung und Bandbreite zu beobachten. Deshalb besteht erheblicher Ausbaubedarf in Qualität und Umfang. Hierfür sind die erforderlichen Finanzmittel bereitzustellen.

Im Bereich der Rechnerausstattung sind besonders die Versorgung mit Servern und Datenbankdiensten sowie das Mobil-Computing zu verbessern. Die Ausstattung der Wissenschaftler mit leistungsfähigen Arbeitsplatzsystemen ist nachhaltig sicherzustellen. Hierfür sollten die Mittel für das Wissenschaftler-Arbeitsplatz-Programm (WAP) deutlich erhöht und die Kriterien für die Mitfinanzierung seitens des Bundes angepasst werden.

Mit der Bedeutung von digitaler Informationsverarbeitung und -verbreitung wachsen die Anforderungen an die Qualität und Zuverlässigkeit der Dienste. Die Hochschulen bzw. Rechenzentren als Betreiber der Versorgungsinfrastruktur müssen daher besondere Anstrengungen unternehmen, um die Dienstqualität zu garantieren.

Hierbei sollte ein ausgewogenes Zusammenwirken der Rechenzentren mit Fakultäten und Instituten angestrebt werden, um den Endnutzern eine optimale Arbeitsumgebung bereitzustellen und sie von Systemadministrationsaufgaben weitgehend zu befreien. Die traditionellen Rechenzentren sollten sich zu modernen Zentren für Informations- und Verarbeitungsdienste entwickeln.

Aufgrund der Relevanz der Informationsverarbeitung für alle Bereiche der Hochschule wird empfohlen, einen Generalverantwortlichen für Information und Kommunikation (CIO, Chief Information Officer) in der Hochschulleitung oder ein geeignetes Leitungsgremium mit entsprechenden Entscheidungskompetenzen mit der Entwicklung und Koordinierung aller IuK-Aufgaben zu betrauen.

# 1 Stand und Entwicklung der Informationsverarbeitung

Versorgungsinfrastrukturen der Informations- und Kommunikationstechnik (IuK) und darauf basierende Informations- und Verarbeitungsdienste (IuK-Dienste) sind für Aufgaben in Lehre und Forschung von zentraler Bedeutung. Sie erfordern ein ausgewogenes und leistungsfähiges System aus Netzen, Rechnern und Software. Für die Hochschulen stellt die Organisation und Sicherstellung einer stabilen, robusten und zuverlässigen Versorgung eine zentrale Aufgabe dar.

Hierbei sollte ein ausgewogenes Zusammenwirken der Rechenzentren mit Fakultäten und Instituten angestrebt werden, um den Endnutzern eine optimale Arbeitsumgebung bereitzustellen und sie von Systemadministrationsaufgaben weitgehend zu befreien. Die traditionellen Rechenzentren sollten sich zu modernen Zentren für Informations- und Verarbeitungsdienste entwickeln.

## 1.1 Netze

Für die Vermittlung von Diensten hoher Qualität ist eine möglichst breitbandige Vernetzung innerhalb der Hochschulen sowie zwischen den Hochschulen bis in den Gigabit-Bereich notwendig. Als Minimalanforderung wird derzeit eine Bandbreite von 100 MBit/s zu Arbeitsplätzen und Hörsälen/Seminarräumen angesehen.

Drahtlose Verbindungen gewinnen rasch an Bedeutung und sollten verstärkt ausgebaut werden. Sie sind aber auf absehbare Zeit auf relativ geringe Übertragungsraten von bis zu 11 MBit/s pro Zelle begrenzt. Auch in Zukunft kann nicht auf die sehr viel leistungsfähigeren Festnetze verzichtet werden.

Das Konzept des „alternierenden Arbeitsplatzes“ ist durch geeignete Rechner- und Netzversorgung zu unterstützen. Tele- bzw. Heimarbeitsplätze gewinnen immer mehr an Bedeutung. Die Anbindung von Heimarbeitsplätzen an das Hochschulnetz mit hoher Bandbreite (xDSL-Technik) ist zu verbessern.

Die Digitalisierung führt zu einem Zusammenwachsen der bisher getrennten Telekommunikation und Datenkommunikation, und zwar nicht nur bezüglich der einheitlich digitalen Übertragungs- und Vermittlungstechnik, sondern auch bei den Endsystemen und der Integration von Diensten. Viele bisher getrennte Kommunikationsdienste können auf einheitlicher Netzinfrastruktur angeboten werden.

Das Netz als alles verbindende Infrastruktur muss höchste Ansprüche hinsichtlich Stabilität, Verfügbarkeit und garantierter Dienstgüte erfüllen. Darüber hinaus muss es, obwohl es grundsätzlich als ein offenes System betrieben werden sollte, mit den notwendigen Sicherheitseinrichtungen gegen Angriffe von innen und außen versehen werden.

## 1.2 Rechner

Die Leistungsfähigkeit von preisgünstigen Personalcomputern (PCs) hat sich rapide gesteigert. Dadurch hat sich die Versorgung mit Grundrechenleistung deutlich verbessert, und die Ausstattung mit Arbeitsplatzrechnern ist allgemein gut. Angesichts der raschen Technologieentwicklung muss sie aber laufend aktualisiert werden, um eine hohe Arbeitsplatzqualität dezentral zu erhalten.

Die Anpassung der lokalen Arbeitsplätze an immer speziellere Wünsche setzt sich fort. Jeder Hochschulangehörige sollte seine persönliche Arbeitsumgebung optimal gestalten können. Dabei kann die Rechenleistung entweder von Servern in Verbindung mit intelligenten Endgeräten oder dezentral durch entsprechend leistungsfähige Arbeitsplatzrechner geliefert werden. Zur Arbeitsumgebung werden zunehmend auch tragbare Geräte gehören, die in besonderem Maße Mobilität und Telearbeit unterstützen.

Für Anwendungen mit sehr hohem CPU- und Speicherbedarf sind weiterhin spezielle Compute-Server sowie Hoch- und Höchstleistungsrechner erforderlich. Nachholbedarf besteht besonders im Bereich zwischen Hochleistungs-Workstations und Hochleistungsrechnern. Der Mangel in diesem Bereich hat dazu geführt, dass Hoch- und Höchstleistungsrechner für Anwendungen mitgenutzt werden, die auch auf spezifischen Compute-Servern abgearbeitet werden könnten. In Zukunft muss sichergestellt werden, dass für CPU- und speicherintensive Anwendungen dedizierte Server oder Compute-Cluster in ausreichender Zahl zur Verfügung stehen. Nur so kann der „Missbrauch“ der teuren Hoch- und Höchstleistungsrechner durch ungeeignete Rechenaufträge vermieden werden.

Bei der eingesetzten Software sollten Standardlösungen mit offengelegten Speicherformaten und offenen Schnittstellen bevorzugt werden, um freien Informationsaustausch zu garantieren und die Software- und Verwaltungskosten zu minimieren. Wo immer möglich sollten Open-source-Umgebungen gefördert werden.

Im wissenschaftlichen Bereich werden zur Verwaltung und Analyse verstärkt Datenbanken eingesetzt. In vielen Fällen wird es sinnvoll sein, zentrale Datenbankserver zu betreiben. Auch die Datensicherung und Archivierung sollte zentral erfolgen, was allerdings hohe Bandbreiten in der universitätsinternen Vernetzung voraussetzt.

Für den Multimedia-Einsatz in Lehre und Forschung müssen die Hochschulen ein abgestuftes Konzept entwickeln, das auf unterster Ebene in jedem Hörsaal Netzanschlüsse und leistungsstarke Beamer bereitstellt, aber auch Hörsäle mit Videoausrüstung und spezielle Räume mit aufwendiger Multimedia- und Telekonferenz-Ausstattung vorsieht.

### **1.3 Organisation**

Die Dezentralisierung der Rechnerversorgung hat zu einer starken personellen Belastung der Institute und Lehrstühle geführt. Diese Dezentralisierung war seinerzeit eine notwendige Entwicklung, die durch die häufig zu geringe zentrale Rechenkapazität und die viel zu langsamen Netzverbindungen erzwungen wurde. Durch die heute verfügbaren schnelleren Netze muss die Versorgungsstruktur im Hinblick auf eine neue Arbeitsverteilung im Sinne eines funktionsbezogenen, hierarchisch organisierten Versorgungskonzeptes überprüft werden. So kann einerseits in geeigneten Fällen, insbesondere wenn ausschließlich Standardsoftware eingesetzt wird, auf der Ebene der Endnutzer durch Einrichtung von Thin clients der Systemadministrations-Aufwand verringert werden. Andererseits erfordern aber die Vielfalt der neuen Dienste und die Softwarepflege ausgesprochene Spezialisten. Dies gilt im Forschungsbereich insbesondere für die vielen lehrstuhlübergreifenden Rechnercluster, die für die Studentenausbildung im Computerinvestitionsprogramm (CIP) und für die Forschung im Wissenschaftler-Arbeitsplatz-Programm (WAP) beschafft werden. Aufgrund der Vielzahl von Rechnern und Servern kann die System- und Softwarepflege nicht allein vom Rechenzentrum geleistet werden. Die Qualität der Dienste kann daher auf Dauer nur durch Einrichtung von Stellen für spezialisierte Rechnerbeauftragte in den Fakultäten garantiert werden. Im Sinne eines hierarchischen Systems sollten diese fakultätsübergreifend zusammenarbeiten und Bindeglieder zwischen dem Rechenzentrum und den Endnutzern bilden. Es wird daher eine wichtige Aufgabe für die Hochschulen sein, die Aufgabenverteilung zwischen zentralen und dezentralen Einrichtungen angemessen zu organisieren. In Einzelfällen kann sogar die Rezentralisierung von Systemkapazität bzw. -betreuung die wirtschaftlichere und effektivere Variante sein.

Die hohen Anforderungen hinsichtlich Quantität und Qualität der zu erbringenden Dienste, z.B. die permanente Betriebsbereitschaft von Netzen (7 x 24 h), sowie die Gehaltsstrukturen im IuK-Bereich können dazu führen, dass klassisch organisierte Hochschulrechenzentren aufgrund ihrer Personalstruktur durch Hinzuziehung von Fremdpersonal ergänzt werden müssen (Outsourcing). Bei der Hinzuziehung Dritter bei Komponenten des Versorgungskonzepts ist wegen der strategischen Bedeutung der Informationsverarbeitung für Forschung und Lehre sicherzustellen, dass die Fachkompetenz und eigenständige Entscheidungsfähigkeit in den Hochschulen verbleiben.

Mit der Bedeutung von digitaler Informationsverarbeitung und -verbreitung wachsen die Anforderungen an die Qualität und Zuverlässigkeit der Dienste. Die Hochschulen bzw. Rechenzentren als Betreiber der Versorgungsinfrastruktur müssen daher besondere Anstrengungen unternehmen, um die Dienstqualität zu garantieren. Dies betrifft Anforderungen sowohl an die zugrunde liegende Technik als auch an die Organisation. Aufgrund der Relevanz der Informationsverarbeitung für alle Bereiche der Hochschule wird empfohlen, einen Generalverantwortlichen für Information und Kommunikation (CIO, Chief Information Officer) in der Hochschulleitung oder ein geeignetes Leitungsgremium mit entsprechenden Entscheidungskompetenzen mit der Entwicklung und Koordinierung aller IuK-Aufgaben zu betrauen.

## 2 Vernetzung und Kommunikation

### 2.1 Bedeutung der Netze

Die rechnergestützte Kommunikation erfordert eine leistungsfähige informationstechnische Vernetzung. Sie wird mittlerweile sehr weitreichend 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 Hochschulnetz, bundesweit oder international angeboten werden. Darüber hinaus gewinnen das Telefonieren über Rechnernetze, multimediale Bildungsangebote im Sinne virtueller Hochschulen sowie das weltweite Marketing der Hochschulen über das Rechnernetz zunehmend an Bedeutung. Der weitere Ausbau der Netzinfrastruktur und geeigneter Endgeräte, insbesondere im Hinblick auf die geforderte Multimediafähigkeit, stellt eine große Herausforderung für die Hochschulen dar und wird in den nächsten Jahren Investitionskosten in Milliardenhöhe erfordern (siehe Kapitel 8).

Das Wissenschaftsnetz und das Hochschulnetz sollen für alle Hochschulangehörigen zugänglich sein. Moderne, den Nutzer grundsätzlich nicht behindernde Techniken der Zugangskontrolle werden dafür immer wichtiger. 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.

### 2.2 Vernetzung

Die nationale Verknüpfung der Hochschulen erfolgt seit Jahren kompetent über das Wissenschaftsnetz (WiN) des DFN-Vereins. Nach dem Aufbau eines Breitband-WiN in den vergangenen Jahren wird vom DFN derzeit der Ausbau zu einem Gigabit-WiN betrieben. Die Vernetzungen in den Regionen und an den Hochschulen müssen damit Schritt halten und in Bezug auf Kapazität, Übertragungs- und Vermittlungstechnik rechtzeitig ausgebaut werden, da sie als Zugangsnetze bzw. Weiterverteilnetze u.a. zum Gigabit-WiN fungieren. Überregionale, regionale und lokale Netze müssen eine Einheit bilden. Sie sind so auszulegen, dass auch Multimedia-, Datenbank- und Höchstleistungsrechenangebote mit hoher Verbindungs- und Zugriffsqualität angenommen werden können.

Das Zusammenwachsen von Datenkommunikation und Telefondiensten nimmt mittlerweile sehr konkrete Formen an („Konvergenz der Netze“). In der Vergangenheit verstand man darunter eher die gemeinsame Nutzung einer Kabelinfrastruktur (physikalisch oder virtuell), inzwischen benötigt auch die Telefontechnik nicht mehr proprietäre Protokolle, sondern lässt sich z.B. auch über das Datenkommunikationsprotokoll IP abwickeln. Dies bedeutet, dass auf den Betrieb proprietärer und damit kostenintensiver Spezialgeräte zur Telefonie möglicherweise verzichtet werden kann.

Für Live-Videoübertragung (Bild und Ton) mit hoher Auflösung und evtl. parallel dazu eine Übertragung von Präsentationsmaterialien wie Text und Zeichnungen sind hohe Leitungsbandbreiten und insbesondere eine hohe Dienste-Qualität hinsichtlich der Echtzeit-Randbedingungen und der Latenzzeiten erforderlich.

Das Netz muss immer in Betrieb gehalten werden. Hinzu kommt bei der Netzplanung die Aufgabe, eine spezifische Dienstqualität („Quality of service“) für bestimmte Kommunikationsbeziehungen anzubieten. Die Netzwerkinfrastruktur ist durch strukturierte Verkabelung und geeignete aktive Komponenten weiter an diese Situation anzupassen. Bei der Planung der Vernetzung sind insbesondere folgende Punkte zu beachten:

- Die Endsysteme an den Arbeitsplätzen, in Hörsälen, Seminarräumen etc. müssen mit garantierten Bandbreiten von mindestens 100 MBit/s bedienbar sein. Dies setzt voraus, dass keine „shared Medien“ (z.B. Hubs) eingesetzt werden.

- Das Backbone-Netz muss für Gigabit-Bandbreiten ausgelegt werden. Dieser Kernbereich des Netzes sollte bis hin zur Etagenverteilung zumindest für betriebskritische Bereiche redundant ausgelegt werden.
- Bei großen Netzen und zur Abdeckung von sicherheitsrelevanten Aspekten sollten geroutete Netze Verwendung finden. Bei den Routern ist im Besonderen auf die Einhaltung der erforderlichen Durchsatzleistung zu achten. Routingprotokolle (auf Schicht-3) und neue Schicht-2-Protokolle (z.B. Link-Aggregation) bieten die Möglichkeit, parallele Verbindungen gleichzeitig zu nutzen. Dadurch lässt sich die Gesamtdurchsatzleistung vervielfachen.

Während einerseits die Kommunikationsnetze zusammenwachsen, so ist doch andererseits ein Trend zur Spezialvernetzung von Servern festzustellen, beispielsweise bei SAN-Konzepten, die entferntes Aufstellen und gemeinsames Nutzen von Plattenspeichern erlauben, und bei der Hochleistungsvernetzung von Servern mit geringen Latenzzeiten. Das Netz muss daher auf der passiven Seite mit Reserven für zukünftige Technologien dimensioniert werden.

## 2.3 Netzzugang von externen Arbeitsplätzen

Zugangsmöglichkeiten von externen Arbeitsplätzen sind durch geeignete Netzversorgung bereitzustellen. Studentenappartments und Wohnungen für Gastwissenschaftler sollten geeignete Netzanschlüsse haben.

Die sichere Anbindung von externen Arbeitsplätzen an das Hochschulnetz mit hoher Bandbreite (xDSL-Technik) ist zu verbessern. Stand ist derzeit der Zugang der Hochschulangehörigen von den häuslichen Arbeitsplätzen über das öffentliche Telefonnetz (analog oder ISDN). In den Hochschulen sind Zugangsroutern aufgestellt, die in der Regel mehrere Hundert, an einzelnen Standorten über Eintausend Telefon-Einwahlpunkte bedienen. Besondere Tarife für die Einwahl der Hochschulangehörigen ließen sich allerdings bisher nur in Einzelfällen erreichen. Die Einwahl über Internet Service-Provider (ISP) ist bundesweit möglich und häufig kostengünstiger, u. a. durch Ausnutzung von pauschalen Tarifen („Flat rates“). Einige ISP bieten auch gute Bedingungen zur Nutzung höherer Bandbreite (xDSL-Technik, TV-Kabelnetz). Da es auch mit Sonderverträgen den Hochschulen kaum dauerhaft möglich sein wird, konkurrenzfähige Angebote zu machen, wird voraussichtlich in Zukunft der externe Zugang über ISP die Standardlösung werden. Dazu kann es vorteilhaft sein, Providern eine direkte Kopplung mit dem Hochschulnetz zu ermöglichen.

## 2.4 Drahtlose Kommunikation

Bei der Nutzung moderner Kommunikationsnetze ist ein Paradigmenwechsel sichtbar. War es früher einzige Aufgabe der Vernetzungspolitik, den Zugriff auf die Netzressourcen vom stationären Arbeitsplatz sicherzustellen, so gewinnt nun zusätzlich der mobile Nutzer an Bedeutung, der tragbare Geräte jederzeit über das Netz mit den Basisstationen am Arbeitsplatz verbinden will (ähnlich wie der Wechsel vom festen Telefonanschluss zum Mobiltelefon). Das Konzept der Vergangenheit, lokale Netze als „lokal“ zu verstehen und in vielen Fällen der Zuständigkeit einer Fakultät oder gar Arbeitsgruppe zu unterstellen, hat allerdings dazu geführt, dass sog. „roaming user“ außerhalb ihres eigenen Arbeitsumfelds (bei Sitzungen) keine Möglichkeit haben, ans Netz zu kommen. Unter diesem Gesichtspunkt stellt die Integration der drahtlosen Netze (Funk oder Infrarot) eine besondere Herausforderung dar. Die massive Förderung des „roaming“-Gedankens ist notwendig, um eine zukunftsorientierte Ausbildung und innovative Netznutzung zu ermöglichen.

Die Einführung einer campusweiten drahtlosen und mobilen Kommunikationsinfrastruktur eröffnet fundamental neue Studien- und Arbeitsformen. Durch eine funktechnische Erschließung von Bibliotheken, Aufenthaltsräumen, Sitzecken und denkmalgeschützten Gebäuden können die Studierenden mit entsprechend ausgestatteten Endgeräten (z.B. Laptops) an vielen zusätzlichen Orten ohne Ein-

schränkungen arbeiten. Es muss aber betont werden, dass drahtlose Verbindungen aufgrund ihrer geringen Bandbreite die Festnetze nicht ersetzen können.

## 2.5 Betrieb der Kommunikationssysteme

Die Verantwortung für den Betrieb und die Wartung sowie die Weiterplanung des Netzes liegt beim Rechenzentrum. Der fortschreitende Ausbau der Netzinfrastruktur in den vergangenen Jahren hat in den meisten Fällen zu einer weitgehenden Flächendeckung mit Netzzugangsmöglichkeiten geführt. Auch wenn die Qualität dieser Zugänge sehr unterschiedlich sein kann, sind eine permanente Betriebsbereitschaft (7 x 24 h) und eine sehr hohe Verfügbarkeit und Stabilität des Netzes sowie der Netzdienste unverzichtbar. Damit kommen zusätzliche Betriebsaufgaben auf die Rechenzentren zu. Ob diese ausschließlich mit eigenem Personal erbracht werden oder durch Hinzuziehung von Fremdpersonal, muss im Einzelfall entschieden werden.

Voraussetzung für die Hinzuziehung Dritter beim Netzbetrieb ist eine entsprechende Dokumentation der Netzstrukturen und Anlagen sowie der notwendigen Prozeduren zur Fehlerbehebung. Die ÜbergabeprozEDUREN sind ebenfalls entsprechend zu definieren. Ein derartiges Pflichtenheft ist auch für den internen Betrieb der Rechenzentren von großem Nutzen.

Aufgrund der strategischen Bedeutung der Netze muss jedoch die „Oberhoheit“ über das Netz und seine Einsatzmöglichkeiten sowie eine entsprechende Kernkompetenz bei der Hochschule verbleiben. Nur wenn die Bewertung, Planung und Entwicklung der Netze in Zusammenarbeit des Rechenzentrums und der entsprechenden Leitungsgremien der Hochschule erfolgen, kann sichergestellt werden, dass der für die Wissenschaft notwendige Fortschritt tatsächlich umgesetzt wird.

## 2.6 Sicherheitsstrukturen

Die freie (d.h. technisch ungehinderte) und authentische Kommunikation ist eine fundamentale Voraussetzung für die Wissenschaft. Sowohl bei der drahtlosen Technik als auch im Festnetzbereich muss erreicht werden, dass der Zugang möglichst transparent und weitgehend einfach zu handhaben ist, ohne dass durch diese Öffnung die Sicherheit der Systeme gefährdet wird. Außerdem besteht ein starkes und schnell zunehmendes Interesse, Informationen auch über offene Netze sicher zu transportieren. Deshalb müssen die damit verbundenen Sicherheitsprobleme zuverlässig gelöst werden.

Moderne VPN (Virtual Private Network)-Lösungen oder andere Tunneling-Methoden in Kombination mit einer sicheren Verschlüsselung und Authentifikation an Gateways liefern einen gangbaren Weg. Derartige Verfahren erlauben es auch, auf den Betrieb abgeschlossener Netze z.B. für die Bibliothek und die Verwaltung und deren kostenintensive Kopplung über separate Leitungen weitgehend zu verzichten. Durch diese Mechanismen ist eine Koexistenz unterschiedlicher Kommunikationsbeziehungen möglich, ohne dass einzelne Verbindungen kompromittiert werden.

Die Häufigkeit und Gefährlichkeit von Angriffen auf das Netz und angeschlossene Systeme nimmt stark zu. Der weit überwiegende Teil hat Sabotage zum Ziel (z.B. Denial of Service, DoS) und bezweckt in der Regel, Netze oder Endgeräte in ihrer Funktion zu beeinträchtigen. Auch die unbefugte Beschaffung und Veränderung von Daten stellt ein nicht zu unterschätzendes Problem dar. Kryptografie ist zum Schutz der Daten notwendig, macht aber sonstige Sicherheitsmaßnahmen wie Firewalls zum Schutz des Netzes und der angeschlossenen Geräte nicht überflüssig. Hierbei ist ein angemessener Ausgleich zwischen spezifischen Sicherheitsbedürfnissen und möglichen Behinderungen des freien Datenaustausches herzustellen.

Das Bewusstsein für die Risiken nicht gut gesicherter Kommunikationsstrukturen ist an den Hochschulen zu schärfen. Hier müssen die Rechenzentren nicht nur aufklärerisch wirken, sondern beispielsweise auch sichere (verschlüsselte) Verbindungsmethoden und ggf. Zertifizierungsstellen gemäß den lokalen Sicherheitsanforderungen etablieren. Bisher gibt es nur in wenigen Hochschulen Zertifizierungsstellen zur Bereitstellung von Verschlüsselungsmechanismen. Die Netzbetriebskonzepte müssen Fragen der Sicherheit berücksichtigen. Sicherheit kostet Geld. Die

müssen Fragen der Sicherheit berücksichtigen. Sicherheit kostet Geld. Die Hochschulen müssen hierfür die erforderlichen Sach- und Personalmittel bereitstellen.

## 2.7 Zusammenfassung

Das Herzstück eines verteilten Systems ist das Netz. Als Basisinfrastruktur muss es hinreichend und durchgängig leistungsfähig sein, um die jetzigen und sich abzeichnenden Kommunikationsdienste und verteilten Anwendungen unterstützen zu können.

Dem Bedeutungszuwachs und Bedeutungswandel verteilter Systeme wird im Hochschulbereich noch nicht genügend Rechnung getragen; besonders bei den Netzinfrastrukturen ist nicht immer die erforderliche Koordination erkennbar. Oftmals werden im Rahmen des HBFg Systeme beantragt, deren Einsatz nur unter Berücksichtigung der Netze vernünftig zu beurteilen ist; Angaben dazu und Bezüge zur Netzgestaltung fehlen jedoch gänzlich. Außerdem werden häufig Systeme beantragt, die nur im Zusammenhang mit einem Kooperations- bzw. Betriebskonzept zwischen dezentralen und zentralen Organisationseinheiten und Komponenten sachgerecht beurteilt werden können; Betriebskonzepte werden aber kaum in den Anträgen dargestellt.

Jede Hochschule braucht daher ein Netzkonzept in funktionaler und räumlich/topologischer Hinsicht sowie einen Netzentwicklungsplan zu dessen zeitlicher Umsetzung. Ebenso sind Grundzüge für ein durchgängiges Netzbetriebs- und Managementkonzept unverzichtbar. Das Netzkonzept sollte die Grundsätze, eine Darstellung der bedarfsbegründenden Grunddaten, ein daraus abgeleitetes Mengengerüst, eine Aussage zu den bereits betriebenen Netzdiensten und der angestrebten Weiterentwicklung, die vorhandene und angestrebte Netzstruktur, sowie Überlegungen zur Netzintegration enthalten.

Siehe hierzu auch: „Perspektiven und Kriterien der DFG-KfR für die Hochschulvernetzung“, (<http://www.dfg.de/foerder/hbfg/kapitel8.html>).

## **3 Verteiltes kooperatives Versorgungskonzept**

### **3.1 Generalverantwortung**

Die Entwicklung und Koordinierung von IuK-Betriebskonzepten in den Hochschulen wird eine zunehmend wichtigere und komplexere Aufgabe.

Es wird daher den Hochschulleitungen empfohlen, einen Generalverantwortlichen für Information und Kommunikation (CIO, Chief Information Officer) in der Hochschulleitung oder einen geeigneten Lenkungsausschuss mit entsprechenden Entscheidungskompetenzen mit der Koordinierung aller IuK-Aufgaben zu betrauen. Dieser ist für die technische, organisatorische und nutzungsrechtliche Integration bzw. Koordination verschiedener IuK-Bereiche, z.B. Fakultäten, Rechenzentrum, Bibliothek, Medienzentrum und Verwaltung zuständig.

### **3.2 Betriebskonzept**

Durch ein geeignetes Betriebskonzept für die Studenten- und Wissenschaftlerarbeitsplätze ist dafür zu sorgen, dass die Belastung der Wissenschaftler mit Systemadministration minimiert wird und gleichzeitig eine fachkundige Rechner- und Softwarebetreuung gewährleistet ist. Dies kann einerseits durch möglichst große Homogenität der Rechnerausstattung in einer Nutzergruppe erreicht werden, andererseits ist ein koordiniertes Betriebskonzept erforderlich. Eine hochschulweite Koordination ist insbesondere in den Bereichen Benutzungsordnungen von IuK-Ressourcen, Festlegung von Adress- und Namensräumen, IuK-Sicherheitsmaßnahmen, Software-Lizenzen und Software-Verteilung, globale Archivierungskonzepte und Festlegung von IuK-Verantwortlichkeiten erforderlich.

Die Systemadministration von vernetzten, im Prinzip weltweit zugänglichen Rechnern erfordert umfangreiche Spezialkenntnisse und methodische Erfahrungen, nicht nur um die Dienstqualität für den Nutzer zu gewährleisten, sondern auch um Missbrauch und Schaden abzuwenden. Rechnersysteme an Universitäten sind häufigen Angriffen von außen ausgesetzt und werden zunehmend als Durchgangsplattformen für Angriffe im Internet benutzt. Missbrauchsversuchen kann nur durch eine problembewusste, erfahrene und höchstqualifizierte Systemadministration entgegen gewirkt werden. Gerade die sehr leistungsfähigen Cluster an Hochschulen werden in zunehmendem Maße als Ausgangsplattform für massivste Angriffe gesucht und genutzt. Die Problematik darf in ihren Auswirkungen auf E-Commerce, Wirtschaft, Verwaltung und Gesellschaft von den Hochschulen nicht unterschätzt werden.

Angesichts dieser Schwierigkeiten und der immer weiter zunehmenden Anzahl von dezentralen Rechnern wird es immer weniger möglich sein, die Systemadministration durch die Wissenschaftler selbst durchführen zu lassen. Es kann nicht die Aufgabe eines jeden Wissenschaftlers am Rechnerarbeitsplatz sein, sich mit solchen, vom eigenen Fach in der Regel völlig unabhängigen Problematiken auseinanderzusetzen. Auch die bisher häufig geübte Praxis, die Systemadministration von wissenschaftlichen Hilfskräften durchführen zu lassen, ist aus den oben genannten Gründen nicht sinnvoll.

Die Betreuung der Rechnerarbeitsplätze durch hochqualifiziertes Personal muss daher von den Hochschulleitungen und Fakultäten als notwendige Aufgabe anerkannt und personell als Infrastrukturmaßnahme eingeplant werden. Nur so kann eine zuverlässige und effiziente IuK-Versorgung auf Dauer gesichert werden. Die Systemadministration sowie die Soft- und Hardwarepflege sollte hierarchisch organisiert werden. Insbesondere wird empfohlen, in den Fakultäten sachkompetente IuK-Beauftragte für die Systemadministration vorzuhalten. Diese IuK-Beauftragten sollten fakultätsübergreifend zusammenarbeiten und Bindeglieder zwischen dem Rechenzentrum und den Endnutzern bilden. In Zusammenarbeit mit Spezialisten der Rechenzentren sollten sie auch Koordinierungsaufgaben, insbesondere im Bereich der Systemsicherheit, wahrnehmen.

### **3.3 Rechnerversorgung**

### 3.3.1 Studentenarbeitsplätze

Für die Versorgung von Studierenden ist eine Infrastruktur notwendig, die die Online-Nutzung von Diensten (z.B. Immatrikulation, Abrechnung, Prüfungswesen, Literaturrecherche, Zugriff auf digitale Bibliotheken, Materialrecherche etc.), die Nutzung multimedialer Lehrangebote und die Mitarbeit an anspruchsvollen Forschungsprojekten, etwa im Rahmen von Diplomarbeiten sichert. Hierfür sind einerseits auf Lehrstuhl-, Instituts- und Fakultätsebene Rechnerpools zu schaffen, andererseits sollten in den Hochschulbereichen vermehrt Anschlüsse für tragbare Geräte (sowohl drahtlose wie auch breitbandige Netzzugänge) angeboten werden. Für die Finanzierung der Rechnerpools kann das erfolgreiche Computerinvestitionsprogramm (CIP) eingesetzt werden. Es wird empfohlen, die Betreuung der CIP-Pools in ein fakultätsübergreifendes Betriebskonzept einzubinden (vgl. Kapitel 3.2).

### 3.3.2 Wissenschaftlerarbeitsplätze

Für Wissenschaftler können Arbeitsplatzrechner mit Hilfe des Wissenschaftler-Arbeitsplatz-Programms (WAP) finanziert werden. Zum Erhalt der Leistungsfähigkeit der Hochschulen sollten alle Bundesländer von dieser Möglichkeit verstärkt Gebrauch machen. Es ist zu beachten, dass die im Rahmen des WAP beantragten Rechner in Cluster eingebunden und durch Instituts- oder Fakultäts-server für zentrale Dienste ergänzt werden müssen. Hierdurch muss ein Synergieeffekt entstehen. Für den Betrieb der Cluster sind geeignete Gesamtkonzepte zu entwickeln (vgl. Kapitel 3.2).

Die Mehrzahl der Aufgaben kann heute mit Hilfe von kostengünstigen Personalcomputern (PCs) bewältigt werden. So sind z.B. bei Verwendung des Linux Betriebssystems moderne PCs nur noch geringfügig langsamer als die schnellsten verfügbaren Workstations und Server. Engpässe entstehen derzeit vor allem durch die 32 Bit-Architektur und den beschränkten Speicherausbau. Für sehr rechen- und speicherintensive Anwendungen oder Programme mit speziellen Software- oder Grafikanforderungen sind daher weiterhin Hochleistungs-Workstations notwendig. Die Beantragung solcher Geräte muss aber fachspezifisch begründet werden.

Bei PC-Beschaffungen wird der Einsatz hochwertiger Komponenten empfohlen, um die Zuverlässigkeit sicherzustellen und den Wartungsaufwand zu minimieren. Die etwas höheren Kosten für bewährte Fabrikate zahlen sich häufig aus; dies gilt insbesondere für Speichermodule. Bei den Prozessoren ist die höchste mögliche Taktrate selten erforderlich. Eine bessere Leistungssteigerung erreicht man meist durch größeren Hauptspeicherausbau. 256 MB-Hauptspeicher sollte für Wissenschaftler-Arbeitsplätze das Minimum sein. Ein besonders günstiges Preis/Leistungsverhältnis kann mit Mehrprozessorsystemen erreicht werden. Diese sind besonders dann sinnvoll, wenn auf dem Rechner sowohl Entwicklungsarbeiten als auch numerische Anwendungen durchgeführt werden. Teure SCSI-Plattensysteme sind meistens nicht erforderlich.

Bei der eingesetzten Software sollten Standardlösungen mit offengelegten Speicherformaten und offenen Schnittstellen bevorzugt werden, um freien Informationsaustausch zu garantieren und die Software- und Verwaltungskosten zu minimieren. Wo immer möglich sollten „Open source“-Umgebungen gefördert werden.

### 3.3.3 Mobile Rechner

Die technische Entwicklung bietet heute eine Vielfalt von mobilen Komponenten an, die in entsprechenden Projekten neue Möglichkeiten eröffnen und Impulse für Innovationen geben können. Es liegt in der Natur mobiler Komponenten, dass sie nur gelegentlich eine funktionelle Einheit mit der stationären Anlage bilden können. Diese temporäre funktionelle Einheit in Verbindung mit der Mobilität der Komponente kann aber wesentlich für die Erreichung des projektspezifischen Synergieeffekts sein.

Im Interesse des innovativen Potenzials für die wissenschaftliche, wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung ist es unverzichtbar, für den Nachweis der Großgeräteeigenschaft einer Anlage auch Synergieeffekte zuzulassen, die durch den Einsatz mobiler Komponenten zustande kommen. Dies muss auch dann gelten, wenn diese Komponenten im Rahmen der derzeitigen technischen Entwicklung mit einer immer reichhaltigeren, selbständigen „Intelligenz“ ausgestattet werden. Aus Letzterem ergibt sich ja gerade das innovative Potenzial.

Einen Sonderfall bei den mobilen Komponenten bilden Notebooks, weil ihre „selbstständige Intelligenz“ und auch ihre Leistungsfähigkeit mit der von PCs heute weitgehend übereinstimmen. Im Sinne des obigen Synergieverständnisses sollten auch Notebooks als Komponente eines Großgeräts angesehen werden, falls die projektspezifischen Erfordernisse dies verlangen. Es ist allerdings wesentlich, dass die gelegentliche funktionelle Einheit mit Servern für Speicherdienste, Software-Bereitstellung, Compute-Leistung usw. als Notwendigkeit besteht. Auf welchem physikalischen Wege diese funktionelle Einheit hergestellt wird, darf jedoch keine Rolle spielen. Sie kann vom Dienstzimmer des Wissenschaftlers aus erfolgen, vom Hörsaal, aus dem Konferenzzimmer, vom Heimarbeitsplatz oder von einem beliebigen Zugangspunkt über das Internet. Mobile Informationsverarbeitung in diesem Sinne sollte künftig von den Hochschulen unterstützt werden.

### 3.3.4 Lokale Server

Die Wissenschaftler-Arbeitsplätze sollten auf inhaltlich zusammenhängender Ebene Cluster bilden und durch Server für zentrale Aufgaben ergänzt werden. Hierzu gehören z.B. Software-, Datenbank- oder Backup-Server. In vielen Fällen sind auch hier PC-basierte Systeme ausreichend. Je nach Anwendung und vorhandener Software können auch Mehrprozessorsysteme notwendig sein, wobei aber die Mehrkosten sachlich begründet sein müssen.

Für sehr rechenintensive Forschungsprojekte können neben Hochleistungs-Workstations auch dezentrale Compute-Server mit Kosten bis zu ca. 500 Tsd. EUR notwendig sein. Deren Beschaffung ist aber nur dann sinnvoll, wenn sie lokal ausgelastet werden können und hard- und softwaremässig für die spezifischen Anwendungen ausgestattet sind. Hierdurch können die Hoch- und Höchstleistungsrechner entlastet werden. Beschaffungen in dieser Größenordnung bedürfen einer besonderen wissenschaftlichen Begründung. Die Compute-Server können entsprechend den örtlichen Möglichkeiten und Anforderungen entweder dezentral oder zentral betrieben werden. Bei zentraler Aufstellung können sich bei der Systemadministration Synergien durch Clusterung mehrerer gleicher oder ähnlicher Systeme ergeben. Unter Umständen kann auch ein Leistungsausgleich bei Lastschwankungen in den Teilsystemen stattfinden, wobei aber jeder Arbeitsgruppe die ihr zustehende Mindestrechenleistung jederzeit garantiert werden muss.

Die Clusterung von preiswerten Rechnereinheiten kann unter Umständen eine günstige Alternative zu größeren Mehrprozessor-Servern darstellen. Dafür genügt es jedoch nicht, nur auf die CPU-Leistung der Rechnereinheiten zu achten. Vielmehr spielen hier auch Aspekte der E/A-Leistung dieser Einheiten in Verbindung mit einer sehr schnellen Vernetzung eine entscheidende Rolle (vgl. Kapitel 2). Neben dem Durchsatz ist vor allem auch eine sehr kurze Latenzzeit für die Auswahl einer entsprechend leistungsfähigen Spezialvernetzung ausschlaggebend.

In bestimmten Anwendungsbereichen werden Programme benötigt, die nur in einer proprietären Systemumgebung ablaufen können. Es ist aber immer zu prüfen, ob die finanziellen und personellen Aufwendungen für einen dafür notwendigen speziellen Anwendungs-Server in einem angemessenen Verhältnis zu den Forschungs- und Lehrbedürfnissen stehen und ob Alternativlösungen für offene Systeme existieren.

Im Hinblick auf die schnelle technologische Entwicklung ist es sinnvoll, möglichst leistungsfähige Systeme der neuesten Technologie zu beschaffen. Es sollten keine Kapazitäten beschafft werden, die erst mittelfristig benötigt werden. Auch ist der Versuch, die Standzeit durch Beschaffung von Systemen mit flexibler Ausbaubarkeit zu verlängern, nicht immer sinnvoll. Anstelle der Aufrüstung nach zwei bis drei Jahren ist es meist wirtschaftlicher, neue Systeme zu kaufen und die vorhandenen Sys-

teme für andere Zwecke weiter zu nutzen. Die Folgekosten sollten durch Beschaffung von Systemen mit mehrjähriger Garantie niedrig gehalten werden. In die Wirtschaftlichkeitsrechnung sind auch die Kosten für Strom und Wartung älterer Geräte einzubeziehen. Nach Ablauf der Garantie ist es oft sinnvoll, defekte Geräte außer Betrieb zu nehmen. Beim Kauf der Software sollte darauf geachtet werden, dass für die Hochschulen im Kaufpreis nicht nur „Updates“, sondern auch Lieferungen neuer Versionen enthalten sind.

### **3.3.5 Hochleistungsrechner**

Für Hochschulen mit besonders großem wissenschaftlich begründeten Bedarf können auch eigene Hochleistungsrechner mit einem Investitionsvolumen bis zu ca. 5 Millionen EUR beantragt werden. Solche Rechner sollten ggf. in ein landesweites Versorgungskonzept einbezogen werden. Sie sollten auch kleineren Arbeitsgruppen und Wissenschaftlern zugänglich sein, für die der Betrieb eines eigenen Compute-Servers unwirtschaftlich ist, deren Bedarf und Erfahrung aber für die Nutzung der Bundeshöchstleistungsrechner nicht ausreichen. Ebenso sollten sie der Vorbereitung von Projekten und Programmen für Höchstleistungsrechner dienen.

Der Bedarf mehrerer Hochschulen eines Bundeslandes an Hochleistungsrechenkapazität kann auch von gemeinschaftlich genutzten Hochleistungsrechnern mit einem Beschaffungsvolumen von 5 bis 10 Millionen EUR abgedeckt werden. Grundsätzlich sollte für alle Hochleistungsrechner gelten, dass die Rechenzeit nach wissenschaftlichen Kriterien und nur für solche Projekte vergeben wird, die nicht auf lokalen Anlagen oder geeigneteren Compute-Servern bearbeitet werden können.

### **3.3.6 Höchstleistungsrechner**

Für bestimmte Klassen von Anwendungen, meist aus dem Bereich der numerischen Simulation (auch als „Grand challenges“ bezeichnet) sind Höchstleistungsrechner erforderlich, deren Beschaffungswert zur Zeit oberhalb von 10 Millionen EUR liegt. Die Verfügbarkeit von Höchstleistungsrechnern wird als wichtige Voraussetzung für die Wettbewerbsfähigkeit der nationalen Forschung und Technologie angesehen. Durch eine Koordination bei den Beschaffungen muss sichergestellt werden, dass in Deutschland jeweils ein Rechner der neuesten Generation zugänglich ist, der auch unter den weltweit zehn leistungsfähigsten Rechnern rangieren sollte.

Höchstleistungsrechner müssen in das bundesweite Wissenschaftsnetz so integriert werden, dass sie von allen Hochschulen für ihre Forschungszwecke zugreifbar sind. Bei entferntem Zugriff auf diese Systeme muss die Administration der Netze Spitzenauslastungen zulassen, da für viele Aufgaben neben der erforderlichen hohen Rechenleistung auch hohe Datendurchsatzraten benötigt werden. Insbesondere muss die Nutzung der Ergebnisdaten meist über Visualisierungssysteme lokal erfolgen.

Wegen des hohen Investitionsvolumens muss sichergestellt werden, dass Höchstleistungsrechner ausschließlich für Probleme eingesetzt werden, die ein solches System benötigen. Sie dürfen nicht für die Abdeckung des Grund- und Hochleistungsrechenbedarfs der Hochschulen herangezogen werden. Der Zugang zu Höchstleistungssystemen bedarf daher einer Kontrolle, die insbesondere für längere Läufe den sachgemässen Gebrauch dieser teuren Ressourcen sicherstellt. Für diese Aufgabe müssen Lenkungsausschüsse sorgen, wie sie heute für die Höchstleistungsrechenzentren zumeist schon eingerichtet sind.

## 4 Aufgaben der Rechenzentren

Das Rechenzentrum ist ein unverzichtbarer Bestandteil des kooperativen Versorgungskonzepts jeder Hochschule. Es erbringt Dienstleistungen, die in einem Katalog beschrieben und mit dem IuK-Leitungsgremium (vergl. Kapitel 3.1) sowie den Endnutzern vereinbart werden. Zu den Aufgaben des Rechenzentrums gehören auch die Vorbereitung und Einführung neuer zukunftsorientierter Dienste und Strategien. Je nach Bedarf der einzelnen Hochschule und der Größe des Rechenzentrums werden die in den folgenden Kapiteln angesprochenen Dienste nur teilweise bzw. in unterschiedlicher Güte abgedeckt werden können, bzw. die Hinzuziehung Dritter notwendig machen.

### 4.1 Netzbetrieb und Netzdienste

Die heute wichtigste Aufgabe der Rechenzentren ist der sichere, robuste und verlässliche Betrieb des Netzes und der zugehörigen Netzdienste. Hierzu gehören das Festnetz, vom Campus-Backbone bis hin zu den Arbeitsplätzen und Hörsälen, drahtlose Netze sowie die leistungsfähige Außenanbindung der Hochschule an nationale und internationale Netze. Ebenso ist das Konzept des „alternierenden Arbeitsplatzes“ durch Bereitstellung ausreichend breitbandiger Netzzugänge zu unterstützen.

Zunehmend kommt auch der Betrieb von Netzsicherheitseinrichtungen hinzu, wobei einerseits auf die Sicherheitsbedürfnisse und andererseits auf die Notwendigkeit einer offenen Kommunikation in Forschung und Lehre Rücksicht genommen werden muss.

Die Anforderungen an die Netzinfrastruktur und die notwendigen Betriebskonzepte wurden bereits in Kapitel 2 beschrieben.

### 4.2 Zentrale Server und Dienste

Der Betrieb zentraler Server ist sinnvoll, wenn sich durch gemeinsame Nutzung vieler Hochschulinstitutionen ein Synergieeffekt ergibt. Grundsätzlich sollten Rechner für Spezialanwendungen von den betreffenden Forschergruppen selbst beantragt werden (vgl. Kapitel 3.3.4).

#### 4.2.1 Compute-Dienste

In der Vergangenheit war es eine der Aufgaben der Rechenzentren, zentral Rechenleistung als „Überlaufkapazität“ für die Fakultäten bereitzustellen. Angesichts der heute verfügbaren hohen Rechenleistung preisgünstiger und anwendungsspezifisch betriebener Rechner, die in den Arbeitsgruppen vorhanden sind oder im WAP-Programm beschafft werden können, hat diese Aufgabe an Bedeutung verloren.

Wesentlich wichtiger ist die dedizierte Bereitstellung von Rechenleistung auf spezifischen Compute-Servern (siehe Kapitel 3.3.4) und Hochleistungsrechnern (siehe Kapitel 3.3.5) für Anwendungen mit besonders hohem CPU- und Speicherbedarf. Hochleistungsrechner müssen durch einen besonderen wissenschaftlichen Bedarf für die Forschungsaktivitäten der Hochschule begründet werden. Aufgrund der guten Netz-Infrastruktur ist es heute nicht mehr notwendig, dass jede Hochschule einen High-End-Compute-Service anbietet. Es muss aber sichergestellt werden, dass der Spitzenbedarf von Arbeitsgruppen und Nachwuchswissenschaftlern, für die der Betrieb eigener Compute-Server unwirtschaftlich ist, ausreichend abgedeckt wird.

#### 4.2.2 Betrieb von Applikationsservern

Bei Bedarf sollten auch Server für bestimmte Anwendungen vom Rechenzentrum betrieben werden, insbesondere wenn das erforderliche Know-How bei den entsprechenden Anwendergruppen fehlt. Hierzu gehören u.a. Datenbankserver (s. Kapitel 4.2.7), Systeme für das Pre- und Postprocessing (z.B.

Visualisierung) numerischer Simulationen und Server für Thin clients, z.B. der Verwaltung oder anderer Bereiche, in denen überwiegend Bürosoftware eingesetzt wird.

### **4.2.3 Backup-/Archiv-Dienste**

Backup-/Archiv-Server stellen Datensicherungs- und Archivierungsdienste für die dezentralen und zentralen Systeme bereit. Es ist darauf zu achten, dass ein abgestuftes Konzept entwickelt und realisiert wird, das eine Arbeitsteilung zwischen zentraler und regionaler Datensicherung und Archivierung ermöglicht. Der zentralen und regional verteilten langfristigen Archivierung kommt für die Absicherung gegen verschiedene Katastrophenfälle eine besondere Bedeutung zu. Zur flexiblen und hochverfügbaren Datenhaltung der vernetzten Systeme müssen neue Konzepte, wie Storage-Area-Networks (SAN) zunehmend berücksichtigt werden. Angesichts der aufkommenden Multimedia-Anwendungen und der dadurch zu erwartenden steigenden Datenflut sind die Kapazitätsbemessungen anzupassen und die Kosten für langfristige Archivierung zu kalkulieren. Dabei ist zu beachten, dass nicht alle Daten langfristig archiviert werden müssen.

### **4.2.4 Kommunikations- und Informationsdienste**

Informations- und Kommunikations-Server unterstützen die Kommunikation in Forschung und Lehre sowie die Außendarstellung der Hochschulen durch Bereitstellung multimedialer, auch interaktiver Dokumente. Vor allem multimediale Materialien, z.B. digitales Campus-TV, führen hier zu großen Datenmengen und zum Zugriff durch viele Nutzer. Der Bereitstellung und Pflege dieser Information muss gerade in der internationalen Konkurrenzsituation der Hochschulen besonderes Augenmerk gewidmet werden und sollte von den Rechenzentren in Absprache mit der Hochschulleitung und den Fakultätsbeauftragten technisch koordiniert werden.

Zu den Diensten gehören z.B. Informationsvermittlungssysteme ( „News“, „WWW“ ), sowie die Übermittlung, Verteilung und Absicherung von elektronischer Post.

Das Anbieten der Inhalte (Content Provider) muss in jedem Fall dezentral erfolgen. Dagegen sind beim Bereitstellen des Zugangs (Access Provider) verschiedene Modelle möglich, von einer zentralen bis hin zu einer völlig dezentralen Serverstruktur. Jedoch muss bei dezentralen Lösungen dieselbe Betriebsgüte und dasselbe Sicherheitsniveau wie bei zentralen Lösungen gefordert werden.

### **4.2.5 Verzeichnis-Dienste**

Die in Kapitel 2.1 geforderten „modernen, den Nutzer grundsätzlich nicht behindernden Techniken der Zugangskontrolle“, insbesondere in Verbindung mit Verschlüsselungstechniken, erfordern den Aufbau von Verzeichnissen mit Authentisierungs- und Autorisierungsinformation (IP-Adressen, Mail Adressen, Name-Server). Diese können zentral oder dezentral gepflegt werden; in beiden Fällen ist jedoch ein mindestens zentraler Zugriff zur Zugangskontrolle auf die zentralen Dienste erforderlich (z.B. LDAP). Die Koordination solcher Verzeichnisdienste unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Funktionalität und des Datenschutzes wird zunehmend eine übergeordnete Aufgabe des Hochschulrechenzentrums sein.

### **4.2.6 Multimedia-Dienste**

Multimedia-Anwendungen gewinnen für Forschung und Lehre zunehmend an Bedeutung. In den Hochschulen sollte eine hochwertige Ausstattung für diese Zwecke zur Verfügung stehen, z.B. Grafik- und Visualisierungs-Hardware und -Software, spezielle E/A-Geräte (Drucker, Plotter, Scanner, Audio/Video), Systeme zur Medienbearbeitung sowie Räume für Videokonferenzen und Teleseminare. Hierzu gehören auch das Anbieten und Vermitteln von multimedialen Kommunikationsanwendungen, Vermittlung elektronischer Konferenzen oder virtueller Veranstaltungen (Teleseminare, Televorlesungen etc.), Sprach-/Daten-Integration (VoIP etc.) und der Betrieb von Medien-Servern zur Aufnahme eigener und fremder Inhaltsangebote.

### 4.2.7 Datenbank-basierte Dienste

Der Betrieb von zentralen Datenbank-Servern und die Betreuung von Datenbank-gestützten Anwendungen, z.B. Lehr- und Lernsystemen, digitalen Bibliotheken und grafischen Informationssystemen übersteigt häufig die Möglichkeiten der Institute. Der Betrieb sollte daher in der Regel im Rechenzentrum erfolgen, insbesondere wenn sich durch die Gemeinschaftsnutzung ein Synergieeffekt ergibt. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, dass im Rechenzentrum die notwendige Infrastruktur für Backup und Recovery vorhanden ist. In spezifischen Fällen können dezentrale Datenbankserver jedoch nach wie vor sinnvoller sein.

### 4.2.8 Software-Dienste

Für alle Bereiche der Hochschulen gilt, dass der Anteil der Software an den Gesamtkosten der Rechenysteme weiter steigen wird. Wegen der großen Anzahl von Systemen muss die Softwareausstattung unbedingt kostenoptimiert erfolgen und nicht auf der Basis von Einzellizenzen. Auch die Kosten für Pflege der Software und die Folgekosten durch neue Versionen müssen schon bei der Beschaffung von Rechnersystemen bedacht und einbezogen werden. Geeignete Mechanismen für Kostenreduktionen können sein:

- Aushandlung von Stückzahllicenzen, Campus- und Landeslicenzen sowie von hochrabattierten Preisen für Forschung und Lehre unter Ausschluss einer kommerziellen Nutzung,
- Ausleihe von Software durch das Rechenzentrum für vorübergehenden Bedarf,
- Aktualisierung der Software im Rahmen der Gewährleistung,
- Reduzierung der Pflegekosten durch Beschaffung und Betrieb zentraler Referenzversionen.

Besonders wichtig ist die Bereitstellung nicht fachspezifischer System- und Anwendungssoftware, z.B. für Büroaufgaben und Datenbanken. Das Rechenzentrum muss über das Angebot an Basissoftware informieren; bei fachspezifischer Software mit größerem Benutzerkreis sollte das Rechenzentrum geeignete Informationsdienste und Verteildienste organisieren, die die Endnutzer über das Softwareangebot informieren und die Produkte über das Netz verteilen.

## 4.3 Beratung und Unterstützung der Anwender

Aufgrund der zunehmenden fachspezifischen Spezialisierung im Softwarebereich ist eine zentrale Beratung durch das Rechenzentrum nur in übergreifenden Bereichen möglich und sinnvoll. Hierzu gehören vor allem Fragen, die die Installation und Pflege von Standard- und Betriebssystemsoftware sowie das Netz und die Netzsicherheit betreffen. Dagegen sollten für alle anwendungsspezifischen Fragen in erster Linie spezialisierte Beauftragte in den Instituten und Fakultäten zuständig sein. Hierbei kommt den IuK-Beauftragten der Fakultäten (vgl. Kapitel 3.2) eine besondere Rolle zu. Die Rechenzentren sollten als kompetente Vermittler von Informationen fungieren. So ergibt sich ein hierarchisch organisiertes Kompetenzsystem.

Eine zentrale Beratung und Unterstützung ist insbesondere in folgenden Bereichen sinnvoll:

- Nutzung der lokalen, regionalen und nationalen IuK-Anlagen und der Kommunikationsnetze
- Optimierung von Anwendungsprogrammen für Hoch- und Höchstleistungsrechner
- Organisation und Betrieb lokaler Netze
- Mitwirkung bei der Konzeption und Durchsetzung globaler und dezentraler Betriebskonzepte,

- Sicherheit von Daten, Netzen und Endsystemen,
- Betriebssysteme und systemnahe Software; Bereitstellung von ausgetesteten Referenzinstallationen und Software-Patches für dezentrale Systeme,
- Auswahl zentraler und dezentraler Systeme, z.B. Arbeitsplatzrechner, laufende Marktbeobachtung, Tests gängiger HW/SW-Produkte, Aushandeln von Rahmenverträgen, gemeinsame Beschaffungen von Standardkomponenten, wenn dadurch Preisvorteile zu erzielen sind,
- Softwarebeschaffung und Verteilung (siehe Kapitel [4.2.8](#)),
- Systemservice und Fehlerverfolgung: Hilfe bei der Fehlerdiagnose, Kommunikation mit den Software-Herstellern und Koordinierung der Fehlermeldungen.

Als zentrale Anlaufstelle für die Nutzer sind ein Help-Desk und eine Hotline erforderlich. Es ist wichtig, dass die Rechenzentren ihre Kompetenz in geeigneter Weise ständig weiterentwickeln, an die aktuellen Entwicklungen anpassen und in Schulungen an die Studenten, Wissenschaftler und insbesondere die IuK-Beauftragten der Fakultäten weitergeben. Die Rechenzentren sollten sich je nach Ausstattung an regionalen und überregionalen Verbundlösungen beteiligen, so dass Service- und Kompetenzschwerpunkte entstehen.

## **5 Hochschulbibliotheken**

### **5.1 Bedarf**

In den Hochschulbibliotheken muss die rechnergestützte Automation weiter ausgebaut werden, um die Effizienz des Zugangs zu Informationen für den Nutzer deutlich zu steigern. Dazu genügt es nicht, bisherige Arbeitsprozesse auf IuK-Ebene nachzubilden; vielmehr sind die Abläufe so abzuändern, dass die Informations- und Versorgungsbedürfnisse der Kunden, die gerade im Hochschulbereich in hohem Maße im Umgang mit digitalen Informationen geübt sind, besser befriedigt werden. Der Verzicht auf traditionelles papierorientiertes Denken erscheint an vielen Stellen notwendig. Die damit teilweise verbundenen Einsparungsmöglichkeiten können den Nutzern unmittelbar durch verbesserte Bibliotheksdienste zu Gute kommen. Einige Fachdisziplinen, die in Verfolgung einer Vision der papierlosen Bibliothek ihre Informationsbestände digital lagern und den eleganten Zugriff darauf den Nutzern von überall her ermöglichen, können als Orientierungspunkte herangezogen werden.

### **5.2 Zur gegenwärtigen Ausstattung**

Die technische Entwicklung sowie der Einsatz von Bibliotheksinformationssystemen verliefen in der Vergangenheit nicht problemlos. Verschiedene große nationale wie auch internationale Projekte mussten aufgegeben werden, nachdem bereits substanzielle Summen investiert wurden.

Gegenwärtig ist der Bestand an computergestützten Bibliothekssystemen in den Hochschulen noch durch Systemheterogenität und Defizite im Funktions- und Versorgungsumfang geprägt. Dies betrifft besonders die Ebene der Fachbereiche, Institute und auch Arbeitsgruppen. Hier fehlen vielfach einheitliche oder zumindest durchgängige Softwaresysteme, die nicht nur den Professionalitätsanforderungen großer Einheiten genügen, sondern auch auf der Ebene etwa der Institute vereinfachte, aber gleichwohl wirksame Verfahren integrieren.

Ende der neunziger Jahre zeigte sich eine deutliche Verbesserung der Rechnerausstattung und der Leistungsfähigkeit der Netze. Wie bei den Hochschulverwaltungen haben sich auch im Bereich der Bibliotheken Client-Server-Architekturen auf Basis Industrie-kompatibler Hardware und Betriebssoftware durchgesetzt, und Thin clients versprechen in manchen Anwendungsbereichen eine Reduzierung der sog. Total Costs of Ownership (TCO).

Bei den Verbundlösungen hat man von der Forderung nach einer monolithischen nationalen Einheitslösung Abstand genommen. Damit ergeben sich verschiedene Möglichkeiten, von der zentral betriebenen Lösung des Anbieters PICA bis hin zu einem weitgehend dezentralen Modell wie dem des Kooperativen Bibliothekverbundes Berlin-Brandenburg (KOBV). Entscheidend ist dabei der einfache und nicht proprietäre Datenaustausch mit anderen Verbänden, so dass für die Nutzer eine übergreifende Recherche und Belieferung möglich wird.

### **5.3 Künftige Versorgung**

Ein integriertes Bibliothekssystem soll umfassende Auskunft über die vorhandenen Informationsbestände geben und soweit möglich den direkten Zugriff auf Datenbanken vom einzelnen Arbeitsplatz aus erlauben. Dazu sind die dezentralen Einrichtungen auf Fakultäts- und Institutsebene ebenso wie zentrale Instanzen einzubinden und mit Universitäts-übergreifenden Verbänden zu vernetzen. Neben dem reinen Bestandsnachweis sind auch Informationen über Verfügbarkeit und Bestellmöglichkeiten vorzusehen. Das Instrument der alten Fernleihe erscheint nicht mehr adäquat; vielmehr ist, wenn irgend möglich, die elektronische Auslieferung aufgrund des Geschwindigkeits- und Handhabungsvorteils vorzuziehen. Aus Nutzersicht erscheint es zweckmässig, in die verschiedenen Stufen der Literaturbeschaffung von der Bestellung bis hin zur Erfassung und Aufstellung Einblick zu haben, um gegebenenfalls, beispielsweise bei überlangen Lieferzeiten, Alternativen suchen zu können.

Bibliotheksbestände umfassen schon heute nicht nur gedruckte Werke, sondern in großem Umfang auch digitale Objekte. Ein Teil des Wissens wird über Lizenzen zum Zugriff auf Bestände Dritter verfügbar gemacht werden. Bei der Beschaffung von Lizenzen ist auch die Frage des langfristigen Zugriffsrechts zu klären. Bei Vertragsabschluss ist darauf zu achten, bei späterer Kündigung einer Lizenz möglichst das Zugriffsrecht auf ältere Jahrgänge zu erhalten. Die fehlenden Erfahrungen auch bei Verlagen erschweren hier die Suche nach einer zukunftssicheren Lösung.

Das Vorhalten digitaler Informationsressourcen erfordert Konzepte, die einen langfristigen Zugang zu diesen Informationen sicherstellen. So sind z.B. die rasche Entwicklung in der Datenverarbeitung und die häufigen Formatwechsel bei den Speichermedien Unsicherheitsfaktoren.

Die Automation bei der Erschließung ist zu steigern, um die damit verbundenen Kosten zu senken. Dabei sind auch nutzergestützte Volltextrecherchen über ganze Bestände zu eröffnen.

Bibliotheksdienste sind so zu gestalten, dass ein Zugriff vom jeweiligen Arbeitsplatz aus auf das Ressourcen-Portfolio (bis hin zur Auslieferung) zum Regelfall wird. Der Netzausbau geht zügig voran, so dass bisher bekannte Einschränkungen in Bezug auf Bandbreite oder Netzkosten, etwa im Hinblick auf die Vernetzung von Wohnheimen, abgebaut werden. Daraus erwächst die Notwendigkeit einer professionellen Gestaltung digital und netzgestützt auszuführender Geschäftsprozesse in Bibliotheken, wobei die Umstellung auf digitale Dienste bereits jetzt erfolgen muss.

Die Bibliotheken und die dort vorhandenen Arbeitsplätze sind vollständig in eine leistungsfähige Vernetzung einzubinden; die hierzu notwendige Kompetenz auf Mitarbeiterseite ist zu organisieren. Damit einher geht die Forderung nach stabilen Diensten, die durch Kooperation mit anderen Einrichtungen innerhalb und außerhalb der einzelnen Hochschule sichergestellt werden müssen. Eine grundlegende Anforderung ist, die Nutzung von Standardsoftware und die Verwendung von Standard-Datenformaten auszubauen, ebenso die Reduktion des Aufwands für Systemadministration durch die Verwendung homogener Geräte.

Die Integration von Bibliotheken in Verbünde ist auch in Zukunft unverzichtbar, um z.B. Mehrfacharbeit insbesondere bei der Erschließung zu vermeiden und Synergiepotentiale durch den Betrieb von Kompetenzzentren zu nutzen. Ob diese Verbünde regional bzw. länderorientiert sein müssen oder auch Interessengemeinschaften von Bibliotheken mit ähnlichem Anforderungsprofil sein können, sei dahingestellt; auf keinen Fall darf die Forderung nach einem einheitlichen Konzept zu massiven Verzögerungen bei der Bereitstellung von Benutzerdiensten führen. Die Integration der Bibliotheksinformationssysteme in die Versorgungsstruktur der Hochschule sollte vorangetrieben werden, beispielsweise bei der Einführung von Chipkarten. Anforderungen an die Architekturen der in Bibliotheken eingesetzten Systeme sind neben der immer zu fordernden bruchlosen Erweiterbarkeit z.B.:

- Ausbau der Selbstbedienungsmöglichkeiten vor allem in den Bereichen, in denen dies ohne große Zusatzqualifikationen für Benutzer möglich ist,
- Erschließung digitaler Medien,
- Ausweitung des Angebots endbenutzerorientierter Durchschaltleistungen (etwa zur Verfügbarmachung (einschließlich Auslieferung und Abrechnung) von Ressourcen fremder Verbünde),
- Integration in Systeme der Hochschulverwaltung (z.B. Abrechnung von Dienstleistungen über eine Karte),
- Angebot, Auslieferung und Abrechnung von Multimedia-Informationsressourcen, etwa Online-Lehrmitteln,

- Weiterführung der Retrokatalogisierung, um das in den Bibliotheken verfügbare Wissen elektronisch verfügbar zu machen,
- Unterstützung der Verwaltung wissenschaftlicher Primärdaten.

Grundlage der Versorgung ist ein verteiltes Konzept, welches das integrierte Angebot von Diensten auf mehreren Ebenen (Verbund, Hochschule, Fachbereich, Institut, ggf. Arbeitsgruppe) erlaubt, ohne eine spezifische Verteilung der Bestände und Prozesse vorzuschreiben.

Der Aufbau einer geeigneten Kosten- und Leistungsrechnung, die alle Kosten beinhaltet, erscheint unverzichtbar, um einen fairen Vergleich der unterschiedlichen Medien, etwa Papiaerausgabe oder digitaler Zugriff -- sowohl unter Kurzzeit- wie auch unter Langzeitaspekten -- sowie eine Bewertung der verschiedenen Bibliotheksdienste durchführen zu können.

## 6 Informationsverarbeitung in den Hochschulklinika

### 6.1 Bedarf

Die Hochschulklinika dienen Forschung und Lehre sowie der Krankenversorgung auf der höchsten Versorgungsstufe. Forschung, Lehre und Krankenversorgung sind dabei eng miteinander verbunden und nur mit umfassendem Einsatz der elektronischen Informationsverarbeitung zu bewältigen.

Moderne klinische Forschung ist ohne die intensive Nutzung der im Versorgungsprozess aufgezeichneten Daten nicht mehr möglich. Dies setzt u.a. eine adäquate klinische Dokumentation, ein leistungsfähiges Patientenmanagement und eine umfassende rechnergestützte Leistungsanforderung und -erfassung in der Krankenversorgung voraus. Diese muss von den Ärzten und Pflegekräften am Ort der Krankenbehandlung und nur einmal vorgenommen werden. Um die gesetzlichen Auflagen zu erfüllen und eine wirtschaftliche Betriebsführung zu gewährleisten, muss das Krankenhausmanagement zukünftig in noch stärkerem Maße als bisher in der Lage sein, Daten aus allen Bereichen eines Krankenhauses rechtzeitig und in der benötigten Aggregationsform zu gewinnen. Die Anforderungen an die Dokumentation von Diagnosen, an die Erfassung von diagnostischen und therapeutischen Leistungen und deren Kosten sowie an die Analyse dieser Daten für das Qualitätsmanagement und das Medizincontrolling wurden in den letzten Jahren deutlich erhöht und wachsen weiterhin durch die vollständige Umstrukturierung des Abrechnungs- und Vergütungswesens (Einführung der DRGs, d.h. normierte Entgelte für definierte Diagnose- und Therapiegruppen).

Für diese Aufgaben sind leistungsfähige, funktional umfassende Krankenhausinformationssysteme notwendig. Diese müssen Dokumentation, Organisation und Kommunikation unterstützen und unmittelbare Zugriffsmöglichkeiten auf Informationen über Patienten und auf medizinisches Wissen bieten. Im Mittelpunkt steht die Realisierung prozessunterstützend gestalteter klinischer Arbeitsplätze. Voraussetzung für diese Prozessunterstützung ist, dass auch Funktionsbereiche wie Radiologie oder Labor, ggf. durch spezielle, aber integrierte Systeme, mit berücksichtigt sind und somit der Versorgungsprozess als Ganzes unterstützt werden kann.

### 6.2 Gegenwärtige Ausstattung

In den letzten Jahren hat es in den Hochschulklinika erhebliche Fortschritte bei der Informationsverarbeitung gegeben. Der Ausbau umfassender Rechnernetze wurde intensiv vorangetrieben. Viele rechnerbasierte Anwendungssysteme für die Krankenhausverwaltung und für die größeren funktionsdiagnostischen Bereiche (besonders Labor und Radiologie) sind schon installiert. Diese Systeme können über Standardschnittstellen und häufig über ein Kommunikationssystem Nachrichten standardisiert austauschen. In einzelnen Klinika ist der Ausbau der Infrastruktur der Informationsverarbeitung bereits soweit vorangeschritten, dass ein beachtlicher Anteil an Dokumenten der Krankenakte elektronisch erstellt und über klinische Arbeitsplatzsysteme genutzt werden kann. Leistungsanforderungen werden online erfasst, und es bestehen umfassende Zugriffsmöglichkeiten auf medizinisches Wissen. Die elektronische Krankenakte ist teilweise Realität geworden, auch wenn sie noch nicht alle Dokumente der Papierversion enthält oder die mit erheblichen Kosten verbundene konventionelle Krankenaktenarchivierung ersetzt hat. Systeme zur Speicherung und Übertragung von Bilddaten (Picture Archiving and Communication Systems, PACS) werden nun in einer wachsenden Zahl von Klinika in Routine betrieben und haben die filmbasierte radiologische Diagnostik teilweise abgelöst. Für die Anbindung der bildgebenden Modalitäten (vor allem Röntgen, CT, MRT) an diese Systeme sind zunehmend Standardschnittstellen verfügbar.

Bei der Mehrzahl der Klinika stehen allerdings noch die administrativen Aufgaben wie Abrechnung und Leistungsdokumentation bei der Informationsverarbeitung im Vordergrund. Klare Defizite bestehen bei der angemessenen Unterstützung der ärztlichen und pflegerischen Tätigkeiten auf Stationen, in Ambulanzen und bei dem Aufbau von umfassenden elektronischen Krankenakten.

Auch die Unterstützung klinischer Forschung muss noch erheblich verbessert werden. Einzelne Anwendungssysteme sind noch ungenügend aufeinander abgestimmt. Ambulante und stationäre Patientenversorgung werden stärker zusammenwachsen. Dem muss beim weiteren Ausbau der Informations- und Kommunikationstechnik der Universitätsklinik Rechnung getragen werden. Bedingt durch die genannten zu erwartenden Veränderungen in der Versorgung, aber auch aufgrund der schon jetzt vorhandenen kooperativen Versorgung wird eine mehr patienten- und weniger einrichtungszentrierte Informationsverarbeitung und eine IuK-Infrastruktur für Telemedizin-Anwendungen notwendig.

### 6.3 Künftige Versorgung

Die Informationssysteme werden künftig besonders für folgende Einsatzfelder von Bedeutung sein:

- patientenbezogene Aufzeichnung und Nutzung von klinischen Daten für die kooperative Versorgung. Patientenbezogen heißt, dass dies einrichtungsübergreifend zu erfolgen hat und sich nicht nur auf ein Klinikum konzentrieren soll. Es heißt auch, dass alle an der Versorgung des Patienten beteiligten Personen, vor allem Ärzte und Pflegekräfte, soweit sie berechtigt sind, auf alle für die Behandlung relevanten Daten zugreifen können müssen. Die Möglichkeit der Nutzung und Auswertung schließt auch den Patienten selbst mit ein. Eine solche orts-, zeit- und personenunabhängige Nutzung lässt sich nur mit einer patientenbezogenen elektronischen Krankenakte umsetzen. Benötigt werden eine weitgehend einheitliche Terminologie aller an der Versorgung Beteiligten, eine weitgehend standardisierte Dokumentation und Systeme, die eine möglichst umfassende Unterstützung der Versorgungsprozesse erlauben. Eine elektronische Krankenakte in dieser weitreichenden Form bedingt, dass entsprechende kostengünstige und leicht bedienbare Geräte zur Aufzeichnung und Nutzung von Daten, zur Kommunikation unter den an der Versorgung beteiligten und zur Organisationsunterstützung verfügbar sind. Wichtig für eine effektive Nutzung der verschiedenen IuK-Systeme ist ein hoher Integrationsgrad. Dieser kann z.B. durch ein klinisches Arbeitsplatz-System erreicht werden oder durch einheitliche, z.B. Intranet-basierte Benutzungsoberflächen verschiedener Anwendungssysteme;
- ablaufintegrierte Entscheidungsunterstützung aller an der Versorgung beteiligten Personen mittels validen medizinischen Wissens. Dieses Wissen, das für die Diagnostik, die Therapie und die Pflege benötigt und zur Zeit klinikintern -- z.B. durch die Definition von „Behandlungspfaden“ -- standardisiert wird, muss am Arbeitsplatz verfügbar sein. Entsprechendes gilt für die Verfügbarkeit von Wissen bei Patienten und Angehörigen. Solches Wissen kann nur rechnerbasiert und in der Regel über das Intranet oder das Internet abgefragt werden;
- umfassende Nutzung von Patientendaten für die klinische und epidemiologische Forschung und für die Gesundheitsberichterstattung unter Berücksichtigung der Erfordernisse des Datenschutzes. Für die klinische und epidemiologische Forschung spielt neben der genannten standardisierten, weitgehend terminologisch einheitlichen Dokumentation die systematische Planung der Datenerfassung eine bedeutende Rolle;
- die Unterstützung der Aufgaben des Patientenmanagements, der Lehre, der medizinischen Grundlagenforschung und der Verwaltung bleiben weiterhin bestehen;

Zur Erreichung der vorgenannten Ziele gewinnen die folgenden Punkte besondere Bedeutung:

- die Einführung einer umfassenden, strukturierten, elektronischen Krankenakte, die die kasuistische Nutzung der Patientendaten für die direkte Versorgung unterstützt und die eine patientenübergreifende Auswertung für Forschung und Berichterstattung ermöglicht. Der Gesamtspeicherbedarf für ein Hochschulklinikum liegt bei ca. 5 Terabyte/Jahr. Dazu tragen besonders die bildgebenden Verfahren bei. Er dürfte in den Folgejahren deutlich zunehmen;

- die schrittweise Einführung von Informationssystem-Architekturen, die kooperative, patientenzentrierte und einrichtungsübergreifende Versorgung unterstützt. Hierbei kommt der Entwicklung einer IuK-Infrastruktur zur Gewährleistung der Datensicherheit (Verfügbarkeit, Validität, Integrität und Schutz gegen unbefugte Nutzung) eine besondere Bedeutung zu. Gegebenenfalls müssen hierzu auch z.B. lokale Trust-Center-Funktionalitäten entwickelt und etabliert werden, wenn entsprechende Strukturen (z.B. elektronischer Mitarbeiterausweis - health professional card, HPC) nicht zeitgerecht für das Gesundheitssystem allgemein zur Verfügung stehen;
- die Workflow-Unterstützung bei der Patientenversorgung, insbesondere im Bereich der administrativen Aufgaben des ärztlichen und pflegerischen Personals. Z. Zt. häufig vorhandene funktionale Redundanzen bei verteilten Systemarchitekturen (z.B. Terminvereinbarung in verschiedenen Systemen) oder hohen Änderungsaufwand gilt es zu beseitigen;
- die informationstechnische Unterstützung der Qualitätssicherung im Bereich der Patientenversorgung, der Forschung und der Lehre. Beispielhaft seien hier erwähnt die Dokumentationsunterstützung des ärztlichen und pflegerischen Personals sowie die sichere Langzeitarchivierung von Forschungsdaten (Deutsche Forschungsgemeinschaft (1998): Vorschläge zur Sicherung guter wissenschaftlicher, Praxis, VCH Weinheim und <http://www.dfg.de/>);
- die Etablierung einer geeigneten Netz- und Rechnerinfrastruktur, damit die Klinika über das Internet über ihr umfangreiches diagnostisches, therapeutisches und pflegerisches Versorgungsangebot informieren und um ihr spezialisiertes medizinisches Wissen anbieten zu können;
- die Einführung leistungsfähiger, praktisch nutzbarer mobiler Informations- und Kommunikationswerkzeuge für die Patientenversorgung.

Um dies zu erreichen, sind erhebliche Investitionen notwendig. Aufgrund der großen Relevanz der genannten Arbeiten hin zu modernen Informationssystemen sollten Forschungsvorhaben zu diesen Themen gefördert werden.

Je nach Ausrichtung der Medizinischen Fakultäten muss auch für die Lehre Hard- und Software beschafft werden, etwa für Fallsimulationen. Wegen des hohen Aufwands werden in diesem Bereich hochschulübergreifende Projekte dringend empfohlen.

## 6.4 IuK-Organisation

Um die vorgenannten Ziele und Umsetzungskonzepte zu realisieren, ist in den Klinika ein modernes, internationalen Unternehmens-Standards entsprechendes Informationsmanagement notwendig, mit strategischem IuK-Management und IuK-Rahmenplanung. Für den Betrieb des Informationssystems (operatives Informationsmanagement) ist klinikumsweit koordiniert einzusetzendes Personal notwendig, das u.a. den Betrieb der Anwendungssysteme und der Netze, die Vor-Ort-Betreuung, die Schulung der Nutzer und die Planung und Durchführung von IuK-Projekten (taktisches Informationsmanagement) gewährleistet. Dieses Personal muss durch den Einsatz leistungsfähiger Werkzeuge für das Netzwerkmanagement sowie die Administration der Endgeräte unterstützt werden. Für die klinikumsweite Verteilung einheitlicher Software und Release-Stände kommt bei ausreichender Netzbandbreite auch der Einsatz von Thin clients, verbunden mit einer Rezentralisierung der Anwendungssoftware, in Betracht.

Auf eine ausreichend intensive Ausbildung des ärztlichen und pflegerischen Personals für die richtige Nutzung moderner IuK-Systeme ist zu achten. Bei der Planung und Durchführung von IuK-Projekten sollte Personal aus den betroffenen Einrichtungen, in der Regel Ärzte, Pflege- oder Verwaltungskräfte, von Beginn an beteiligt und ggf. dafür freigestellt werden. Bei Ausschreibungen sollte auf getrennte Lose für Hardware und Software geachtet werden; bei Hardware und möglichst auch bei systemnaher Software sollte gefordert werden, dass diese nicht proprietär ist. Andernfalls muss eine gute

Integration in das Gesamtsystem -- möglichst mit Offenlegung der Schnittstellen -- gewährleistet sein.

Für die Informations- und Kommunikationstechnik, besonders für den Betrieb der Anwendungssysteme und der Netze, aber auch für die Planung und Durchführung von IuK-Projekten, wurden klinische Rechenzentren eingerichtet. Zunehmende Bedeutung werden weitere, eher inhaltsbezogene Einrichtungen für die genannten Wissenszentren der Universitätsklinika erlangen sowie Einrichtungen, die medizinisches Controlling einschließlich Qualitätsmanagement, klinische Forschung und die rechnerunterstützte Lehre ermöglichen und unterstützen sollen.

Da es zunehmend schwieriger wird, qualifiziertes IuK-Personal für Routineanwendungen und -entwicklungen zu den Vergütungsbedingungen des öffentlichen Dienstes zu gewinnen, kann es sinnvoll sein, auf verschiedenen Ebenen ein Outsourcing zu betreiben. Dies wird an einigen Klinika bereits praktiziert. Hierbei ist es wichtig sicherzustellen, dass eine hinreichende informationstechnische Kernkompetenz an den Klinika verbleibt.

Für die strategische Planung und Weiterentwicklung des Informationssystems wird die Einrichtung eines Geschäftsbereichs für Informationsverarbeitung empfohlen. Der Leiter dieses Geschäftsbereichs (Chief Information Officer, CIO) sollte der Krankenhausleitung angehören oder ihr zumindest in Stabsstellenfunktion zugeordnet sein. Diese Leitung sowie die Fachverantwortung für die klinischen Rechenzentren sollte bei den Instituten für Medizinische Informatik liegen. Für die Leitung der klinischen Rechenzentren sollten langfristig Professuren für Medizinische Informatik oder vergleichbare Positionen angestrebt werden. Die personelle Ausstattung der genannten Einrichtungen ist den zunehmenden Aufgaben durch den Ausbau der Informationsverarbeitung der Universitätsklinika anzupassen.

Von den zuständigen Organen der Klinika muss ein IuK-Rahmenkonzept erstellt und in regelmäßigen Abständen überarbeitet werden. Bei PACS-Anträgen sowie bei Anträgen zur Intensivüberwachung und -dokumentation wird auf die entsprechenden Empfehlungen der DFG verwiesen (<http://www.dfg.de/foerder/hbfg/>).

## 6.5 Zusammenfassung

Für die Universitätsklinika spielt die Aufrechterhaltung eines hohen Qualitätsstandards in Lehre und Forschung bei Erhaltung und Verbesserung der Effizienz sowie der Wirtschaftlichkeit in der Krankenversorgung eine besondere Rolle. Hierfür sind in den Universitätsklinika leistungsfähige, funktional umfassende Krankenhausinformationssysteme notwendig. Diese müssen so gestaltet sein, dass sie besonders das ärztliche und pflegerische, aber auch das administrative Personal von unnötigen, repetitiven Arbeiten entlasten und bei der Dokumentation, Organisation und Kommunikation unterstützen.

Bei der Weiterentwicklung der Informationssysteme in den Universitätsklinika sind die nachfolgenden Ziele von besonderer Bedeutung:

- die patientenbezogene (einrichtungübergreifende) Aufzeichnung und Nutzung von klinischen Daten für die kooperative Versorgung,
- die ablaufintegrierte Entscheidungsunterstützung aller an der Versorgung beteiligten Personen mittels aktuellen, validen medizinischen Wissens,
- die umfassende Nutzung von Patientendaten für die klinische und epidemiologische Forschung und für die Gesundheitsberichterstattung,
- die Ziele zur Unterstützung der Aufgaben des Patientenmanagements in der Lehre und in der medizinischen Grundlagenforschung sowie für allgemeine Verwaltungsaufgaben und für die

Organisation und Kommunikation der in Patientenversorgung, Lehre und Forschung Beteiligten bleiben bestehen.

Folgende Aufgaben werden in den nächsten Jahren vorrangig zu bearbeiten sein:

- die Einführung einer patientenbezogenen, strukturierten, elektronischen Krankenakte,
- die schrittweise Einführung von Informationssystem-Architekturen, die kooperative, patientenzentrierte und einrichtungsübergreifende Versorgung unterstützen,
- die Workflow-Unterstützung bei der Patientenversorgung,
- die informationstechnische Unterstützung von Verfahren der Qualitätssicherung,
- die Etablierung einer geeigneten Netz- und Rechnerinfrastruktur, um über das Internet über das Versorgungsangebot des jeweiligen Klinikums informieren zu können,
- die Erprobung von Auswertemethoden für die medizinische Datenanalyse auf der Grundlage moderner Informationssystemarchitekturen und elektronischer Krankenakten („Medizinisches Datamining“),
- die Einführung leistungsfähiger, praktisch nutzbarer mobiler Informations- und Kommunikationswerkzeuge für die Patientenversorgung,
- die informationstechnische Unterstützung der patientenorientierten Forschung.

Die Klinika sollten verstärkt ein modernes strategisches, taktisches und operatives Informationsmanagement etablieren. Für die strategische Planung und Weiterentwicklung wird die Einrichtung eines Geschäftsbereichs für Informationsverarbeitung empfohlen, dessen Leiter (Chief Information Officer, CIO) der Krankenhausleitung angehören oder ihr zumindest in Stabsstellenfunktion zugeordnet sein sollte.

## 7 Hochschulverwaltung

### 7.1 Bedarf

Im Bereich der Hochschulverwaltung muss die rechnergestützte Automation weiter ausgebaut werden, um Effizienzsteigerungen und Kostenreduzierungen zu erreichen. Zielsetzung ist ein integriertes Verwaltungssystem, das sowohl die zentralen Verwaltungsbereiche als auch die dezentralen Einrichtungen auf Fakultäts-, Instituts- und Professurebene einschließt, ebenso dezentrale Dienstleistungsanbieter z.B. von Online-Lehrmitteln.

Zum Umfang der Verwaltungsautomation zählen die Bewirtschaftung von Finanzmitteln, Plan- und Drittmittelstellen, Material, Dokumenten und Gebäuden sowie die Automation von Beschaffungs-, Wareneingangs- und Bezahlvorgängen. Hinzu kommt als zweiter wichtiger Bereich die Verwaltung der Daten von bis zu einigen zehntausend Studierenden, wobei die Prüfungsämter in das rechnergestützte Verwaltungssystem eingeschlossen werden müssen. Hierbei ist der Einsatz von Anwendungssystemen zur Ausstellung von Ausweisen, Benachrichtigungen, Bescheinigungen, Urkunden und Chipkarten notwendig.

Der Nutzen der rechnergestützten Automation hängt sehr von der Optimierung der Geschäftsprozesse ab. Dabei ist zu prüfen, ob z.B. das Outsourcing gewisser Dienste in einer hochschulübergreifenden Unternehmung vorteilig ist. Darüber hinaus muss die Architektur der Anwendungssysteme das Angebot neuer Dienste und deren informationstechnische Unterstützung ermöglichen, etwa eine eigene Zertifizierung.

### 7.2 Zur gegenwärtigen Ausstattung

Die Rechnerausstattung und die Leistungsfähigkeit der Netze haben sich Ende der neunziger Jahre deutlich verbessert. Allerdings ist der Bestand an computergestützten Verwaltungssystemen in den Hochschulen immer noch durch mangelnde Interoperabilität der Systeme sowie durch Defizite im Funktions- und Versorgungsumfang geprägt. Dies betrifft insbesondere die Ebene der Fachbereiche, Institute und Professuren. Hier fehlen vor allem einheitliche Softwaresysteme, die nicht nur den Professionalitätsanforderungen großer Verwaltungseinheiten genügen, sondern auch auf der Ebene der Professuren vereinfachte, aber gleichwohl lokal wirksame Verfahren integrieren. Durch unterschiedliche Vorgehensweisen bei den einzelnen Verwaltungen und Prüfungsämtern ergeben sich Schwierigkeiten für den Einsatz standardisierter Anwendungsprogramme. Die Anpassung der Anwendungssysteme am jeweiligen Einsatzort, soweit nicht-wettbewerbsbeeinflussende Prozesse unterstützt werden, sowie die Verwendung unterschiedlicher Softwaresysteme innerhalb einer Hochschule und an verschiedenen Hochschulen verursachen unnötige Kosten.

Im Bereich Hardware und auf Betriebssystemebene ist mittlerweile fast überall die Client/Server-Architektur realisiert. Hier vollzieht sich derzeit ein Übergang von proprietären UNIX-Systemen mit RISC-Prozessoren hin zu Rechnern mit quasi industriekompatibler Architektur, auf der mehrere Betriebssysteme (etwa LINUX und Windows NT) ablauffähig sind. Bei den Clients ist zur Senkung der (Re-) Investitionskosten und vor allem der Personalkosten für die Betreuung ein Trend zu Zero-Administration-Arbeitsplätzen erkennbar, die als Thin clients oder einfache (auch ältere) PC mit Terminalserver-Software (z. B. Citrix Metaframe) realisiert sind.

Im Bereich der Anwendungssoftware werden vielfach zur Studierenden- und Prüfungsverwaltung die unentgeltlichen Programme der durch Bund und Länder finanzierten HIS eingesetzt. Während deren Systeme bislang auch fast überall zur Mittel- und Personalbewirtschaftung verwendet wurden, vollzieht sich in einigen Bundesländern anlässlich der Einführung von Globalhaushalten und des kaufmännischen Rechnungswesens der Übergang zu kommerziell verfügbarer, integrierter Standardsoftware für die Betriebswirtschaft. Kommerzielle Software kommt ferner für neuere Anwendungen, wie

z. B. die Dokumentenverwaltung, das Berichtswesen und das Facility Management, zunehmend auch das Content Management zum Einsatz.

### 7.3 Künftige Versorgung

Bei geeigneter Versorgung der zentralen wie dezentralen Bereiche der Hochschulverwaltungen bestehen in vielfältiger Hinsicht Möglichkeiten für die Verbesserung der Dienste. Leichter als im Bereich von Forschung und Lehre kann in der Verwaltung der Aufwand für die Systemadministration durch Verwendung von Standardsoftware und Homogenität der Hardware reduziert werden. Eine verteilte Struktur nach dem Client-Server-Prinzip ist weiterhin sinnvoll. Dabei sollten kostengünstige Server mit nicht-proprietären Prozessoren eingesetzt und, falls die notwendige Netzinfrastruktur (mindestens 100 MBit/s) vorhanden ist, besonders auch Thin clients bzw. Terminalserver-basierte Anwendungssoftware in Betracht gezogen werden. Die Implementierung des Verwaltungsnetzwerks als Virtual Private Network verspricht Leistungsvorteile und Kostensenkungen.

Wegen der raschen Veränderung der Technik und der Marktsituation ist bei Neubeschaffungen zwischen Homogenität mit bestehender Ausrüstung und dem u.U. besseren Preis-Leistungs-Verhältnis und günstigeren Perspektiven anderer Lösungen abzuwägen. Die Einführung von neuen Rechnerarbeitsplätzen muss auch durch eine Überprüfung und ggf. Erneuerung der Prozesse in der Verwaltung unter Berücksichtigung möglicher Rationalisierungseffekte begleitet werden. Die Planung und Koordination dieser Aufgaben sollte in das DV-Betriebskonzept der Hochschule (vergl. Kapitel 3.2 Betriebskonzept) integriert werden.

Für die Hochschulverwaltungen wird ein einheitliches, möglichst landesweites Konzept zur IuK-Organisation empfohlen. Ein gemeinsames Vorgehen mehrerer Hochschulen kann zu Synergien z. B. durch Ausnutzung von Rabattstaffeln und Nutzung von gemeinsamer Hard- und Software führen. Wichtig bei der Zusammenarbeit der Hochschulen ist der schnelle Austausch von sog. „Best offers“ und „Best practices“. Der Aufbau des technisch-funktionalen Wissens über Abläufe und deren Automatisierung wie auch der logisch nachfolgende Technologietransfer werden durch Kompetenzzentren wesentlich erleichtert (und damit auch beschleunigt und verbilligt). Da in einem Landeskonzept mehrere Hochschulen verbunden sind, bietet es sich an, die Bearbeitung der wesentlichen Funktionen und Bausteine auf verschiedene Hochschulen zu verteilen, die untereinander geeignet vernetzt sind und sich gegenseitig unterstützen. Zum Auffüllen von Kenntnis- und Erfahrungslücken sind geeignete Aus- und Weiterbildungsaktivitäten durchzuführen, die wiederum bei landesweiter Koordination mehr Erfolg versprechen.

Die Architektur der Systeme muss eine einerseits bruchlose Erweiterung der bisherigen Anwendungsfelder und andererseits die Unterstützung neuer Aufgabengebiete ermöglichen, z. B.:

- Ausbau von Selbstbedienungsfunktionen in der Studierenden- und Prüfungsverwaltung (z.B. durch Chipkartensysteme, wobei zur Begrenzung teurer Selbstbedienungsterminals das Potenzial vorhandener CIP/WAP-Rechner bzw. häuslicher Arbeitsplätze zu erschließen ist),
- Bereitstellung von geeigneter Anwendungssoftware für das integrierte und automatisierte Beschaffungswesen (einschließlich Wareneingang und Bezahlung),
- Bereitstellung von geeigneter Anwendungssoftware für das Rechnungswesen und Controlling. Dies gilt insbesondere für Länder mit globaler Zuweisung der Haushaltsmittel an die Hochschulen, wobei die grundsätzlich empfehlenswerte Einführung des kaufmännischen Rechnungswesens wie bereits in den Universitätsklinika, durch kommerziell verfügbare, integrierte Standardsoftware unterstützt werden sollte; dabei auch Einführung und Ausgestaltung einer Kosten- und Leistungsrechnung, die u. a. die Kosten der Ausführung von Prozessen (etwa Studierendenverwaltung, Prüfungsverwaltung, Drittmittelverausgabung) und quantifizierte Erlöse der Hochschultätigkeiten nachweist,

- integrierte Systeme für die Stellen- und Personalwirtschaft; Facility-Management-Systeme zur effizienten Verwaltung der Ressourcen, z. B. Räume, Geräte und Anlagen, ebenfalls integriert in ein betriebswirtschaftliches Gesamtsystem,
- Einsatz neuer Medien in der Verwaltung von Hochschulen (z. B. Telekonferenzen); Angebot, Auslieferung und Abrechnung von Online-Lehrmitteln; Integration von Heimarbeitsplätzen; Ausbau der papierlosen Aktenbearbeitung und elektronischen Archivierung.

Die Ausstattung mit Informationssystemen soll dem Kunden nützen und die Verwaltung effizienter und leistungsfähiger machen. Bei DV-Investitionen in den Hochschulverwaltungen sind daher die Kosten und der Nutzen einer Investition in einer Wirtschaftlichkeitsrechnung zu spezifizieren. Beispiele von Nutzenkategorien sind Einsparung von Beschaffungskosten, Steigerung des Transaktionsvolumens, Einsparung von Personal und Beschleunigung der Kundenbedienung. Zur konkreten Begründung der beantragten Geräte für die notwendigen Verwaltungsprozesse ist eine Dokumentation von aggregierten Kennzahlen der Hochschule erforderlich. Auf dieser Basis kann auch ein Vergleich mit anderen Hochschulen erfolgen.

Nach den Erfahrungen der letzten Jahre lässt sich der Finanzbedarf für die DV-Ausstattung im Bereich der zentralen Hochschulverwaltungen wie folgt abschätzen:

- Bei Universitäten sollte dafür je 1000 Studierenden ein Betrag von 40.000 EUR für eine 5-jährige Laufzeit eingesetzt werden.
- Bei Fachhochschulen liegt dieser Wert je nach Gesamtstruktur bei 20.000 - 40.000 EUR.

Dabei wird allerdings unterstellt, dass die entgeltfreie Software von HIS verwendet wird.

Allerdings zeigt sich, dass bei der Einführung von Globalhaushalten und des kaufmännischen Rechnungswesens (vergl. Kapitel 7.2) mit hohen Umstellungskosten zu rechnen ist. Durch den Einsatz hochintegrierter kommerzieller Systeme (z.B. SAP) bei gleichzeitig notwendigem Verzicht auf bisherige Insellösungen ergeben sich hohe Investitionskosten, die durch die obigen bisherigen Erfahrungswerte nicht annähernd abgedeckt sind.

## 8 Zum Finanzbedarf

### 8.1 Stand der Versorgung

Abgesehen von einigen Ausnahmen ist im Durchschnitt die Situation der Versorgung mit Rechnerkapazität als befriedigend bis gut zu bezeichnen. Die nachfolgende Darstellung des aktuellen Standes basiert auf der Analyse der begutachteten Anmeldungen zur Beschaffung von Rechnern und Rechnersystemen im Rahmen des Hochschulbauförderungsgesetzes. Aus zahlreichen Gesprächen mit Nutzern und Betreibern der existierenden Rechenzentren ist bekannt, dass im Bereich der PCs und Workstations in großem Maße Beschaffungen auch außerhalb des HBFG erfolgten. Insofern sind die im folgenden angegebenen Zahlen kein Maß für den Gesamtbedarf. Rechnersysteme, deren Einzelpreis die jeweilige Bagatellgrenze des HBFG übersteigt, wurden dagegen fast ausschließlich im Rahmen des HBFG finanziert.

#### 8.1.1 Computerinvestitionsprogramm (CIP)

Ziel des Computerinvestitionsprogramms ist die Verbesserung der DV-Versorgung im Bereich der Lehre. Von 1996 bis 2000 wurden 21.423 Rechnerarbeitsplätze für insgesamt 101 Mio. EUR im Rahmen des CIP empfohlen (Tabelle 8.1).

Die durchschnittlichen Kosten pro Arbeitsplatz, in denen anteilig die Kosten für den Server des Pools, die aktiven Netzkomponenten, die Peripherie (Drucker, Plotter, Beamer usw.) und die eingesetzte Anwendungssoftware enthalten sind, sanken in den letzten Jahren kontinuierlich und lagen im Jahr 2000 bei ca. 4,3 Tsd. EUR. Trotz der sinkenden Kosten pro Arbeitsplatz war eine deutliche Steigerung der Leistung der beschafften Arbeitsplatzrechner zu beobachten, die aber wegen der wachsenden Anforderungen an Rechenleistung durch die Benutzeroberfläche und die Anwendungsprogramme für einen effektiven Einsatz der Systeme auch notwendig war.

**Tabelle 8.1: Computerinvestitionsprogramm**

Jahr	Anmeldungen	Arbeitsplätze	Empfohlen (Mio. EUR)	AP-Preis (Tsd. EUR)
1991-1995	976	17.108	114,0	6,7
1996	186	4.105	20,2	4,9
1997	140	3.376	18,6	5,5
1998	114	3.261	15,3	4,7
1999	156	4.458	20,2	4,6
2000	196	6.223	26,8	4,3
1996-2000	792	21.423	101,1	4,7

Insgesamt lagen die mittleren Investitionskosten unter den in den vorigen Empfehlungen als erforderlich angesehenen 26 Mio. EUR pro Jahr. Dies ist in im wesentlichen auf die Anhebung der Bagatellgrenze auf 250.000 DM für Universitäten und 150.000 DM für die übrigen Hochschulen im Jahre 1997 zurückzuführen und beruht keinesfalls auf einem gesunkenen Bedarf. Die adäquate Ausstattung von Studentenarbeitsplätzen, insbesondere auch mit mobilen Geräten, wird in Zukunft erhöhte Investitionen erfordern. Es wird daher trotz des verbesserten Preis/Leistungsverhältnisses weiterhin ein mittleres Investitionsvolumen von mindestens 30 Mio. EUR pro Jahr für notwendig gehalten.

### 8.1.2 Arbeitsplatzrechner für Wissenschaftler (WAP)

Das Wissenschaftler-Arbeitsplatz-Programm ist das wichtigste Beschaffungsprogramm dezentraler Arbeitsplätze für Wissenschaftler. Diese Arbeitsplätze unterstützen nicht nur wirkungsvoll die Arbeit der Wissenschaftler durch die Bereitstellung lokaler Rechenkapazität, sondern sie ermöglichen auch den Zugang zu den Kommunikationsnetzen, den Zugriff zu leistungsfähigeren Rechnern, den Austausch von Programmen und Daten sowie das Erlangen von forschungsrelevanten Informationen. Obwohl die Kommission für Rechenanlagen bereits in ihren letzten Empfehlungen eine deutlichere Steigerung der Mittel für dieses Programm für notwendig gehalten hatte, um die Wettbewerbsfähigkeit der Forschung zu erhalten und zu verbessern, ist diese nicht erfolgt. Die Beschaffungssumme für den Zeitraum von 1996 bis 2000 ist sogar um fast 40% niedriger als im Zeitraum 1991 bis 1995. Tabelle 8.2 zeigt die Entwicklung in diesem Programm.

**Tabelle 8.2: Wissenschaftler-Arbeitsplatzrechner**

Jahr	Anmeldungen	Arbeitsplätze	Empfohlen (Mio. EUR)	AP-Preis (Tsd. EUR)
1991-1995	1.211	12.328	155,2	12,6
1996	174	2.270	20,3	9,0
1997	86	1.850	13,5	7,3
1998	88	2.124	14,3	6,8
1999	141	3.624	23,1	6,4
2000	147	4.068	25,1	6,1
1996-2000	636	13.936	96,3	6,9

Zwar stiegen die Investitionssummen in den Jahren 1999 und 2000 gegenüber den Investitionen der Jahre 1996 bis 1998 wieder an, jedoch ist dazu zu bemerken, dass seit März 1998 die Kategorie der vernetzten DV-Systeme nicht mehr HBBG-fähig ist und im Wissenschaftler-Arbeitsplatz-Programm seit diesem Zeitpunkt ein größerer Bedarf abgedeckt werden muss, da nun im Rahmen des WAP auch Arbeitsplätze für die forschungsnahe Lehre beantragt werden können.

Der ungünstigen Entwicklung der Investitionsvolumina stand aber auch hier eine deutliche Verbesserung des Preis-/Leistungsverhältnisses bei der Hardware gegenüber, die zu sinkenden Durchschnittskosten für den Arbeitsplatz führten. Die in Tabelle 8.2 angegebenen Systemkosten beinhalten die anteiligen Kosten für Server, aktive Netzkomponenten, Peripherie und Software. Im Jahr 2000 betragen die Kosten pro Arbeitsplatz nur noch 6,9 Tsd. EUR gegenüber durchschnittlich 12,6 Tsd. EUR für die Jahre 1991 bis 1995. Jedoch ist zu bemerken, dass dieser deutliche Rückgang auch dadurch hervorgerufen wurde, dass im Berichtszeitraum mehr Arbeitsplätze im Bereich der Geisteswissenschaften empfohlen wurden, die im Regelfall etwas geringere Investitionen als in den Natur- und Ingenieurwissenschaften erfordern.

Insgesamt wurden trotz des Anstiegs der bewilligten Arbeitsplätze in den letzten Jahren im Berichtszeitraum im Mittel nur ca. 13% mehr Arbeitsplätze im WAP beschafft als in den Jahre 1991 bis 1995. Dieser geringe Anstieg entspricht nicht dem gestiegenen Bedarf und gibt Anlass zur Besorgnis. Er ist insbesondere auf Sparmaßnahmen, aber auch auf die hohe Bagatellgrenze, verbunden mit restriktiven Antragsbedingungen, zurückzuführen.

### 8.1.3 Gesamte DV-Investitionen

Tabelle 8.3 zeigt die Entwicklung der gesamten DV-Investitionen für die Jahre 1996 bis 2000, in denen aber die Investitionen für Kommunikationsnetze, bis auf vernachlässigbare Beträge für aktive Komponenten in einigen Rechneranträgen, nicht enthalten sind.

**Tabelle 8.3: Investitionen für HBFG-Rechner (in Mio. EUR)**

	1991-1995	1996	1997	1998	1999	2000	1996-2000
Dedizierte Systeme	440	66	56	46	64	74	306
Rechenzentren	173	25	31	9	21	30	116
Medizin	83	29	24	28	19	17	117
Hoch-/Höchstleistungsrechner	79				36	32	68
Verwaltung	43	16	6	6	13	15	56
Bibliotheken	49	2	11	1	8	4	26
Gesamt	867	138	128	90	161	172	689

Unter „dedizierten Systemen“ werden dezentrale Rechner wie zum Beispiel CIP-Pools, WAP-Cluster, CAD-Systeme und lokale Server zusammengefasst. Die „Höchstleistungsrechner“ beinhalten auch Hochleistungsrechner (z.B. Aachen, Berlin, Hannover) mit Kosten über 5,1 Mio. EUR.

Insgesamt sind die Investitionen in den vergangenen fünf Jahren deutlich geringer als in den Jahren 1991 bis 1995. Dies gilt in allen Bereichen (außer Verwaltung und Großrechner) und ist im wesentlichen auf die günstige Entwicklung des Preis/Leistungsverhältnisses im Bereich der Hardware zurückzuführen. Allerdings sind auch Einbrüche durch Sparmaßnahmen, vor allem 1998, festzustellen.

Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass der Euro gegenüber dem US-Dollar seit 1996 über 30% an Wert verloren hat. Hierdurch sind die effektiven Investitionen noch weit mehr gesunken, als durch die Summen in Tabelle 8.3 angedeutet wird.

## 8.2 Volumen der zukünftigen Investitionen

In den zurückliegenden Empfehlungen hatte die Kommission für Rechenanlagen Modellrechnungen zur Ermittlung des Finanzbedarfs in den einzelnen Kategorien angestellt. In den letzten Jahren war aber verstärkt zu beobachten, dass immer mehr DV-Ausstattung außerhalb des HBFG-Verfahrens beschafft wurde. Der zugrunde liegende Bedarf wurde nicht mehr im HBFG geltend gemacht, dies wesentlich auch deshalb, weil immer weniger Funktionseinheiten die erhöhte finanzielle Bagatellgrenze des HBFG überschritten. Eine Finanzierung dieser DV-Systeme erfolgte deshalb weitgehend aus Landes- oder Drittmitteln. Der Bedarf der im HBFG zu beschaffenden DV-Großgeräte ist also nur ungenau zu ermitteln, so dass Modellrechnungen im Allgemeinen nicht mehr sinnvoll erscheinen. Teilweise wurden bereits in den vorstehenden Kapiteln Angaben zu einem dedizierten Mittelbedarf gemacht.

Die Kommission für Rechenanlagen hält das bisher eingesetzte Finanzvolumen für nicht ausreichend, um den Stand der weitgehend bedarfsgerechten DV-Ausstattungen zu erhalten und der raschen technischen Entwicklung anzupassen. Insbesondere sind zusätzliche Mittel erforderlich, um die notwendige Kommunikationsinfrastruktur zu schaffen bzw. zu verbessern. Darüber hinaus muss der Wertverlust des Euro gegenüber dem US-Dollar durch höhere Investitionsmittel ausgeglichen werden, um international, vor allem gegenüber Japan und den USA, konkurrenzfähig zu bleiben. Diese zusätzlichen Mittel dürfen nicht zu Lasten anderer Bereiche der Informationssysteme gehen.

### 8.2.1 Wissenschaftler-Arbeitsplätze (WAP) und lokale Server

Wissenschaftler-Arbeitsplatzrechner werden auch in Zukunft das Kernstück der dezentralen Informationsverarbeitung sein. Es ist zu erwarten, dass die Ausstattung insbesondere in Richtung auf erweiterte Kommunikationsmöglichkeiten verstärkt werden muss. Das niedrige Investitionsvolumen der vergangenen Jahre in diesem Bereich und Äußerungen der Wissenschaftler, z.B. in Anträgen auf

Forschungsförderung, zeigen, dass hier zusätzliche Investitionen notwendig sind. Eine Erhöhung der Ansätze für die Beschaffung von WAP-Clustern um 50% wird erforderlich sein, den jetzt erkennbaren Bedarf zu decken. Es wird außerdem eine Verbesserung der Ausstattung mit Compute-Servern im Bereich unterhalb der Hochleistungsrechner für notwendig gehalten (vergl. Kapitel 3.3.4).

### 8.2.2 Multimediale Anwendungen

Die multimedialen Anwendungen werden sowohl in der Forschung als auch in der Lehre an Bedeutung zunehmen. Dies setzt die Beschaffung einer entsprechenden Ausrüstung voraus. Wie bereits erwähnt, sind dafür im CIP und WAP zusätzliche Mittel erforderlich.

In Zukunft muss auch die Ausstattung der Hörsäle für den Multimedia-Einsatz verbessert werden. Diese Ausstattungen haben aber meist nicht den Charakter einer technischen Funktionseinheit, durch die heute ein Großgerät charakterisiert wird, und können somit im Rahmen des HBFG nur als Teil einer Baumaßnahme finanziert werden. Ähnlich eingeschränkt sind Finanzierungsmöglichkeiten für die Ausstattung für Videokonferenzen oder Ausrüstungen für den virtuellen Unterricht.

Um diese Engpässe zu beheben, wird empfohlen, die Großgerätedefinition dahingehend zu erweitern, dass neben dem Begriff der Funktionseinheit in bestimmten Bereichen eine Konfiguration auch dann als Großgerät charakterisiert werden kann, wenn damit ein definierter Einsatzzweck erreicht werden kann.

Zur Verarbeitung und Gestaltung der multimedialen Information werden an den Universitäten Medienzentren mit geeigneter Ausstattung benötigt (siehe Kapitel 4.2.6). Falls dort Themenkreise wie Virtual oder Augmented reality bearbeitet werden sollen, sind sehr leistungsfähige Rechnersysteme mit hochwertigen Arbeitsplätzen notwendig, deren Kosten im Bereich von Compute-Servern liegen können.

### 8.2.3 Netze

Die Notwendigkeit einer leistungsfähigen Vernetzung bis zum Arbeitsplatz ist schon mehrfach betont worden. In diesem Bereich werden auch in Zukunft für den Ausbau und Erhalt erhebliche Mittel aufgewendet werden müssen. Beim Erhalt der Netze ist zu berücksichtigen, dass die aktiven Komponenten im Regelfall eine technische Lebensdauer vergleichbar mit der von Rechnern haben. Für ihren Ersatz müssen deshalb rechtzeitig entsprechende Mittel eingeplant werden.

Bei Aussagen zum Finanzbedarf müssen verstärkt auch externe Quellen berücksichtigt werden, da die Begutachtung entsprechender Anträge bisher vom Wissenschaftsrat allein vorgenommen wurde und die DFG daher kaum über statistische Daten verfügt. Der Ausstattungsgrad an leistungsfähiger Vernetzung beträgt gemäß einer seitens des ZKI vorgenommenen Erhebung vielfach deutlich weniger als 50 %, so dass weiterhin Mittel im bisherigen Umfang zum Erreichen einer vollständigen durchgängig leistungsfähigen Vernetzung erforderlich sind. Hinzu kommen Mittel für den Ersatz der aktiven Komponenten in bestehenden Campusnetzen. Beispielhaft ist hierfür eine Studie der Netzagentur des Landes Nordrhein-Westfalen mit seinen zahlreichen Universitäten, Gesamt- und Fachhochschulen. (<http://www.netzagentur.nrw.de/netzagentur/veroeffentlichungen.phtml>) und (<http://www.netzagentur.nrw.de/netzagentur/extern/CampusOnlineVersion3.pdf>)

Seit dem Jahr 2000 liegen Anmeldungen auf Campusnetze der DFG selbst zur Begutachtung vor. Dies ermöglicht für die betroffenen Hochschulbereiche die Verifikation des Bestandes und daraus abgeleitet Bedarfsprognosen insgesamt. Die Erfahrung aus den bisher vorgelegten Unterlagen hat gezeigt, dass pro Hochschule für Ersatz- und Erneuerungsmaßnahmen der Netze bis zu 1,3 Millionen EUR pro Jahr (je nach Größe und Struktur) benötigt werden. Hinzu kommen ggf. Mittel für die Ersteinrichtung von Neubauten, insbesondere in den neuen Bundesländern.

In der folgenden Tabelle werden für die Netzplanung einige signifikante Planungsgrößen für die Campus-Vernetzung angegeben, die sich als Richtwerte aus verschiedenen Quellen ergeben haben (begutachtete Vernetzungsanträge, Campus-Online-NRW, ZKI-Umfrage etc.). Bei den Kosten pro Anschluss sind auch notwendige Anpassungen der Stromversorgung zu berücksichtigen. Häufig sind noch Stromnetze anzutreffen, bei denen eine größere Anzahl von Räumen gemeinsam abgesichert ist, da in der Vergangenheit je Arbeitsplatz deutlich weniger Strom benötigt wurde.

**Tabelle 8.4: Anschlusskosten Festnetz in EUR**

	Passiv je Anschluss	Aktiv je Anschluss	Zusatz im Endgerät
Twisted Pair (Kupfer)	400-600	250-400	12-100
Multimode (Glasfaser)	400-600	500-750	150-200
Singlemode (Glasfaser)	400-600	1000-1250	650-750
Stromversorgung			200-300

## 9 Antragstellung

In der Homepage der DFG unter <http://www.dfg.de/foerder/hbfg> finden Sie weitere Informationen zum Hochschulbauförderungsgesetz, u.a.:

- Informationsverarbeitung und Rechner für Hochschulen 1996-2000,
- Informationsverarbeitung und Rechner für Hochschulen 2001-2006,
- Computerinvestitionsprogramm (CIP): Beschluss des Planungsausschusses vom 01.03.1998 und CIP-Mindestanforderungen,
- Vernetzte Arbeitsplatzrechner für Wissenschaftler (WAP),
- Perspektiven und Kriterien der Vernetzung im Hochschulbereich,
- Datenverarbeitung an Hochschulkliniken,
- Schema für Investitionen in die Informationsverarbeitung der Universitätskliniken,
- Anforderungskatalog für die Informationsverarbeitung im Krankenhaus,
- Medizinische Bildverarbeitungs- und Kommunikationssysteme (PACS),
- Schnittstellenanforderungen an Modalitäten,
- Dokumentationssysteme für die Anästhesie und Intensivmedizin,

sowie HBFG-Anmeldeformulare und weitere Informationen zum Verfahren und zur Antragstellung:

- Beschlüsse des Planungsausschusses zu Großgeräten im HBFG,
- HBFG-Anmeldeformulare,
- CIP-, WAP- Formulare,
- Struktur eines HBFG-Antrages auf größere Geräte.