

Deutsche  
Forschungsgemeinschaft

**Informationsverarbeitung  
an Hochschulen –  
Organisation, Dienste und Systeme**

Empfehlungen der  
Kommission für Rechenanlagen  
für 2006–2010

Deutsche  
Forschungsgemeinschaft  
2006

Informationsverarbeitung an Hochschulen –  
Organisation, Dienste und Systeme  
Empfehlungen der Kommission für Rechenanlagen  
für 2006–2010

Verantwortlich für den Inhalt:  
Dr. Joachim Mönkediek  
Peter Arends

Bezug: Bereich Presse- und Öffentlichkeitsarbeit der DFG  
Frau Heike Klebe, Tel. 0228 885-2180, heike.klebe@dfg.de

Online-Version der Empfehlungen auf den Internetseiten der DFG unter [www.dfg.de](http://www.dfg.de)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>V</b>
<b>Kommission für Rechenanlagen</b>	<b>VI</b>
<b>1 Zusammenfassung und Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Prozesse und Organisation	2
1.2 Dienste und Versorgung	2
1.3 IT-Systeme	3
<b>2 Prozesse und Organisation</b>	<b>4</b>
2.1 Integriertes Informationsmanagement	4
2.2 IT-Strategien und IT-Controlling	6
2.3 Hochschulübergreifende Kooperation	6
2.3.1 Rechner- und Datenverbände	6
2.3.2 Lizenzen	7
2.3.3 Informationsverbände	7
2.3.4 Grid und eScience	7
2.3.5 Nutzung vereinheitlichter Verfahren	8
2.3.6 Verbände der Universitätsmedizin	8
2.3.7 Sicherheitsinfrastruktur	8
<b>3 Dienste und Versorgung</b>	<b>9</b>
3.1 Dienste-Architektur	9
3.2 Kompetenzprofil	10
3.2.1 Informationsversorgung und Wissensmanagement	11
3.2.2 Informationsverarbeitung und IT-Infrastrukturmanagement	11
3.2.3 Einsatz neuer Medien und Multimediamanagement	13
3.2.4 Integration von Verwaltungsprozessen	14
3.3 Dienstleistungsinfrastruktur	14
3.4 Rationalisierungspotenziale	16
3.5 Universitätsmedizin	17

<b>4</b>	<b>IT-Systeme</b>	<b>19</b>
4.1	Netze	19
4.2	Rechnersysteme	21
4.2.1	Arbeitsplatzrechner für Studierende	21
4.2.2	Arbeitsplatzrechner für Wissenschaftler	22
4.2.3	Mobile Rechner	22
4.2.4	Lokale Computeserver	23
4.2.5	Hochleistungsrechner	24
4.2.6	Höchstleistungsrechner	24
4.3	Server und Serverdienste	25
4.3.1	Datenhaltung	25
4.3.2	Kommunikation nach außen	26
4.3.3	Wissens- und Medienserver	26
4.3.4	Server für Verwaltungszwecke	27
4.4	Software	28
4.5	Integrations- und Synergieaspekte	28
<b>5</b>	<b>Finanzbedarf</b>	<b>29</b>
5.1	Stand der Versorgung	29
5.1.1	Arbeitsplatzrechner für Studierende (CIP)	29
5.1.2	Arbeitsplatzrechner für Wissenschaftler (WAP)	30
5.1.3	Gesamte DV-Investitionen	31
5.2	Volumen der zukünftigen Investitionen	32
<b>6</b>	<b>Antragstellung</b>	<b>34</b>

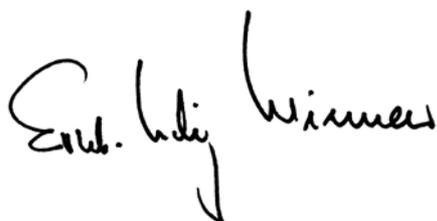
## Vorwort

Der Wandel der Informations- und Kommunikationsstrukturen prägt die wirtschaftliche und soziale Entwicklung der globalen Gesellschaften auch weiterhin in hohem Maße. In ihren letzten Empfehlungen im Jahr 2001 hatte die Kommission für Rechenanlagen der Deutschen Forschungsgemeinschaft neue Formen des Informationsmanagements an Hochschulen gefordert, die die Relevanz der Informations- und Kommunikationstechnik für alle Bereiche einer Hochschule berücksichtigen sollten. Hieraus erwuchs eine Förderinitiative der DFG mit dem Ziel, durch beispielhafte Problemlösungen für ein Integriertes Informationsmanagement die Leistungsfähigkeit der Hochschulen in Forschung und Lehre zu stärken. Der Zeitpunkt war richtig gewählt. Viele Hochschulen hielten ihre Versorgungsstruktur nicht für optimal. Durch die Initiative angeregt, konkretisierten und verstärkten sie ihre Überlegungen zu neuen Managementstrukturen und setzen diese jetzt um.

Die nun vorgelegten Empfehlungen der Kommission für Rechenanlagen verfolgen die technische Entwicklung im Wesentlichen im Hinblick auf neue Möglichkeiten der Informationsverarbeitung und -bereitstellung. Fragen der effektiven Nutzung der Informations- und Kommunikationstechniken und neuartige Formen der Informationsbereitstellung und -bewertung sowie Veränderungen der gegenwärtig an den Hochschulen vorhandenen Infrastrukturen stehen im Vordergrund. Auch dort, wo die Informationstechnik nicht selbst unmittelbarer Gegenstand der Forschung ist, ist sie wesentlicher und unverzichtbarer Teil der Forschungsinfrastruktur. Wissenschaftler benötigen Informationen und Wissen als grundlegende Input- und Output-Faktoren ihrer Arbeit. Dem Produktionsfaktor ‚Information‘ muss daher im Wissenschaftsbereich ein hoher Stellenwert zugeordnet werden, der auch bei knappen Mitteln eine ausreichende und nachhaltige Finanzierung erfahren muss. Es ist absehbar, dass zusätzlich hohe Belastungen vornehmlich auf die Länder zukommen werden.

Auch nach dem Auslaufen des Hochschulbauförderungsgesetzes wird die Kommission die Entwicklungen im IT-Bereich aufmerksam beobachten, sie zunehmend in einen internationalen Kontext stellen und zu relevanten Fragen Stellung nehmen.

Ich danke allen, die als Mitglieder der Kommission für Rechenanlagen oder in Zusammenarbeit mit ihr diese Empfehlungen erarbeitet haben.



Prof. Dr. Ernst-Ludwig Winnacker  
Präsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft

## **Kommission für Rechenanlagen**

Die Kommission für Rechenanlagen befasst sich mit grundsätzlichen Fragen der Informationsversorgung und -verarbeitung der Hochschulen und verfasst für die mittelfristige Planung entsprechende Empfehlungen. Sie erarbeitet als Gutachtergremium Vorlagen für den Wissenschaftsrat zu den Anmeldungen der Bundesländer zur Beschaffung von IT-Systemen im Rahmen des Finanzierungsverfahrens nach dem Hochschulbauförderungsgesetz (HBFÜG). Die Kommission besteht aus wissenschaftlichen Mitgliedern, die für jeweils drei Jahre vom Bewilligungsausschuss für die Allgemeine Forschungsförderung der DFG gewählt werden.

In den Jahren 2005/2006 gehören der Kommission folgende wissenschaftliche Mitglieder an:

- Prof. Dr. Klaus Bender (Vorsitzender)  
Technische Universität München
- Prof. Dr. Arndt Bode  
Technische Universität München
- Prof. Dr. Hans-Joachim Bungartz  
Technische Universität München
- Prof. Dr. Wilfried Juling  
Universität Karlsruhe (TH)
- Prof. Dr. Wolfgang König  
Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt
- Prof. Dr. Wolfgang E. Nagel  
Technische Universität Dresden
- Prof. Dr. Ursula van Rienen  
Universität Rostock
- Prof. Dr. Otto Rienhoff  
Georg-August-Universität Göttingen
- Prof. Dr. Joachim Sauer  
Humboldt-Universität zu Berlin
- Prof. Dr. Gerhard Schneider  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
- Prof. Dr. Elmar Sinz  
Otto-Friedrich-Universität Bamberg
- Prof. Dr. Thomas Tolxdorff  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

## 1 Zusammenfassung und Einleitung

Gegenüber früheren Empfehlungen haben sich die Anforderungen an die informationstechnische (IT) Infrastruktur, denen sich die Universitäten heute stellen müssen, grundlegend gewandelt. Standen zunächst eher die technischen Entwicklungen im Vordergrund, so liegt den aktuellen Empfehlungen eine ganzheitliche Betrachtung von Nutzeranforderungen, Diensten und IT-Infrastruktur zugrunde. Diesen Wandel spiegeln Form und Inhalt der neuen Empfehlungen wider. Die in den Empfehlungen 2001–2005 erstmals aufgenommenen organisatorischen Aspekte (z. B. Einführung des CIO) werden fortgeschrieben.

In den letzten Jahren hat sich auch die Rolle der Rechenzentren entscheidend gewandelt. Über die Bereitstellung der technischen Infrastruktur hinaus werden sie zunehmend als Anbieter von Dienstleistungen für die verschiedenen Nutzergruppen an einer Universität verstanden. Es wird daher von den Rechenzentren erwartet, dass sie die Bedürfnisse ihrer Nutzergruppen aufgreifen und entsprechende Versorgungskonzepte

- einerseits mit *nutzergruppenunabhängigen* Basisdiensten,
- andererseits mit *nutzergruppenspezifischen* Spezialdiensten

entwickeln. Im Mittelpunkt steht dabei die Idee des *Integrierten Informationsmanagements*, das neben der IT der wissenschaftlichen und medizinischen Rechenzentren auch alle anderen IT-relevanten Dienste, z. B. aus Nachrichten-, Haus- und Medizintechnik sowie dem Bibliothekswesen, einer Hochschule umfasst.

Wurden bis vor wenigen Jahren die Dienste der Rechenzentren im Wesentlichen durch Wissenschaftler genutzt, so hat sich das Anwenderspektrum deutlich erweitert. Die Studierenden erwarten heute von ihrer Universität zeitgemäße Strukturen der Informationstechnik, die sie sowohl bei der Nutzung moderner Lehrmittel (Laptop, Wireless LAN) und Lehrformen (Vorlesung im Internet) als auch bei der Organisation ihres Studiums unterstützen. Zunehmend an Bedeutung gewinnt auch die Unterstützung aller Einrichtungen des Universitätsmanagements, die über die Leistungen der alten Verwaltungsrechenzentren hinaus für ihre Aufgaben einen stetig steigenden Bedarf an Ressourcen und Dienstleistungen aufweisen – etwa im Facility-Management oder in der Verwaltung der Daten von Mitarbeitern, Studierenden und Alumni.

Der Schwerpunkt der Investitionen wird auch zukünftig in der Beschaffung von IT-Systemen für die hochschul- und fakultätsweiten Versorgungsstrukturen liegen, die in die universitäre IT-Organisation einzubetten sind. Diese IT-Systeme umfassen dabei neben den klassischen Mehrzweck-Rechnersystemen in zunehmendem Maße auch Netzwerkkomponenten, spezialisierte Server mit ganz unterschiedliche Funktionalitäten sowie Softwarepakete. Im Sinne des Leitgedankens des Integrierten Informationsmanagements ist es dabei unabdingbar, dass sich auch dezentrale Beschaffungen von IT-Systemen aller Bereiche hinsichtlich Bedarf, Systemauswahl und Betriebskonzept in fakultäts- und hochschulweite Planungen einfügen.

Besonders umfänglicher IT-Bedarf fällt im Bereich der Universitätsmedizin an. Nicht nur die Krankenversorgung, auch die medizinische Forschung und Lehre nutzen IT in rasant zunehmendem Umfang. Dies betrifft insbesondere auch Systeme mit extrem hohem Datenaufkommen – etwa in der medizinischen Bildverarbeitung. Dabei gelten für personenbezogene Daten und Dienste gesteigerte Sicherheitsanforderungen.

## **1.1 Prozesse und Organisation**

Die Aufgaben der Hochschulen befinden sich in einem raschen Wandlungsprozess. Eine stärkere Profilierung der Hochschulen wird gewünscht, neue interdisziplinäre Arbeitsgebiete verändern Forschung und Lehre, der Bologna-Prozess liefert neue Rahmenbedingungen in der Lehre, die Hochschulen sollen das lebenslange Lernen durch Weiterbildungsangebote fördern. Gleichzeitig entstehen durch die Fortschritte im Bereich von Information und Kommunikation leistungsfähige, aber auch komplexe und teure Werkzeuge zur Unterstützung der Aufgaben der Hochschule.

In dieser Situation des permanenten Wandels ist es für die Hochschulen unerlässlich, ihre Aufgabenstellung klar und ganzheitlich zu definieren sowie Lösungsprozesse zu analysieren und zu verbessern. Aus dieser Prozessanalyse und -optimierung ist dann der geeignete Einsatz von IT im Sinne eines Integrierten Informationsmanagements zu definieren.

Die derzeitige Organisation der Hochschulen stammt oft aus Zeiten, als ihre Aufgaben anders gelagert und die heute vorhandenen IT-Hilfsmittel noch nicht verfügbar waren. Prozessanalyse und -optimierung einerseits und die Strategie zum effizienten Einsatz von IT-Hilfsmitteln in der Hochschule andererseits dürfen durch tradierte Organisationsstrukturen nicht behindert werden. Die Hochschulen müssen entscheiden, ob neue Organisationsformen zu wählen sind und wieweit sie mit IT unterstützt werden sollen. Der Umfang des geforderten IT-Einsatzes wird es notwendig machen, Prioritäten zu setzen.

Ferner sind Vorgaben für Kooperationen mit anderen Einrichtungen der Forschung, Lehre und Krankenversorgung notwendig, um die Bewältigung der neuen Aufgabenstellungen sowie die effiziente Nutzung der Werkzeuge sicher zu stellen. Im Ergebnis sind Prozesse, IT-Systeme und Organisationsstruktur im Hinblick auf eine bestmögliche Erfüllung der Aufgaben für die Hochschule aufeinander abzustimmen.

## **1.2 Dienste und Versorgung**

Es besteht die Notwendigkeit, zu einem ganzheitlichen Service- und Organisationskonzept für die digitale Informationsversorgung und -verarbeitung, die digitale Kommunikation sowie für den Einsatz digitaler Medien in Forschung, Lehre, Studium und Verwaltung zu kommen. Die einzelnen Hochschuleinrichtungen können ihre Aufgaben, die mit der Erschließung, dem Verwalten und dem Anbieten von Informationen auf der Basis neuer Medien und medial gestützter Technologien zusammenhängen, nur dann sachdienlich erfüllen, wenn sie ihre Dienste in eine Gesamtkonzeption einbetten und entwickeln.

Voraussetzung dafür ist der Aufbau leistungsfähiger organisatorischer Strukturen, die über die geeigneten technologischen Aspekte hinaus eine Koordinierung der IT leisten und sicherstellen, dass gut abgestimmte Unterstützungs- und Serviceleistungen bereitgestellt werden. Ein wichtiges Ziel der Hochschule ist folglich eine effiziente Integration und Koordination der Informationsversorgung und -verarbeitung, um im Wettbewerb bestehen zu können.

Grundlegend für die Organisation der IT-Versorgung ist die strukturelle Entwicklung der Informationsversorgung und -verarbeitung, die sich ständig dem technischen Fortschritt anpasst und sich in einem fortwährenden Wandel befindet. Ziel ist es, wesentliche Teile der IT-Leistungen lokal am Arbeitsplatz bereitzustellen. Das IT-Versorgungskonzept wird somit durch eine weitgehende Dezentralisierung der gesamten Informationsversorgung und -verarbeitung der Hochschule und gleichzeitig durch eine intensive Kooperation aller IT-Versorgungsbereiche gekennzeichnet sein.

### **1.3 IT-Systeme**

Der Schwerpunkt der Investitionen wird auch zukünftig in der Beschaffung von IT-Systemen für die hochschul- und fakultätsweiten Versorgungsstrukturen liegen, die in die universitäre IT-Organisation einzubetten sind. Diese IT-Systeme umfassen dabei neben den klassischen Mehrzweck-Rechnersystemen in zunehmendem Maße auch Netzwerkkomponenten, spezialisierte Server mit ganz unterschiedlichen Funktionalitäten sowie Softwarepakete. Im Sinne des Leitgedankens des Integrierten Informationsmanagements ist es dabei unabdingbar, dass sich auch dezentrale Beschaffungen von IT-Systemen aller Bereiche hinsichtlich Bedarf, Systemauswahl und Betriebskonzept in fakultäts- und hochschulweite Planungen einfügen. Dies betrifft insbesondere auch Systeme mit extrem hohem Datenaufkommen – etwa in der medizinischen Bildverarbeitung.

Das immer stärkere Zusammenwachsen von Telekommunikationsdiensten und Datenkommunikation hat zu einer stetig wachsenden Bedeutung der Vernetzung geführt. Technologien wie Wireless LAN bieten dabei attraktive Perspektiven für eine flexible Netzgestaltung. Im Bereich der Rechner ist eine weiter zunehmende Substrukturierung der bekannten Leistungsabstufung von den Höchstleistungsrechnern über lokale Computeserver bis zu den Studienarbeitsplatzrechnern (Leistungs pyramid) zu konstatieren, wie die wachsende Nutzung und Vielfalt mobiler Geräte am unteren Ende sowie die derzeitige Initiative zur Einrichtung europäischer Höchstleistungsrechenzentren am oberen Ende zeigen. Dabei besteht für jede Leistungsklasse mit ihrem entsprechenden Aufgabenspektrum ein wachsender Bedarf.

Auch im Bereich der Server jenseits der reinen Computeserver ist eine stärkere funktionale Differenzierung zu beobachten (Datenserver, Kommunikation nach außen, Wissensserver, Server für Verwaltungsaufgaben usw.). Schließlich fällt in den Bereich der IT-Systeme auch die Software, die in der Praxis inzwischen oft einen signifikanten Anteil des Investitionsvolumens ausmachen kann und für die, so weit wie möglich, großvolumige Lizenzlösungen angestrebt werden sollten. Dies trifft vor allem auch auf die aufwändigen Systeme in der Universitätsmedizin zu.

Besondere Aufmerksamkeit erfordert in den kommenden Jahren die Nutzung von regionalen und überregionalen Rechnerverbänden (Grid-Technologie) sowie von Infrastrukturen für standortübergreifende Verbundforschungsvorhaben und deren Integration in die technischen und organisatorischen Lösungen, etwa bei den Kompetenznetzen in der Forschung.

## 2 Prozesse und Organisation

Die effiziente Nutzung moderner Werkzeuge und Methoden aus dem Bereich Information und Kommunikation bietet ein großes Potenzial für Qualitätsverbesserungen in Forschung, Lehre und Verwaltung der Hochschulen sowie insbesondere auch in der Universitätsmedizin. Bisher separate Anwendungen können im Rahmen eines Integrierten Informationsmanagements nahtlos zusammengeführt werden: durch klare Vorgaben der Hochschulleitungen für IT-Strategien, deren Durchführung mittels eines effektiven IT-Controlling überwacht werden, und durch hochschulübergreifende Kooperationen, die die Optimierung des Einsatzes von Mitteln der Informations- und Kommunikationstechnik innerhalb der einzelnen Hochschule weiter ergänzen.

Der Aufbau eines solchen Integrierten Informationsmanagements an der Hochschule ist kein Selbstzweck. Er dient letztlich der Effizienzsteigerung aller Prozesse an der Hochschule und setzt eine vorausgehende Analyse und Optimierung dieser Prozesse unter Berücksichtigung des technisch Machbaren voraus. Eine solche Analyse wird dann auch Änderungen oder Anpassungen der Organisationsstrukturen der Hochschule erfordern.

### 2.1 Integriertes Informationsmanagement

Moderne Techniken der Information und Kommunikation haben eine so bedeutende Rolle für die Ausführung aller Prozesse in Forschung, Lehre und Verwaltung von Hochschulen gewonnen, dass sie entscheidend sind für die Qualität der Dienstleistung und den effizienten Umgang mit den Ressourcen.

Waren früher große Effizienzgewinne allein dadurch zu erzielen, dass bisher nicht durch die IT unterstützte Prozesse der Hochschulen weitgehend unverändert in ein hardware- und softwaregestütztes System übernommen wurden, so steht heute die Vernetzung und integrierte Nutzung bisher separater Anwendungen im Vordergrund. Durch die Vernetzung und Integration werden dabei in zunehmendem Maße neue Dienstleistungen und verbesserte Realisierungen möglich, die auch eine Erneuerung oder Anpassung der zugrunde liegenden Prozesse und Organisationsstrukturen der Hochschule erfordern.

Integriertes Informationsmanagement ist daher zur wesentlichen Aufgabe bei der Planung des Einsatzes moderner Techniken von Information und Kommunikation für die Hochschulen geworden. Eine solche Planung setzt die Position eines Verantwortlichen für Information und Kommunikation als Mitglied der Hochschulleitung (CIO: Chief Information Officer) voraus, wie er in der Wirtschaft und an verschiedenen Hochschulen bereits etabliert ist.

Die strategische Planung der Hochschulen für das Integrierte Informationsmanagement umfasst die folgenden Komponenten:

- Organisation
- Prozesse und Inhalte anwendungsorientierter Dienste
- Technik und Betrieb der Basisinfrastruktur

Die *Organisationsstrukturen* der Hochschulen sind meist historisch gewachsen und halten mit der Entwicklung der sie unterstützenden Technik nicht Schritt. Traditionell getrennte Dienstleistungen wie Telefonie, Bibliothek, Medienzentrum, Verwaltungs-IT, Rechenzentren der Fakultäten und Institute, Hochleistungsrechnerbetrieb sowie Betrieb spezieller Großgeräte

sind in der Regel als separate Organisationseinheiten der Hochschule etabliert und organisieren ihre Basisinfrastruktur und anwendungsorientierten Dienste oft nach getrennten, nicht kompatiblen Gesichtspunkten. Hochschulleitungen müssen sicherstellen, dass die global ausgerichtete Strategie für ein Integriertes Informationsmanagement nicht durch die Organisationsstruktur dieser Einheiten behindert wird. Das kann sowohl durch Weisungsbefugnis des CIO als auch durch Zusammenlegung der bisher separaten Strukturen erreicht werden.

Durch Information und Kommunikation gestützte *anwendungsorientierte Dienste* bestimmen zunehmend die Leistungsfähigkeit der Hochschule. Um diese Dienste bestmöglich anbieten zu können, genügt es nicht, eine angemessene Basisinfrastruktur zur Verfügung zu stellen. Die Hochschule muss die ihren Diensten zugrunde liegenden *Prozesse* analysieren und im Hinblick auf die Qualität der Dienstleistung und die Implementierbarkeit verbessern.

Auch hier stehen die Gesichtspunkte Integration und Homogenisierung im Vordergrund. Beispielsweise muss für eine effiziente Prüfungsverwaltung die Integration mit Systemen zur studentischen Immatrikulation, zur Präsentation von Vorlesungen und Inhalten, zu Online-Abfragefunktionen für Studierende und zu Abrechnungssystemen für die leistungs- und belastungsorientierte Mittelvergabe (vor allem bei interdisziplinären Studiengängen) sowie weiteren Komponenten geleistet werden. Angesichts der durch den Bologna-Prozess stark diversifizierten Studiengänge müssen Prüfungsordnungen zumindest strukturell homogenisiert werden, damit die Modellierung im Prüfungsverwaltungssystem mit angemessenem Aufwand erreichbar ist. Nebenbei entsteht für die Studierenden eine deutlich überschaubarere Ablaufstruktur für Studiengänge einer Hochschule.

Die geeignete *Auswahl von Inhalten* und die *Prozessanalyse* anwendungsorientierter Dienste sind aufwändig und oft unabhängig von der für die Implementierung ausgewählten Anwendungssoftware. Sie sind aber notwendig, um das Integrierte Informationsmanagement effizient zu betreiben. Die Komponente *Technik* erfordert die Bereitstellung geeigneter Rechnerhardware und -software sowie ihre interne und externe Vernetzung. Ein geeignetes *Betriebskonzept* für diese Basisinfrastruktur ermöglicht den effizienten Einsatz. Die Basisinfrastruktur umfasst Arbeitsplatzrechner für Mitarbeiter und Studierende, Server für verschiedenste Anwendungen vom E-Mail-Dienst bis zum Hochleistungs-Compute-Service sowie die interne und externe Vernetzung dieser Geräte. Die Auswahl der Basisinfrastruktur muss für die Ausführung höherwertiger anwendungsorientierter Dienste geeignet sein und die Integration dieser Dienste ermöglichen.

Entscheidungen zur Beschaffung der technischen Komponenten und zum Betrieb der Basisinfrastruktur wurden an Hochschulen in der Vergangenheit vielfach dezentral getroffen und auf lokale Umgebungen ausgerichtet. Die technische Entwicklung der Rechner- und Kommunikationsleistung einerseits sowie die wachsende Komplexität der Anwendungssoftware andererseits, die sich auch aus zunehmend übergreifenden Prozessen ergibt, führen dazu, dass heute bei der Planung der Basisinfrastruktur globale Optimierungsgesichtspunkte angewendet werden müssen und die Gesichtspunkte Integration und Homogenisierung im Vordergrund stehen.

Aus Sicht der einzelnen Hochschule und im Hinblick auf ihren Anspruch, im globalen Wettbewerb erfolgreich zu sein, wird die Optimierung zunächst auf den eigenen Bereich beschränkt sein. Hochschulübergreifende Kooperationen auf Landes- und Bundesebene, wie sie bereits im Bereich des deutschen Forschungsnetzes, der virtuellen Landeshochschulen und gemeinsam betriebener Bibliotheksportale existieren, werden aus Effizienzgründen in Zukunft häufiger werden. Die Hochschulleitungen sind gut beraten, diesen Gesichtspunkt in ihre Strategie für das Integrierte Informationsmanagement mit aufzunehmen.

Technischer Kern einer Strategie für das Integrierte Informationsmanagement einer Hochschule ist insbesondere ein von allen Untereinheiten gemeinsam erarbeiteter zentraler Verzeichnisdienst, der die Kooperation aller Einzelkomponenten ermöglicht. Auf dieser gemeinsamen Basis können dann durch die Schaffung gemeinsamer Schnittstellen zwischen den verschiedenen Anwendungen Dienste ausgetauscht und sachgerechte Entscheidungen über Zentralisierung oder Dezentralisierung der Dienste-Erbringung getroffen werden.

## **2.2 IT-Strategien und IT-Controlling**

Für den effizienten Einsatz der IT in Forschung, Lehre und Verwaltung der Universitäten ist zunächst die hochschulinterne Optimierung der Prozesse nötig. Ausgangspunkt sind die relevanten, hochschulspezifischen Abläufe in allen Bereichen der Hochschule. Die Entwicklung muss sachbezogen erfolgen und darf weder durch die organisatorische Untergliederung der Hochschule, noch durch einschränkende Eigenschaften der bisherigen IT-Infrastruktur behindert werden. Diese sachorientierte Prozessoptimierung und übergreifende Lösungen lassen hochschulintern großes Verbesserungspotenzial entstehen.

Erst nach dem Schritt der Prozessoptimierung im Sinne der Definition von Qualitätsstandards für die Abläufe in der Hochschule sollten organisatorische Zuordnungen und Auswahl sowie Implementierung der geeigneten IT-Hilfsmittel erfolgen. Priorität haben also die Prozesse, die das spezifische Bild der Hochschule im globalen Wettbewerb der Einrichtungen prägen.

## **2.3 Hochschulübergreifende Kooperation**

Die interne Optimierung von Prozessen, Organisationsstrukturen und inhaltlicher Ausrichtung der Hochschulen in Forschung und Lehre führt zu hochschulspezifischen Lösungen beim effizienten Einsatz von IT. Eine weitere Verbesserung kann durch die Bildung hochschulübergreifender Verbünde gefunden werden. Diese Anforderungen sind nur auf der Basis einer im Umfang und Leistung transparenten Infrastruktur sowie in Kenntnis von deren Leistungen und Kosten erfüllbar, was ein IT-Controlling voraussetzt.

### **2.3.1 Rechner- und Datenverbünde**

Spezifische Aufgabenstellungen in Forschung und Lehre setzen Ressourcen voraus, für die ein Investitionsvolumen erforderlich ist, das die Kapazitäten einer einzelnen Hochschule übersteigt. Das wissenschaftliche Höchstleistungsrechnen ist hierfür ein typisches Beispiel, bei dem die obersten Komponenten der Versorgungspyramide in Form der Bundes- und der Landeshöchstleistungsrechner in Abstimmung mit den zuständigen Gremien des Wissenschaftsrats und der Deutschen Forschungsgemeinschaft beschafft werden. Dabei ist auch sichergestellt, dass die nötige Zugangsinfrastruktur bundes- bzw. landesweit besteht und über begutachtete Verfahren durch Lenkungsausschüsse die Zugangsberechtigung nach wissenschaftlichen Kriterien vergeben wird.

Auch im Spektrum der durch die IT-Infrastruktur der Hochschulen bereitgestellten Basisdienste können hochschulübergreifende Verbünde effiziente Lösungen darstellen, ohne die gewünschte Profilierung der einzelnen Hochschulen einzuschränken. Solche Basisdienste betreffen den Bereich der Systemadministration von Arbeitsplätzen für Wissenschaftler und Studierende, E-Mail-Dienste, Datenspeicherung, Archivierung, Backup, Sicherheitskonzepte, Softwarelizenzen usw. Für die Organisation und den Betrieb solcher Konzepte sind neben hochschulinternen Einrichtungen auch Angebote externer Dienstleister zu prüfen.

### **2.3.2 Lizenzen**

Anwendungen in Forschung und Lehre, im Besonderen aber in der Verwaltung von Hochschulen, nutzen häufig Programme, für die in großer Anzahl Lizenzen beschafft werden müssen. Neben dem hochschulinternen Lizenzmanagement hat sich die Beschaffung von Landeslizenzen bewährt. Die Beschaffung von Landeslizenzen muss in einem für alle beteiligten Hochschulen nachvollziehbaren Verfahren erfolgen, das für die vorgesehenen Anwendungen die jeweils günstigste Lizenzvariante auswählt, jedoch sicherstellt, dass kein einschränkender Zwang durch die Nutzung der Lizenzen in den Hochschulen entsteht.

In Zukunft werden auch vermehrt Lizenzen zur reinen Nutzung von Informationen zu erwerben sein. Dabei muss geprüft werden, ob solche Lizenzen nur ein zeitlich befristetes oder ein dauerhaftes Nutzungsrecht beinhalten.

### **2.3.3 Informationsverbünde**

Die Informationsversorgung von Forschung und Lehre durch Bibliotheken bindet in den Hochschulen von jeher umfangreiche Mittel. Die Informationsbeschaffung, ihre Archivierung und Pflege sowie die Versorgung mit Information werden künftig überwiegend in digitaler Form erfolgen. Da die von den Bibliotheken geleisteten Dienste oft einen einheitlichen Charakter haben, bieten sich Bibliotheksverbünde an, die diese Dienste effizienter erbringen.

In der Lehre werden zunehmend medial gestützte Verfahren als Ergänzung oder Ersatz klassischer Lehrformen eingesetzt. Die mit der Erstellung, der Pflege und dem Betrieb verbundenen hohen Kosten für eLearning-Angebote sowie die Möglichkeit der Nutzung externer Angebote machen den Zusammenschluss der Hochschulen zu eLearning-Verbünden, wie sie bereits in vielen virtuellen Landeshochschulen bestehen, sinnvoll und erstrebenswert.

Voraussetzung für eine Beteiligung der einzelnen Hochschulen an einem solchen Verbund ist allerdings die klare Definition einer eLearning-Strategie für die Hochschule, die Anerkennungsregelungen, Lizenzierungen eigener Angebote, Finanzierung fremder Angebote und Dienstleistungen für externe Nutzer berücksichtigt. Nur wenn Anreizstrukturen für die Schaffung eigener Lehrinhalte und die Nutzung und Anerkennung fremder Inhalte geschaffen werden, können die großen potenziellen Effizienzgewinne in der Lehre durch eLearning auch realisiert werden.

Deutsche Hochschulen haben die ihnen übertragenen Aufgaben zur Erstellung von Angeboten für das lebenslange Lernen bisher nur zögerlich wahrgenommen. Die hohe Belastung der Hochschulen durch die Erstausbildung ebenso wie die hohen Kosten für die Produktion von Angeboten und die Vermarktung der Weiterbildungsmaßnahmen legen es nahe, hochschulübergreifende Verbünde für die Weiterbildung zu schaffen.

### **2.3.4 Grid und eScience**

Erfolgreiche Forschung erfolgt zunehmend hochschulübergreifend und erfordert somit die technischen Mittel für die Kooperation räumlich getrennt arbeitender Wissenschaftler. Unter dem Begriff eScience versteht man alle Basisdienste und Anwendungen, die die intensive Wissenschaftskooperation von Wissenschaftlern an verschiedenen Orten ermöglichen. Hochschulen müssen klare Strategien entwickeln, wie sich ihre Mitglieder an eScience-Infrastrukturen von der Telekonferenzeinrichtung bis zum Wissensmanagement beteiligen können. Zu diesen Diensten zählt insbesondere auch der Zugang zum verteilten Höchstleistungsrechnen im Grid sowie zum Funktions-, Leistungs- und Datenverbund im Netz.

### **2.3.5 Nutzung vereinheitlichter Verfahren**

Zahlreiche DV-gestützte Verfahren in einer Hochschule sind nicht grundsätzlich spezifisch für die Einrichtung gewesen, wurden aber im Laufe der Zeit vielleicht spezifisch angepasst. Bei der Einführung DV-gestützter Verwaltungsverfahren muss daher auch geprüft werden, ob sie sich an die Verfahren anderer Einrichtungen anpassen lassen, um die dort erfolgreich eingesetzten Softwarelösungen ohne teure Anpassungen übernehmen zu können. Die Einführung solcher DV-gestützten Verfahren geht auch mit der Überprüfung und ggf. Reformierung von Geschäftsprozessen einher.

### **2.3.6 Verbünde der Universitätsmedizin**

Anforderungen aus der Reform des Gesundheitssystems führen zu regionaler und überregionaler Kooperation, z. B. im Bereich der Servicenetze, Telekonsultationen in Forschung und Versorgung, die nach den konkreten Strategien der jeweiligen Leitungen technisch und organisatorisch ausgestaltet werden. Dabei kommen als neue Nutzergruppen nicht nur Lehrkrankenhäuser, zuweisende Einrichtungen und Partner in Kompetenznetzen hinzu, es kommen vor allem auch IT-Systeme in unmittelbarer Umgebung des Patienten (HomeCare, elektronische Gesundheitskarte, implantierte Systeme) ins Spiel.

### **2.3.7 Sicherheitsinfrastruktur**

In den kommenden Jahren werden Zahl und Mächtigkeit der von den Nutzern an den Hochschulen eingesetzten IT-Systeme stark zunehmen. Hieraus ergeben sich Anforderungen an einfache Einzeichnungs- und Authentifikationsverfahren, die in den Zugangsportalen abgebildet werden müssen. Dabei müssen die Hochschulen eine Politik entwickeln, wie sie die gegenwärtig noch nicht fein abgestimmten Sicherheitssysteme auf lokaler Ebene, in Grid-Netzen und im Deutschen Forschungsnetz interoperabel machen wollen. Die äußeren Vorgaben durch das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik oder gesetzliche Bestimmungen sind zu beachten.

### 3 Dienste und Versorgung

Ein auf effiziente Integration und Koordination der Informationsversorgung und -verarbeitung, der Kommunikation und des Einsatzes neuer Medien ausgerichtetes IT-System stellt ein verteiltes kooperierendes Versorgungssystem dar, in dem es Anbieter und Nachfrager in zum Teil wechselnden Rollen gibt. Strukturell muss ein solches IT-Gesamtsystem aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachtet werden: aus Sicht der Dienste, der Kompetenzen und der Dienstleistungen.

Die *Dienste* sind nach den Gesichtspunkten einer hierarchischen Dienste-Architektur geordnet, die auf den einzelnen Ebenen Konsolidierungsmöglichkeiten eröffnet und die komponentenbasiert einen föderativen offenen Ansatz darstellt. Das *Kompetenzprofil* klärt, welche Hauptaspekte besonders abgedeckt sein müssen und wer hierzu am besten beitragen kann. Die *Dienstleistungsinfrastruktur* schließlich liefert konkrete Antworten darauf, wie die Dienstleistungen verteilt und kooperativ im Zuge der IT-Gemeinschaftsversorgung erbracht werden, bzw. darauf, wer welche Services mit wem gemeinschaftlich erbringt.

#### 3.1 Dienste-Architektur

Um die anzustrebende IT-Versorgungsstruktur besser zu verdeutlichen, werden grundsätzliche Betrachtungen zu den Dienste-Ebenen und den zugehörigen Konsolidierungsmöglichkeiten bzw. -notwendigkeiten vorangestellt. Die Dienste-Architektur setzt sich im Wesentlichen aus vier Integrationsschichten zusammen:

- Serviceportal
- Anwendungsdienste
- Basisdienste
- IT-Infrastruktur

Die unterste Ebene *IT-Infrastruktur* bilden Systeme, verbindende Kommunikationsnetze sowie die weitere zugehörige technische Infrastruktur (Hardware, technische Überwachung, Netzanbindungen und technische Kommunikationssysteme). Ausgewählte Komponenten (Dienste-Elemente) sind die Grundlage für darauf aufsetzende Basisdienste.

Die Vereinheitlichung bzw. Standardisierung von Schnittstellen wird von den *Basis-Diensten*

- Middleware (Scheduling, Accounting usw.)
- Systeme zur Datensicherung (Datenmanagement)
- Sicherheitslösungen (Firewall, Virenschutz, Mailfilter usw.)
- Betriebssysteme und Systemumgebungen

umgesetzt. Aufbauend auf Funktionalitäten der darunter liegenden Dienste-Elemente werden hier definierte Schnittstellen zur Verfügung gestellt, die den heterogenen Anwendungsansprüchen einer IT-Ausstattung an Hochschulen gerecht werden. Viele Basisdienste sind inzwischen entweder kommerziell oder als ausgereifte Open-Source-Lösung verfügbar und müssen daher nicht mehr an jeder Hochschule entwickelt werden.

Auf den Basisdiensten aufbauend bzw. auf sie zugreifend folgen die *Anwendungsdienste*:

- Anwendungssysteme, z. B. Softwarepakete, Datenbanksysteme usw.
- Basis-Anwendungssoftware, z. B. Officeware, Bibliotheken usw.
- Programmierumgebungen, Werkzeugen, Schnittstellen usw.

Mithilfe dieser Anwendungsdienste lassen sich komplexe Dienste für die Geschäftsprozesse realisieren.

Das *Serviceportal* stellt schließlich die anwendungsbezogene Gesamtintegrationsschicht dar, indem es den zentralen und einheitlichen Zugang zu den Geschäftsprozessen und den damit verbundenen Informationen, Anwendungen und Diensten bietet. Auf diesen Ebenen sind jeweils Personen mit unterschiedlichen Kompetenzen gefragt. Dabei richtet sich das Hauptaugenmerk einer Gruppe mehr auf die Technik bzw. die Systeme, während andere Personengruppen mehr auf die Nutzer und deren Anwendungen orientiert sind.

Einerseits macht die Betrachtung dieser Dienste-Ebenen deutlich, dass ein einzelner Anwender oder auch ein einzelnes Institut sich nicht selbst auf allen Ebenen mit allen Dingen befassen sollte, da eine derart große individuelle *Fertigungstiefe* unwirtschaftlich und für eine notwendige hochschulweite Integration des Informationsmanagements ineffizient bzw. sogar hinderlich ist. Andererseits sollten über alle Dienstsektoren Konsolidierungsmaßnahmen bezüglich folgender Bereiche angestrebt werden:

- **Softwaremanagement:**  
Lizenzierung, Softwareverteilung, Systemmanagement, Changemanagement, *logische* Datenbehandlung (Datenbanken, Verzeichnisse, Benutzerverwaltung)
- **Hardwaremanagement:**  
Zusammenfassung verschiedener Server bis hin zur Einführung neuer Betriebsmodelle (wartungsarme Appliance) oder ggf. auch Outsourcing an andere Hochschulen oder Firmen; Rechner, Peripherie, Server, Multimediageräte, Integration; *physische* Datenbehandlung (Speichersysteme, Datensicherung, Hochverfügbarkeit)
- **Netzwerkmanagement:**  
Passive und aktive Netzkomponenten, Außenverbindungen, Netzmanagement, Sicherheitslösungen (Firewall, Virenschutz, Mailfilter usw.)

Zur Umsetzung von Maßnahmen auf diesen Konsolidierungsebenen müssen hochschulweit geltende Konzepte entwickelt und auf der Basis zentraler *Policies* und klar zugewiesener operativer Verantwortlichkeiten realisiert werden.

### **3.2 Kompetenzprofil**

Die IT-Versorgung muss sich den neuen Entwicklungen auf allen Ebenen, also z. B. in den Rechner-, Netz- und Telekommunikationstechnologien, aber auch in den Märkten der Dienste kontinuierlich stellen. Diese neuen Technologien stellen hohe Anforderungen an eine zukunftsorientierte Infrastruktur für Forschung, Lehre, Studium und Verwaltung an einer Hochschule. Hierzu sind in einer Reihe von Bereichen Kompetenzen vorzuhalten, die nachstehend näher beschrieben werden. Zum Aufbau und zur nachhaltigen Sicherung dieser Kompetenzen auf hohem Niveau kommt der Auswahl und der Fortbildung des entsprechenden Personals große Bedeutung zu.

Neben den technischen Aspekten ist dabei besonderes Augenmerk auf Prozess- und Serviceorientierung sowie auf modernes IT- und Servicemanagement mit weitreichender Integration zu legen. Nur so können unter anderem Entscheidungen zu Entwicklung und Bereitstellung eigener bzw. Nutzung fremder einschlägiger Angebote qualifiziert richtig getroffen werden; zur Möglichkeit von Outsourcing oder Cosourcing einzelner Aufgabenbereiche siehe Kapitel 3.4.

### **3.2.1 Informationsversorgung und Wissensmanagement**

Unter *Informationsversorgung* ist die inhaltsbezogene Bereitstellung von Wissensobjekten und Medienangeboten zu verstehen. Die erforderlichen Kompetenzen umfassen:

- die Besorgung, die Verwaltung und die Bereitstellung von Inhaltsobjekten
- die Archivierung, die Erschließung und das Vorhalten von Lehr-/Lernmaterialien
- den Betrieb und die Betreuung einer integrierenden Zugriffsplattform zu Informationsdiensten, -medien und -dienstleistungen

Zum *Wissensmanagement* zählen wesentliche Funktionsbereiche, die hohe informationstechnische und -methodische Kompetenz verlangen:

- Aufbereitung (Metadaten) und Verwaltung der (medial vielfältigen) Wissensobjekte
- Sicherung der internen und externen Wissensressourcen und des Zugriffs auf sie über ein Portal
- Bereitstellung fortgeschrittener Instrumente der Wissensgenerierung und -visualisierung
- elektronische Verfügbarmachung/Publikation der in der Hochschule anfallenden Wissensobjekte

Die Hochschulbibliothek hat ihre Kompetenzen im Bereich der Informationsversorgung und des Managements von Wissensobjekten; daher sollte sie alle zugehörigen (zentralen) Aufgaben wahrnehmen bzw. in Abstimmung mit den weiteren Versorgungsbereichen organisieren.

### **3.2.2 Informationsverarbeitung und IT-Infrastrukturmanagement**

*Informationsverarbeitung* umfasst die technische Behandlung und infrastrukturelle Bereitstellung von Wissensobjekten und Medienangeboten. Dazu sind Kompetenzen erforderlich für:

- den Betrieb und die Betreuung der technischen Infrastruktur für die digitale Information und Kommunikation
- das Betreiben und Anbieten von darauf verfügbaren Server-, Kommunikations- und Netzdiensten
- die Bereitstellung von Plattformen, Werkzeugen, Software- und Managementsystemen

Unter dem spezifischen Blickwinkel des Einsatzes neuer Medien in Lehre und Forschung sind unter dem zuletzt genannten Aspekt besonders zu sehen:

- Lehr-/Lernumgebungen und eLearning-Systeme
- Autoren- und Präsentationswerkzeuge
- Video-Conferencing- und Tele-Teaching-Umgebungen
- Content-Managementsysteme und Datenbank-Managementsysteme

Aufgabe des *Infrastrukturmanagements* ist es, der individuellen Forschung und Lehre in der Hochschule sowie in weiteren Einrichtungen die bestmögliche Basisinfrastruktur zu bieten, die schnelle Netze, hohe zentrale Rechenleistung und eine sichere Datenhaltung umfasst. Daneben ist auch eine zentrale Verwaltung der Softwaresysteme und Softwarelizenzen erforderlich. Ein fachspezifisch breit gefächertes Beratungsteam muss die Nutzer beim Einsatz der Rechner und bei der effektiven Nutzung von Softwaresystemen unterstützen.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die möglichst ortsunabhängige Bereitstellung aller Informationen. Dazu dienen das Campusnetz und die Institutsnetze, die leistungsfähigen Außenanbindungen der Hochschule an nationale und internationale Netze und die Schaffung weiterer neuer Kommunikationsverbindungen (z. B. Mobilitätsunterstützung, Funk-LAN-Zugang, Unterstützung von Telearbeit).

Die Unterstützung der Informationsverarbeitung und das Management der Informations- und Kommunikationstechnik sowie der Medientechnik sind vorrangige Aufgaben des Hochschulrechenzentrums (IT-Servicezentrum) und werden von diesem gemeinsam mit den Versorgungsbereichen (Serviceteams in Fakultäten, Bibliothek, Verwaltung, Medienzentrum) organisiert. Dazu gehören Kompetenzen für

- das Netz- und technische Kommunikationsmanagement
- die technische Aufbewahrung der heterogenen Wissensobjekte über entsprechende Datenbanken, einschließlich der Langzeitarchivierung
- die Bereitstellung des flexiblen Zugriffs
- die Betreuung der informations- und kommunikationstechnischen Infrastruktur für die Wissensvermittlung
- die Unterstützung der informations- und kommunikationstechnischen Infrastruktur für die Wissensproduktion (Forschung und Entwicklung in enger Koordination mit den Versorgungsbereichen)

Das Hochschulrechenzentrum (IT-Servicezentrum) kann alle Aufgaben übernehmen, die mit der Sicherung und Sicherheit der Wissensobjekte bzw. der gesamten hochschulweiten IT-Infrastruktur zu tun haben.

In der Medizin braucht man Lösungen für die Frage, wie Leitlinien und gezieltes problemabhängiges Wissen am Ort der Entscheidungsfindung bereitgestellt werden können. Die aus dem angloamerikanischen Bereich kommenden Ansätze zum Risikomanagement in der Patientenbehandlung werden diesbezüglich gravierende Auswirkungen auf Struktur und Prozesse der medizinischen Versorgung und des IT-basierten Informationsmanagements haben. Diese Auswirkungen werden erhebliche Kosten nach sich ziehen, die nur im Kontext eines integrierten Informationsmanagements überschaubar gehalten werden können.

### **3.2.3 Einsatz neuer Medien und Multimediamanagement**

Die Hochschule der Zukunft ist die multimedial unterstützte Hochschule, in der ein Teil des Studiums virtuell absolviert werden kann. Der Bedarf nach zeitlich und räumlich flexiblen Formen des Lehrens, Lernens und Forschens wird sich erhöhen. Dabei müssen insbesondere die Bereitstellung von Informationen sowie die Unterstützung von Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen Lehrenden und Lernenden intensiviert werden.

Mit der Virtualisierung des Studiums nimmt auch die Globalisierung der Ausbildung zu, und zwar sowohl durch die internationale Vernetzung der Wissensinhalte als auch durch den zunehmenden internationalen Wettbewerb zwischen den Hochschulen. Die Entwicklung der IT-Versorgung an einer Hochschule muss deshalb vor allem auch unter dem Gesichtspunkt des *Einsatzes neuer Medien* betrachtet werden. Eine wichtige Rolle kommt demnach in Zukunft dem *Multimediamanagement* zu, das in enger Kooperation mit den in Forschung und Lehre tätigen Fakultäten die folgenden Aufgaben beinhaltet:

- die Entwicklung von multimedialen Lehr- und Lernmodulen bzw. die Übernahme und Anpassung externer Materialien
- die Entwicklung von vollständigen multimedialen Studien- und Fernstudiengängen
- die Entwicklung und Anpassung multimedialer Fort- und Weiterbildungsangebote
- die Qualifizierung der Hochschulangehörigen in Forschung und Lehre hinsichtlich technischer, aber vor allem methodischer Medien- und Informationskompetenz

Das Multimediamanagement an der Hochschule muss organisiert werden – entweder über eine zentrale Betriebseinheit oder durch kooperierende dezentrale Einheiten (virtuelles Kompetenzzentrum). In der Universitätsmedizin sind ggf. eigenständige Einrichtungen zur Betreuung der kostenintensiven Trainingssysteme (Simulatoren) sowie der sehr kosten- und pflegeintensiven fallbasierten eLearning-Systeme einzurichten.

Studierende sind vor allem aus der Oberstufe des Gymnasiums die intensive Nutzung alternativer und nicht wissenschaftlich qualitätsgesicherter Dienste, wie z. B. Wikipedia, gewohnt. Für die Hochschule entstehen dabei drei wichtige Aufgabenstellungen:

- Zu Beginn des Studiums muss den Studierenden der prinzipielle Unterschied zwischen solchen informellen und wissenschaftlich qualitätsgesicherten Informationen vermittelt werden.
- Die durch die informellen Dienste gelieferten Angebote müssen als komplementäre Informationsquellen in die Lehre mit einbezogen werden, allerdings unter Berücksichtigung ihres informellen Charakters.
- Die alternativen Angebote sowie die Angebote der Unterhaltungsindustrie, z. B. Computerspiele, setzen bei künftigen Studierenden Qualitätsstandards hinsichtlich der Präsentation von Information. Hochschulen müssen ihre eigenen Angebote, z. B. von Lehrmaterialien, soweit professionalisieren, dass sie in der Lage sind, mit diesen Standards Schritt zu halten.

### **3.2.4 Integration von Verwaltungsprozessen**

Der Ansatz zur Gesamtkonzeption einer IT-Versorgung enthält auch die *Integration* von *Abrechnungs- und Verwaltungssystemen* (Studentenverwaltung, Vorlesungs- und Stundenpläne, Prüfungsverwaltung, Personalverwaltung, Facility-Managementsysteme, Haushaltsüberwachungssysteme), die nicht primär der Forschung und Lehre dienen, diese aber wesentlich unterstützen.

Hierdurch wird sichergestellt, dass beispielsweise das System für die Planung von Lehrveranstaltungen neben den inhaltlichen Verknüpfungen noch weitere organisatorische Hilfen bieten kann, indem z. B. alle Terminpläne, Hörsaalbelegungen, Ausstattungen der Seminarräume und Hörsäle und Lagepläne online eingesehen und bei Berechtigung auch geändert werden können. Für die richtigen und aktuellen Informationen sind verschiedene Institutionen der Hochschule verantwortlich, die Informationen sollen aber nur an jeweils einer Stelle zusammenlaufen und verantwortlich gepflegt werden. Die enge Verzahnung dieser Systeme mit allen weiteren Informationssystemen ist notwendige Voraussetzung für konsistente und korrekte Daten. Auf die Bedeutung der Authentifizierungsfragen in diesem Anwendungssegment sei auch hier hingewiesen.

Bei der Integration der Verwaltungsprozesse in die IT-Versorgung ist insbesondere die Hochschulverwaltung gefordert, deren erhöhten Sicherheitsbedürfnissen durch den Einsatz geeigneter Verfahren entsprochen werden sollte.

### **3.3 Dienstleistungsinfrastruktur**

Die IT-Dienstleistungsinfrastruktur umfasst die personellen und maschinellen Leistungen, die für die digitale Informationsversorgung und -verarbeitung, die digitale Kommunikation sowie den Einsatz neuer Medien in allen Organisationseinheiten der Hochschule erforderlich sind. Sie erstreckt sich somit auf Forschung, Lehre, Studium und Verwaltung innerhalb der Fakultäten mit ihren Instituten und Einrichtungen sowie auf die betrieblichen Abläufe im Hochschulrechenzentrum, im Rechenzentrum der Universitätsmedizin, in der Hochschulbibliothek und in der Hochschulverwaltung.

Die maschinellen Leistungen beziehen sich unmittelbar auf die Bereitstellung der Informationstechnik, insbesondere der Hardware und Software von Rechner- und Kommunikationssystemen (siehe Kapitel 4). Die personellen Leistungen bestehen im Wesentlichen aus Dienstleistungen im Zusammenhang mit Planung, Beschaffung, Installation, Nutzung und dem Betrieb der gesamten Informationstechnik der Hochschule.

Strategisch wichtige Dienstleistungen müssen in der Hand der Hochschule verbleiben, da nur so eine Profilierung im Wettbewerb möglich ist. Ansonsten kann und sollte bei Dienstleistungen auch über Fremdbezug nachgedacht werden, vor allem, wenn dadurch eine höhere Wirtschaftlichkeit erreicht werden kann. Doch darf dabei eine Grundkompetenz nicht aufgegeben werden, die erforderlich ist, um die Qualität und die Zukunftssicherheit der von außen bezogenen Dienste kompetent beurteilen zu können.

Wichtige Dienstleistungen in diesem Zusammenhang sind:

- Planung, Aufbau und Betrieb des Hochschulnetzes
- der Betrieb von Übergängen zu externen Netzen
- Konzeption und Betrieb von hochschulweiten Diensten (z. B. Sicherheitslösungen, PKI, Archivierung, Mailrelais, Serverhosting)

- die Deckung von Rechenbedarf der Institute und Fakultäten durch vernetzte Rechner oder Hochleistungssysteme, der teil- oder zeitweise nicht durch eigene Ressourcen befriedigt werden kann
- der effektive Betrieb von Prozessoren, die Fakultäten, Instituten oder Projektverantwortlichen gehören
- Test und Beratung bei neuen Informationstechnologien
- Beratung in Hardware- und Softwarefragen vor allem im übergreifenden Bereich
- Vorbereitung von hochschulweiten IT-relevanten Rahmenkonzepten

Als tragendes Element der IT-Versorgung der Hochschule auf der zentralen Infrastrukturebene ist daher ein modern weiterentwickeltes Hochschulrechenzentrum im Sinne eines umfassenden Zentrums für IT-Services erforderlich. Vom Grundsatz her hat das IT-Servicezentrum die übergreifenden personellen und maschinellen IT-Leistungen für alle Versorgungsbereiche zu erbringen bzw. zu organisieren. Darüber hinaus ist es *operativ ordnend* für das dezentral verteilte kooperierende IT-System verantwortlich. Dieses IT-Servicezentrum stellt vor allem ein Dienstleistungs- und Kompetenzzentrum für alle Belange der Infrastruktur zur Informationsversorgung und -verarbeitung, zur digitalen Kommunikation und zum Einsatz neuer Medien dar. Es ist das Zentrum eines ansonsten dezentral verteilten kooperativen Systems zur Erbringung von IT-Dienstleistungen.

Die oben genannten IT-Serviceteams arbeiten fachlich eng mit dem Zentrum zusammen und realisieren somit die kooperative Versorgungsstruktur. Oder anders ausgedrückt: Unter arbeitsteiliger Mitwirkung der Fakultäten der Hochschule und der operativen Führung einer zentralen Serviceeinrichtung sollen künftig sämtliche IT-Dienstleistungen organisiert werden. Das kooperative, an zentralen und dezentralen Aufgaben orientierte Versorgungssystem macht es erforderlich, dass sowohl zentrale, hochschulumfassende als auch dezentrale, auf einzelne Nutzer oder Nutzergruppen ausgerichtete Leistungen erbracht werden, die jeweils in Form maschineller und/oder personeller Leistungen erfolgen.

Im Einzelnen umfassen diese Leistungen:

- Planung, Installation, Betrieb, Beratung sowie Wartung bzw. Pflege von Hardware- und Softwaresystemen innerhalb des IVZ
- Unterstützung solcher Aufgaben auf dezentraler Ebene im Rahmen des gesamten Kommunikationsnetzes und des IT-Gesamtsystems
- Beratung und Unterstützung bei der Lösung von fachspezifischen Anwendungsproblemen auf der dezentralen Ebene

Zu den weiteren Erfordernissen zählen die Kooperation mit direkt oder indirekt vergleichbaren Einrichtungen anderer Hochschulen, die fortlaufende Informationsbeschaffung über neueste Entwicklungen in der Informationstechnologie, die Unterstützung der Hochschulleitung und der Beschaffungsabteilungen in der Hochschulverwaltung in allen Fragen von digitaler Information, Kommunikation und neuen Medien.

### **3.4 Rationalisierungspotenziale**

Zur Rationalisierung durch Kompetenzbündelung trägt in erster Linie der wirtschaftlichere Personaleinsatz in den Versorgungsbereichen bei. Indem auf der Ebene der größeren fachbezogenen Struktureinheiten (Fakultäten, Fachbereiche, Sektionen, große Institute) die personellen Kompetenzen in den IT-Serviceteams gebündelt werden, können freigesetzte personelle Kapazitäten wieder vermehrt den originären Aufgaben in Forschung und Lehre oder auch neuartigen IT-relevanten Aufgaben zugeführt werden.

Der weitgehend dezentrale Betrieb von Arbeitsplatzrechnern und Servern bis auf die Ebene der einzelnen fachbezogenen Struktureinheiten geschieht in der Regel mit zu knapper Personalkapazität. Urlaubs- und Krankheitsvertretungen sind oft nicht vorhanden, das Wissen um neue Softwareentwicklungen (Problem- und Sicherheitspatches, neue Versionen usw.) kann nicht Schritt halten. Das führt zu einer weiteren Heterogenisierung der Systeme und einer wachsenden Isolierung der einzelnen Betriebsinseln. Dazu kommt der schwer zu vermeidende Know-how-Verlust durch die an den Hochschulen übliche hohe Personalfuktuation.

Der hohe Grad an Dezentralisierung der IT-Betriebsorganisation bedingt überdies einen vermeidbaren Parallelaufbau von betriebsrelevanter Infrastruktur (Aufstellung, Klimatisierung/Belüftung, Netz- und Stromversorgung). Eine Dienste-Zentralisierung ermöglicht Rationalisierungseffekte durch eine einfacher zu koordinierende Beschaffung von Hardware und Software, die gleichzeitig und zusätzlich mit zugehörigen Konsolidierungsbetrachtungen einhergehen kann und sollte. Hinzu kommt das konsequentere und weiter reichende Lizenzmanagement bezüglich der eingesetzten Softwaresysteme.

Die positiven Effekte liegen auf der Hand: Die Verzahnung des Personals des IT-Servicezentrums mit den dezentralen IT-Serviceteams führt zu höherer Verfügbarkeit der Personalressourcen und mehr Verlässlichkeit der Dienstleistungen. Da alle Systeme von der Planung bis zur Einbettung in die Betriebskonzepte gut aufeinander abgestimmt sind, ergeben sich größere Ausfallsicherheit und höhere Verfügbarkeit der Systeme und damit mehr Stabilität und Robustheit des IT-Gesamtsystems. Nicht zuletzt ermöglicht die vorgeschlagene Versorgungsstruktur, dass sich alle wesentlichen Geschäftsprozesse IT-gestützt durchgängig und integriert abwickeln lassen.

Im Zuge der Dienste-Zentralisierung kann dem Schutz personenbezogener Informationen oberste Priorität in besonderer Weise eingeräumt werden. Der Bereich Sicherheit macht die Vorteile eines hochschulweiten Konzeptes in besonderer Weise deutlich. Eine integrierte IT-Struktur ist Voraussetzung dafür, die hochschulweite Datensicherung ordnungsgemäß und verlässlich durchzuführen; sie wird deshalb in Kapitel 4 ausführlich behandelt. Zugehörige Maßnahmen beinhalten die regelmäßige, automatische und zentrale Sicherung vorhandener Serversysteme und wichtiger Arbeitsplätze. Auch die Realisierung eines entsprechenden Notfallkonzeptes gehört zum Kontext der Datensicherung.

Zur Realisierung der vorgeschlagenen IT-Struktur wird den Hochschulen empfohlen, im Rahmen ihrer regelmäßigen Struktur- und Entwicklungsplanungen auch einen spezifisch auf IT-Versorgung ausgerichteten hochschulweiten Entwicklungsplan zu erarbeiten bzw. fortzuschreiben. Möglichst zeitnah ist ein Migrationsplan zu entwickeln, der ggf. in Stufen umgesetzt wird und bereits in den vorhandenen Strukturen eine intensivere und verbindliche Form der Kooperation zwischen den Versorgungsbereichen vorsieht. Zum IT-Entwicklungsplan gehört auch die Einführung eines Systems, das valide Daten zur Steuerung von Dienstleistungsprozessen erfasst und bereitstellt. Voraussetzung dafür ist ein alle IT-Dienste

umfassender Produktkatalog, der auch eine quantitative Beurteilung der Kosten des IT-Systems ermöglicht, auch der Kosten für die dezentralen Dienstleistungsprozesse.

Für die Steuerung und das Controlling des integrierten IT-Systems ist es darüber hinaus notwendig, die gesamten Kosten aller Dienstleistungsprozesse zu ermitteln. Entsprechende Kostenrechnungen – also Personalkosten, Sach- und Investitionskosten, Abschreibungen, Raumkosten, Energiekosten und Wartungskosten sowohl für die zentralen als auch dezentralen IT-Dienstleistungen – können qualifiziertere Aussagen über die IT-Gesamtkosten der Hochschule liefern und erlauben damit eine Abschätzung über das Gesamtbudget im IT-Bereich.

Auf der operativen Verantwortungsebene sollten insbesondere auch Outsourcing- und Cosourcing-Möglichkeiten für IT-Services verfolgt werden. Hierunter ist einerseits zu verstehen, dass bestimmte Dienste und Leistungen von außen bezogen werden (Import). Andererseits sollten sich die Hochschulen aber auch überlegen, wie sie sich an dem Angebot von Leistungen aktiv beteiligen können (Export). Letztlich sollten Verbundlösungen entstehen, bei denen gemeinschaftlich nutzbare Dienste und Leistungen erbracht werden. Hierfür bieten sich unter anderem Themen wie die Datenspeicherung im Sinne von Backup-/Archivservices in einem gemeinschaftlich genutzten per Roboter automatisierten System oder die Ausgestaltung eines regional gestalteten Storage Area Networks für gemeinschaftlich nutzbare Fileservices an.

### **3.5 Universitätsmedizin**

Die in diesen Empfehlungen gemachten Aussagen gelten grundsätzlich für alle Bereiche der Hochschulen – so auch für die Universitätsmedizin. Im Text wird an einigen Stellen auf deren Besonderheiten hingewiesen. Im Rahmen des Integrierten Informationsmanagements erscheint es besonders wichtig, dass die *technologischen Basisdienste hochschulweit* betrieben werden. Es ergibt keinen Sinn, die historische Abgrenzung zwischen medizinischen und Universitätsrechenzentren bei den Basisdiensten aufrechtzuerhalten. Der Umfang der IT-Infrastrukturen in der Universitätsmedizin ist etwa vergleichbar mit dem der Hochschulrechenzentren.

Für neue Lösungen im Rahmen des Integrierten Informationsmanagements müssen übergreifend gestaltete Basisdienste höchst performant auf der Grundlage von Servicelevel-Übereinkünften betrieben werden. Die bereits bestehenden Lösungen an verschiedenen Standorten zeigen, dass die Verschränkung zwischen den medizinischen und wissenschaftlichen Rechenzentren ökonomisch und effizient funktionieren kann.

Die Hochschulmedizin wird wohl als erste davon betroffen, dass sich ein Paradigmenwechsel bei den IT-Diensten abzeichnet, der von der etablierten Client/Server-Architektur hinführt zu einer *serviceorientierten Architektur (SOA)* mit Kommunikation über Webservices auf der Basis internationaler Standards. Die grundsätzlichen Vorteile stehen außer Frage, vor allem bei unternehmensübergreifender Kommunikation. Allerdings kann nicht genau vorhergesagt werden, wann die SOA und die darauf aufbauenden Systeme für den routinemäßigen Einsatz in Unternehmen reif sind. Im Geltungszeitraum der Empfehlungen dürfte die SOA allerdings etabliert werden.

Im Moment sind folgende Punkte noch zu bedenken und im Rahmen der strategischen IT-Planungen zu berücksichtigen:

- SOA führt architekturbedingt zu wesentlich höherem Bedarf an Rechnerleistung.  
Bei SOA verbraucht die Middleware gegenwärtig bis zu 80 % der Systemressourcen

und lässt nur noch 20 % für die Businesslogik übrig. Daraus resultieren erhebliche Zusatzinvestitionen.

- Die bestehenden Systeme und deren organisatorisches Umfeld müssen aufwändig migriert werden. Der Migrationsaufwand erweist sich als erheblich größer – sowohl in finanzieller als auch zeitlicher Hinsicht – als ursprünglich angenommen. Führende Hersteller gehen davon aus, dass die Transformation auf eine serviceorientierte Architektur erst Ende 2007 abgeschlossen ist.
- Der Gewinn an Flexibilität durch fein granulierte Dienste wird mit einem deutlich erhöhten Wartungsaufwand erkauft; die Optimierung der Prozessabläufe wird deshalb im Verhältnis zur technischen IT-Leistung immer wichtiger – ebenso die Analyse der Wirtschaftlichkeit über längere Zeiträume. Je nach Ausgestaltung des Benutzerinterfaces werden die bisher installierten Peripherien zu ersetzen sein.
- Die erhoffte Herstellerunabhängigkeit ist bei der SOA bisher noch nicht gegeben.
- Es entstehen Sicherheitsrisiken durch die Verwendung von Webservices.

Die Vorteile dieser Technologie sind allerdings beeindruckend: ließe sich doch der Umfang des technischen Betriebs weiter reduzieren zugunsten von anwendungsrelevanten Aufgaben.

In der Universitätsmedizin steht in den nächsten Jahren die *Verknüpfung von klinischen Arbeitsplatzsystemen mit Primärdatensystemen* (Labor, Bild- und Biosignal- sowie genomischen Daten) an. Während in der Vergangenheit die geordnete Speicherbarkeit dieser Daten im Vordergrund stand, werden zukünftig vier andere Aspekte eine zentrale Rolle spielen:

- Für die Präsentation dieser unübersehbaren Datenflut müssen geeignete wissenschaftsbasierte Algorithmen entwickelt, implementiert und gewartet werden, da sonst die Menge der Daten für den einzelnen Entscheider nicht mehr beherrschbar ist. In diesen Kontext gehören auch Modellberechnungen für verschiedene Entscheidungsvarianten. Dennoch müssen die Prozesse überschaubar bleiben – auch für die Information von Patienten.
- Die Präzisierung der Terminologie bleibt bei immer stärker vernetzten Systemen besonders wichtig. Dies erfordert den umfassenden Einsatz von Ontologiefunktionen in allen klinischen Systemen.
- Die ständig steigenden Kosten des klinischen Informationsmanagements machen es bei gelöstem Ontologieproblem erforderlich, Daten für Zwecke der Forschung verfügbar zu machen. Dies bedeutet den standardisierten Einsatz von Pseudonymisierungsdiensten, die den Regeln der Datenschützer entsprechen.
- Die klinischen Arbeitsplatzsysteme werden an Mächtigkeit zunehmen (bisherige Entwicklungszeit von circa 1000 Personenjahren pro System). Es ist zu erwarten, dass nur wenige Hersteller international überleben werden. Auswahl, Beschaffung und Betrieb dieser Systeme ist nur bei entschlossenem Reengineering der klinischen Abläufe in Richtung der neuen Reformgesetze, höherer Patientensicherheit usw. sinnvoll. Beschaffung und Einsatz dieser Systeme sind von fundamentaler Bedeutung, weil die Universitätsmedizin der Zukunft erst durch diese Systeme überhaupt noch zu erbringen ist – sie werden deren Lebensnerv.

Die Ausführungen lassen erkennen, warum die Aspekte des Integrierten Informationsmanagements in der Universitätsmedizin noch dringender sind als in anderen Bereichen der Hochschulentwicklung. Ohne CIO-Funktionalität und IT-Controlling ist diese Entwicklung nicht beherrschbar.

## 4 IT-Systeme

Den in den vorigen Kapiteln diskutierten Themenkreisen der Prozesssicht sowie der Dienst-Architektur und Versorgungsstruktur kommt eine wachsende Bedeutung im Rahmen der Planung und Gestaltung von IT-Versorgungsstrukturen an Hochschulen zu. Doch der Bereich der IT-Systeme, also insbesondere der einzusetzenden Hard- und Software, bildet nach wie vor deren technische Grundlage. Das immer stärkere Zusammenwachsen von Telekommunikationsdiensten und Datenkommunikation hat zu einer noch weiteren Bedeutungssteigerung für die Netze und die darauf basierenden verteilten Systeme geführt.

Bei den Rechnern ist eine weiter zunehmende Substrukturierung der Leistungspyramide zu konstatieren, wie die wachsende Nutzung und Vielfalt mobiler Geräte am unteren Ende sowie die derzeitige Initiative zur Einrichtung europäischer Höchstleistungsrechenzentren am oberen Ende zeigen. Auch bei den Servern jenseits der reinen Computerserver ist eine stärkere funktionale Differenzierung zu beobachten. Schließlich fällt in den Bereich der IT-Systeme auch der Komplex Software, der im Rahmen von IT-Beschaffungen an Hochschulen inzwischen einen signifikant hohen Anteil ausmacht.

### 4.1 Netze

Die enormen Fortschritte in der Kommunikations-, Computer- und Softwaretechnik lassen verteilte kooperative Verarbeitung Wirklichkeit werden. Neue Dienste wie interaktive Multimediakommunikation werden möglich. Ein Zusammenwachsen von Telekommunikationsdiensten wie Telefon oder Fax einerseits und Datenkommunikation andererseits ist unübersehbar. Dies zeigen die Entwicklungen von Voice over IP (VoIP), Voicemail, Videokonferenzen oder die Kopplung von Telefonie-Infrastrukturen über das Deutsche Forschungsnetz und das Internet. Hieraus resultiert ein signifikanter Bedeutungszuwachs für Netze und die darauf aufgebauten verteilten Systeme. Verteilte kooperative Systeme können aber durch die isolierte Betrachtung der sie konstituierenden Einzelkomponenten allein nicht adäquat bewertet werden.

Erforderlich ist vielmehr eine stärker ganzheitliche Betrachtung. Dies betrifft sowohl die Ausbalanciertheit der Komponenten (Endgeräte und Netz) als auch das Zusammenspiel der Komponenten eines verteilten Systems (Betriebskonzept). Das Herzstück eines jeden verteilten Systems ist dabei fraglos das Netz. Als Basisinfrastruktur muss es hinreichend und durchgängig leistungsfähig sein, um die jetzigen ebenso wie die sich abzeichnenden Kommunikationsdienste und verteilten Systeme bzw. Anwendungen unterstützen zu können. Die Netzinfrastuktur umfasst dabei die lokalen und hochschulinternen Bereiche, die überregionale Vernetzung sowie den Zugang zu internationalen Netzen. Durch die verstärkten Aktivitäten im Bereich des Grid Computing kommt dem Zugang zu internationalen Netzen eine hohe Bedeutung zu.

Vielfach werden die bei Zusammenführung von Daten- und Telekommunikation nutzbaren Synergiepotenziale nicht erkannt, weil der Bereich Telekommunikation historisch dem Technikbereich der Verwaltung zugeordnet ist. Dabei werden Planung und Betrieb der Telekommunikationsinfrastruktur üblicherweise als Teil des Gebäudemanagements betrachtet. Eine kosteneffiziente Mitnutzung der parallel dazu von den Rechenzentren aufgebauten Datenkommunikationsinfrastruktur zur Telekommunikation scheidet zumeist schon an noch organisatorisch begründeten Abgrenzungen. Mit der breiteren Verfügbarkeit

ausgereifter, stabiler VoIP-Technologien ist eine Ablösung klassischer Telekommunikationsanlagen durch Migration auch im Hochschulbereich absehbar. Bei der Planung der Migration ist auf möglichst hohe Herstellerunabhängigkeit zu achten. Netzkomponenten mit für VoIP benötigten Eigenschaften sollten genauso wie Redundanzaspekte bei Ausbau oder Erneuerung von Netzinfrastrukturen dann Berücksichtigung finden, wenn auch entsprechende Planungen für eine Migration vorliegen. Die erfolgreiche Gestaltung dieses Übergangs erfordert eine klare Zuordnung von Verantwortung und damit in der Regel eine Justierung der betreffenden Organisationsstruktur im Sinne der in Kapitel 2 dargelegten Leitlinien.

Twisted Pair ist derzeit die kostengünstigste Variante und gut an die Gegebenheiten von Standardendsystemen angepasst (10/100/1000-TP-Anschluss auch an Laptops, Fernspeisung von VoIP-Hardphones). Gigabit-Ethernet für Endsysteme ist auf diese Weise wirtschaftlich flächendeckend möglich. LWL (Fibre-to-the-Desk) ist dann notwendig, wenn überdurchschnittliche elektromagnetische Störeinflüsse vorliegen oder wenn die Entfernungen über den Vorgaben der anderen Technologien liegen. In allen Fällen sollte die Entscheidung von einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung abhängig gemacht werden, die auch auf die jeweilige Endgerätesituation eingeht. Die Technologie zum Anschluss der Endsysteme ist auf die Rahmenbedingungen der konkreten Situation abzustimmen, wobei es an einer Hochschule typischerweise mehrere Konstellationen geben wird. Herstellerabhängigkeiten sind möglichst zu vermeiden, mindestens aber auszuweisen.

Die Wireless-LAN-Technologie (WLAN) sowie andere Techniken zur Mobilkommunikation bieten attraktive Flexibilisierungsperspektiven für die Netzgestaltung, sei es in Ergänzung zum existierenden Festnetz oder eigenständig als Festnetzalternative in dediziertem begrenztem Rahmen (jedoch mit Internet-Anbindung) oder zur Anbindung von Außenstellen über Punkt-zu-Punkt-Brücken. Existierende Anwendungen können dabei komfortabler durch ortsunabhängige, mobile Arbeitsplätze genutzt werden. Die Kombination drahtloser und leitungsgebundener Konnektivität eröffnet ein erhebliches Innovationspotenzial in zahlreichen der in Kapitel 3 dargestellten hochschulrelevanten Bereiche. WLANs stellen eine Lösung primär für mobile Arbeitsplätze dar; sie kommen jedoch auch für stationäre Arbeitsplätze mit begrenzten Ansprüchen an Summenbandbreite und an Sicherheit in Frage. Üblicherweise ist eine Leitungsinfrastruktur zur Verbindung der WLAN-Zellen (mit Stromversorgung) vorzusehen, ein vollständiger Verzicht auf eine Leitungsinfrastruktur darf nur in Ausnahmefällen in Betracht gezogen werden.

Bei der Planung der aktiven Netzkomponenten sind bezüglich Redundanz und Gerätwahl folgende Gesichtspunkte wichtig:

- In Netzen mit reinen Datendiensten reicht in der Regel geringfügige Redundanz im Backbone-Bereich aus. Je Gerätetyp sollte mindestens ein Gerät bzw. ein Modul mehr als unbedingt notwendig vorhanden sein. Die zusätzlich vorhandenen Geräte können im Normalbetrieb zur Verbesserung der Performance eingesetzt werden. Im Kernbereich sollte bei Ausfall eines Gerätes eine möglichst automatische Umschaltung auf Ersatzgeräte erfolgen. Eine interne doppelte Auslegung der Geräte ist jedoch, abgesehen von der Stromversorgung, auch im Kernbereich in der Regel nicht erforderlich.
- Nur bei Betrieb von Diensten mit höchsten Verfügbarkeitsansprüchen oder wenn außergewöhnliche Sicherheitsansprüche (z. B. BSI-Sicherungsstufe *sehr hoch*) bestehen, kann eine durchgängige doppelte Auslegung aktiver Komponenten angemessen sein. Da solche Bereiche in der Regel abgrenzbar sind, ist die hohe Redundanz hierauf zu beschränken. Normale Sicherheitsbedürfnisse lassen sich durch verschlüsselte virtuelle Netze besser befriedigen.

- Die Implementierung aufwändiger Ressourcen-Managementsysteme erscheint entbehrlich, da die Bewirtschaftung des Mangels meist erheblich kostenintensiver ist als die Erhöhung der Bandbreite im Backbone-Bereich durch Austausch der Anschlüsse in den Endgeräten. Lediglich bei laufzeitsensitiven Anwendungen wie VoIP kann eine pauschale Reservierung von Bandbreite nötig sein.
- Im Kernbereich ist der Einsatz modularer Geräte sinnvoll. Deren Funktionalitäten (außer Switching auch Zusatzfunktionen wie z. B. Routing, Firewall oder Intrusion Detection) sollten dann überall dort auch mitgenutzt werden, wo es notwendig ist. Sofern der vorgesehene Hersteller aktiver Komponenten preiswerte *stackable* Switches für den Bereich von Gebäude- und Access-Switches anbietet, sollte deren Einsatz geprüft werden. Gesichtspunkte wie hohe Port-Dichte, Verwendung verschiedenartiger Übertragungsmedien o. Ä. können auch den Einsatz spezieller modularer Geräte für den Access-Bereich rechtfertigen.
- Eine Absicherung der Niederspannungsversorgung ist zu berücksichtigen. Dabei reichen in der Regel unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV) aus. Ebenso ist für eine hinreichend abgesicherte Klimatisierung Sorge zu tragen. Bei USV und Klimatisierung ist eine ausreichende Überwachung ggf. mit Alarmfunktion vorzusehen.
- Beim Aufbau von Funknetzen und bei der Realisierung von VoIP ist die Fernversorgung der geplanten Systeme über die Datenleitungen (Power over Ethernet, IEEE 802.3af) zu berücksichtigen. Dies gilt in besonderem Maße auch für sämtliche betroffenen Etagenverteiler. Statt der hier üblichen Ausstattung mit klassischen USV-Systemen (Gleichrichter/Batterie/Wechselrichter) kann der Einsatz einer batteriegepufferten DC-Versorgung (48-Volt-Technik) eine interessante Alternative sein.
- Es ist darzulegen, wie sich die geplanten aktiven Komponenten sowie die erforderlichen Überlegungen bezüglich Netzsicherheit in das Netzkonzept und den Netzentwicklungsplan der Hochschule einfügen und mit welchen Geräten die angestrebten Ziele nach heutigem Stand der Technik erreicht werden sollen, auch wenn bei mehreren Ausbauphasen zu erwarten ist, dass sie zum konkreten Beschaffungszeitpunkt durch entsprechende andere Geräte auf dem dann aktuellen Stand ersetzt werden.

## 4.2 Rechnersysteme

Der Betrieb einer modernen Hochschule erfordert die Verfügbarkeit von bzw. den Zugang zu Rechnersystemen aller Typ- und Leistungsklassen. Während in den vorangehenden Kapiteln Aspekte der Betriebs-, Versorgungs- und Netzkonzepte beleuchtet wurden, werden im Folgenden auf die Anforderungen an die Rechner selbst thematisiert.

### 4.2.1 Arbeitsplatzrechner für Studierende

Für die Versorgung der Studierenden ist eine Infrastruktur notwendig, die die Online-Nutzung der für administrative Zwecke, Lehre und Forschung (etwa im Rahmen von Projekten) relevanten Dienste sichert (siehe Kapitel 3). Hierfür sind auf Lehrstuhl-, Instituts- und Fakultätsebene Rechnerpools zu schaffen, die durch ein hinreichendes Angebot an Anschlüssen für tragbare Geräte (sowohl drahtlose wie auch breitbandige Netzzugänge) ergänzt werden können. Für die Finanzierung der Rechnerpools können das erfolgreiche Computer-Investitions-Programm (CIP) oder auch das Wissenschaftler-Arbeitsplatzrechner-

Programm (WAP) eingesetzt werden. Ersteres ist für die Grundausbildung Standard, Letzteres kommt insbesondere bei forschungsnaher Lehre (Abschlussarbeiten usw.) in Frage.

Es wird empfohlen, die Betreuung der Rechnerpools in ein hochschulweites Betriebskonzept einzubinden. Gestaltungs- und Betriebskonzepte für solche Rechnerpools sind derzeit stark im Wandel. Dabei lassen sich durchaus gegenläufige Entwicklungen beobachten. Einerseits etwa geht der Trend weg von gebündelten PC-Arbeitsplätzen hin zu Notebook-Bereichen mit hinreichenden Anschlussmöglichkeiten, andererseits erfordern Entwicklungen wie Online-Prüfungen durchaus die Verfügbarkeit von Pools im konventionellen Sinne. Hier wird Flexibilität gefragt sein, wobei klar sein muss, dass nicht alle denkbaren Konstellationen HBFK-konform sind.

#### **4.2.2 Arbeitsplatzrechner für Wissenschaftler**

Für Wissenschaftler können Arbeitsplatzrechner im Rahmen des WAP beantragt und 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 Fakultätsserver für zentrale Dienste ergänzt werden müssen. Hierdurch muss ein Synergieeffekt entstehen. Für den Betrieb sind geeignete Konzepte zu entwickeln.

Die große Mehrzahl der Aufgaben kann heute mit Hilfe kostengünstiger PCs bewältigt werden. Durch den sich abzeichnenden Übergang zu 64-Bit-Architekturen werden Performance-Nachteile sowie die typischen Engpässe beim Speicherzugang zumindest für Standardanwendungen zumeist der Vergangenheit angehören. Der Einsatz von Hochleistungs-Workstations – sofern überhaupt noch verfügbar – ist somit nur mehr in Ausnahmefällen angezeigt (spezielle Software- oder Grafikanforderungen); er muss in jedem Fall fachspezifisch begründet werden. Bei PC-Beschaffungen wird aus Gründen der Zuverlässigkeit und des Wartungsaufwands der Einsatz hochwertiger Komponenten empfohlen. Die etwas höheren Preise bei Markenfabrikaten machen sich häufig bezahlt, insbesondere bei Speichermodulen. Bei den Prozessoren ist die höchstmögliche Taktrate selten erforderlich.

Eine weitergehende Leistungssteigerung erreicht man meist durch größeren Hauptspeicher ausbau. Ein GByte Hauptspeicher sollte für Wissenschaftler-Arbeitsplatzrechner das Minimum sein. Ein günstiges Preis-Leistungs-Verhältnis kann oft 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 offen gelegten 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.

#### **4.2.3 Mobile Rechner**

Heute steht eine große Vielfalt mobiler Komponenten zur Verfügung, die in entsprechenden Projekten neue Möglichkeiten eröffnen und Impulse für Innovationen geben können. Es liegt in der Natur solcher mobilen Komponenten, dass sie nur gelegentlich eine funktionelle Einheit mit einer übergeordneten stationären Anlage bilden können. Diese temporär funktionelle Einheit, in Verbindung mit der Mobilität der Komponente kann aber wesentlich für das Erreichen des projektspezifischen Synergieeffekts sein. Im Interesse des innovativen Potenzials für die wissenschaftliche, wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung ist es

daher unverzichtbar, beim Nachweis der Großgeräteeigenschaft einer Anlage im HBF-G-Sinne auch solche Synergieeffekte zuzulassen, die durch den Einsatz mobiler Komponenten zustande kommen, unabhängig von der Selbstständigkeit der mobilen Komponenten.

Falls nutzungsspezifische Erfordernisse dies verlangen, können in diesem Sinne insbesondere auch Notebooks Komponenten eines Großgeräts sein. Es ist allerdings wesentlich, dass die gelegentliche funktionelle Einheit mit Servern für Speicherdienste, Softwarebereitstellung, Compute-Leistung usw. als Notwendigkeit besteht. Auf welchem physikalischen Wege diese funktionelle Einheit hergestellt wird, spielt jedoch keine Rolle. Sie kann vom Dienstzimmer des Wissenschaftlers aus erfolgen, vom Hörsaal, aus dem Konferenzzimmer, vom Heimarbeitsplatz aus oder von einem beliebigen Zugangspunkt über das Internet. Mobile IT in diesem Sinne sollte künftig von den Hochschulen unterstützt werden.

#### 4.2.4 Lokale Computeserver

Die Wissenschaftler-Arbeitsplatzrechner sollten auf inhaltlich zusammenhängender Ebene Cluster bilden und durch lokale Server für zentrale Aufgaben ergänzt werden. Hierzu gehören z. B. Computeserver (im Folgenden behandelt), aber auch Software-, Daten-, Backup- oder andere Server (siehe Kapitel 4.3). In den meisten Fällen sind heute auch hier PC-basierte Systeme Standard und ausreichend. Je nach Anwendung und vorhandener Software können auch Mehrprozessorsysteme notwendig sein; dabei müssen aber die Mehrkosten sachlich begründet sein.

Für sehr rechenintensive Nutzungsszenarien in Forschung und Lehre können auch dezentrale Computeserver mit Kosten von bis zu circa 500.000 € 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. Sie können zentrale Hoch- und Höchstleistungsrechner ergänzen und somit entlasten. Beschaffungen in dieser Größenordnung bedürfen einer besonderen wissenschaftlichen Begründung. Bezüglich des Betriebskonzepts gilt es, entsprechend den örtlichen Möglichkeiten und Anforderungen zwischen dezentralem und zentralem Betrieb abzuwägen (siehe auch Kapitel 3).

In jedem Fall muss aber allen Arbeitsgruppen die ihnen zustehende Mindestrechenleistung jederzeit garantiert werden. Als typische Architektur für solche Computeserver haben sich PC-Cluster etabliert, denen in den meisten Fällen der Vorzug vor größeren Mehrprozessorsystemen zu geben ist. Ausnahmen gibt es beispielsweise im Bereich sehr speicherintensiver Anwendungen. Bei der Leistungsbewertung ist das Zusammenspiel aller Parameter (CPU-Leistung, E/A-Leistung, Latenzzeit und Durchsatz der Vernetzung) zu beachten. Bestimmte Anwendungsbereiche erfordern Programme, 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 Anwendungsserver in einem angemessenen Verhältnis zu den Forschungs- und Lehrbedürfnissen stehen und ob Alternativlösungen für offene Systeme existieren.

Im Hinblick auf die schnelle technologische Entwicklung sollten möglichst leistungsfähige Systeme der neuesten Technologie entsprechend dem aktuell abzusehenden Bedarf beschafft werden. Der Versuch, die Standzeit durch Beschaffung von Systemen mit flexibler Ausbaubarkeit zu verlängern, ist oft nicht sinnvoll. Anstelle der Aufrüstung nach zwei bis drei Jahren ist es meist wirtschaftlicher, neue Systeme zu kaufen und die vorhandenen Systeme für andere Zwecke weiterzunutzen. Die Folgekosten sollten durch Beschaffung von Systemen mit mehrjähriger Garantie niedrig gehalten werden.

In die Wirtschaftlichkeitsberechnung 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. Zeitlich eng begrenzte Lizenzen sind zu vermeiden.

#### 4.2.5 Hochleistungsrechner

Für Hochschulen mit besonders großem wissenschaftlich begründetem Bedarf können auch eigene Hochleistungsrechner mit einem Investitionsvolumen bis zu circa 5 Mio. € beantragt werden. Solche Rechner sollten ggf. in ein landesweites Versorgungskonzept einbezogen werden. Sie sollten auch kleineren Arbeitsgruppen sowie Wissenschaftlern zugänglich sein, für die der Betrieb eines eigenen Computerservers unwirtschaftlich ist, deren Bedarf und Erfahrung aber für die Nutzung der bundes- oder in Zukunft europaweit zugänglichen Höchstleistungsrechner 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 (Landes-) Hochleistungsrechnern mit einem Beschaffungsvolumen von 5-15 Mio. € 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 Computerservern bearbeitet werden können.

Hochleistungsrechner – wie erst recht auch die nachfolgend angesprochenen Höchstleistungsrechner – dienen der unmittelbaren Unterstützung von Forschung, da sie einerseits Gegenstand von Forschung sind, wenn auf ihnen neuartige Lösungsmethoden auf der Basis hoch optimierter Algorithmen entwickelt werden, und andererseits Geräte für die Forschung, wenn mit ihrer Hilfe hoch performante Simulationen zur Lösung von sehr komplexen Problemen durchgeführt werden, die ansonsten nicht erzielt werden können.

#### 4.2.6 Höchstleistungsrechner

Für bestimmte Klassen von Anwendungen, meist aus dem Bereich der numerischen Simulation (auch als *Grand Challenges* bezeichnet), sind Höchstleistungsrechner erforderlich, deren Beschaffungswert zurzeit deutlich oberhalb von 15 Mio. € liegt. Die Verfügbarkeit von Höchstleistungsrechnern gilt als wichtige Voraussetzung für die Wettbewerbsfähigkeit der nationalen Forschung und Technologie. Durch Koordination bei den Beschaffungen muss sichergestellt werden, dass in Deutschland jeweils ein Rechner der neuesten Generation zugänglich ist, der zu den weltweit zehn leistungsfähigsten Rechnern zählen sollte.

Höchstleistungsrechner müssen in das bundesweite Wissenschaftsnetz so integriert werden, dass alle Hochschulen für ihre Forschungszwecke auf sie zugreifen können. 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 System dieser Leistungsfähigkeit unabdingbar benötigen. Sie dürfen nicht für die Abdeckung des Grund- und Hochleistungsrechenbedarfs der Hochschulen herangezogen werden. Der Zugang zu den

Höchstleistungssystemen bedarf daher einer Kontrolle, die insbesondere für längere Läufe den sachgemäßen Gebrauch dieser teuren Ressourcen sicherstellt. Diese Aufgabe kommt den hierfür eingerichteten bzw. einzurichtenden Lenkungsausschüssen der Höchstleistungsrechenzentren zu, die zukünftig auch stärker international besetzt werden sollten.

Neben den inzwischen etablierten Bundeshöchstleistungsrechenzentren besteht dringender Bedarf an entsprechenden, die Rechnerpyramide um ein neues Spitzensegment erweiternden europäischen Zentren. Nur so kann Europa in dieser Schlüsseltechnologie mit den USA und Japan auf Augenhöhe operieren. Dieser Bedarf besteht dabei in Ergänzung zum bisherigen nationalen Konzept; keinesfalls darf er die Bundeshöchstleistungsrechenzentren in irgendeiner Weise ersetzen.

### **4.3 Server und Serverdienste**

Neben Arbeitsplatzrechnern und Hochleistungsrechnern sind leistungsfähige Server erforderlich, die Basisdienste anbieten und ein sinnvolles Arbeiten im vernetzten Umfeld überhaupt erst ermöglichen. Der Ausfall solcher Server hat meist dramatischere Konsequenzen als der Ausfall eines Computerservers. Daher ist beim Betrieb der Server auf hohe Professionalität zu achten; eine Aufstellung in separaten Räumen mit beschränktem Zugang sowie hohe Verfügbarkeit sollten selbstverständlich sein.

#### **4.3.1 Datenhaltung**

Die Gewinnung wissenschaftlicher Daten ist mit einem hohen Aufwand insbesondere an Zeit verbunden. Eine professionelle Datenhaltung und Datenverwaltung ist daher von zentraler Bedeutung. Die Konzentration von Daten auf zentralen Fileservern, die eine hohe Verfügbarkeit und Betriebssicherheit aufweisen müssen, ist der dezentralen, unorganisierten Vorhaltung auf Arbeitsplatzrechnern vorzuziehen. Bei der Konzeption eines Fileserverkonzepts ist die Natur der zu speichernden Daten zu berücksichtigen. Daten, die nur im Prinzip immer verfügbar sein müssen, können auch auf weniger performanten Systemen vorgehalten werden, im Gegensatz zu Daten (aktuelle E-Mail-Dateien), die die Voraussetzung für die aktuelle Arbeit oder Entscheidungsprozesse sind. Generell gilt, dass Plattenspeicherplatz so preiswert geworden ist, dass die traditionelle Mangelverwaltung bei entsprechenden Konzepten nicht mehr zeitgemäß ist.

Automatisierte Backup- und Archivierungslösungen, die von einer leistungsfähigen Einrichtung angeboten werden, sind lokalen Lösungen überlegen und haben den Vorteil einer Datenhaltung an einem anderen Ort. Inwieweit eine zentrale Datensicherung ausschließlich Bandtechnologie einsetzt oder auch Plattenspeicher anbieten sollte, muss in einer Gesamtkostenrechnung entschieden werden. Backupkapazität im Bereich von wenigen Terabyte kann beispielsweise sehr preiswert über Plattensysteme realisiert werden. Derzeit scheint sich die Plattentechnologie schneller zu entwickeln als die Bandtechnologie. Online vorgehaltene Daten sind daher oft günstiger als die Kopien dieser Daten auf Band (Preis pro Gigabyte).

Ein Archivsystem muss auch Konzepte zur Langzeitarchivierung vorsehen. Insbesondere muss festgelegt werden, wie mit Daten umgegangen werden soll, deren formale Besitzer nicht mehr an der Einrichtung arbeiten, deren Nutzung aber für die wissenschaftliche Arbeit der Einrichtung unverzichtbar ist. Moderne Speicherkonzepte (SAN oder NAS) können die Arbeit wesentlich erleichtern und die Betriebssicherheit steigern. Allerdings muss vor dem Einsatz geklärt werden, ob die damit verbundenen höheren Kosten auch gerechtfertigt sind oder ob

nicht doch eine Mischung von Konzepten (SAN und traditionelle, an einem Rechner exklusiv angeschlossene RAID-Systeme) problemangepasster ist.

Ein Datenhaltungskonzept beinhaltet auch eine Katastrophenvorsorge. Dazu gehört nicht nur die Lagerung von Kopien an einem anderen Ort (moderne Datennetze erlauben die automatische Ablage von Kopien bei kooperierenden Einrichtungen), sondern auch die Abschätzung der für einen Restore erforderlichen Gesamtzeit. Die notwendige Zeit zur Wiederherstellung der Daten nach dem Totalausfall eines großen SAN-Systems (beispielsweise nach einem Brand) bedingt, dass über zusätzliche Absicherungskonzepte nachgedacht werden muss (Beispiel: zeitnahe Datenkopien auf preiswerte Onlinespeicher zusätzlich zur Datensicherung in ein Bandsystem).

#### **4.3.2 Kommunikation nach außen**

Eine Reihe von Netzdiensten ist inzwischen von fundamentaler Bedeutung für das Funktionieren einer Einrichtung und für die Wissenschaft selbst; sie dienen jedoch im Regelfall nicht der eigenen wissenschaftlichen Profilierung. Daher ist es sinnvoll, solche Dienste zu zentralisieren. Beispiele hierfür sind Webservices ebenso wie Mailservices. Zentralisierte Mailservices erlauben auch den wirkungsvollen Personal- und Ressourceneinsatz zur Abwehr von Viren und Spam und verhindern damit erheblich dezentralen Zeitaufwand bei der Spam-Entsorgung. Dabei sind aber die rechtlichen Vorgaben einzuhalten, die ein einfaches Unterdrücken von elektronischer Post nicht gestatten. Im Bereich der Wissenschaftsnetze existieren bereits juristisch geprüfte Musterverfahren.

Es kann zweckmäßig sein, dass mehrere Einrichtungen derartige Server entweder gemeinsam betreiben, um Synergieeffekte zu erzielen, oder entsprechende Dienste outsourcen. Neben der rechtlichen Lage (Vertraulichkeit von Daten) sind auch Zusagen bezüglich der Weiterentwicklung von Diensten zu prüfen, damit nicht ein Verharren auf technologisch veralteten Diensten vertraglich erzwungen werden kann. Die sich abzeichnenden Anforderungen der Strafverfolgung an die Nachverfolgbarkeit von Netzaktivitäten erfordern professionalisierte Dienste, die ein Server am Lehrstuhl üblicherweise nicht erbringen kann, aber auch zusätzliche Investitionen im technischen und personellen Bereich.

#### **4.3.3 Wissens- und Medienserver**

Für die Speicherung von Wissen in elektronischer Form und das damit möglich gewordene Wissensmanagement werden Portallösungen und Lehr-/Lernplattformen entwickelt und angeboten. Der Einsatz solcher Systeme wird von den Studierenden inzwischen erwartet, da sie den für die Informationsbeschaffung erforderlichen Zeitaufwand reduzieren. Typische Angebote sind der elektronische Semesterapparat oder der langfristig garantierte Abruf elektronischer Inhalte für geschlossene Benutzergruppen. Solche Inhalte können gescannte klassische Semesterapparate sein, daneben aber auch vermehrt Bild- und Filmdateien bis hin zu Eingabedaten für Lehrsimulationen. Bei der Bereitstellung von Inhalten sind die Bestimmungen der einschlägigen Gesetze, insbesondere des Urheberrechts, zu beachten.

Die Integration der Systeme in das DV-Umfeld ist noch nicht befriedigend gelöst, da die Lernplattformen teilweise vorhandene Strukturen duplizieren (Beispiel: Diskussionsgruppen). Daher muss geprüft werden, welche konkreten Funktionen man in den Tagesbetrieb einführt und von welcher Dauer ein solcher Dienst sein soll.

#### 4.3.4 Server für Verwaltungszwecke

Der Bereich der Verwaltung steht vor der Herausforderung, die vorliegenden Datenbestände zu komplettieren und zu integrieren. Eine typische Anforderung ist die Integration der Baudaten mit dem Raummanagement, dem elektronischen Vorlesungsverzeichnis und der Lernplattform, so dass beim Ausfall eines Hörsaals (Beispiel: Rohrbruch) ein technisch äquivalent ausgestatteter Saal gefunden werden kann und alle Betroffenen automatisch per E-Mail informiert werden.

Da die Daten in diesem Bereich im Regelfall nicht hochdynamisch sind, kann die Integration anfangs auch durch klassische Batch-Prozesse erfolgen. Allerdings muss zuvor klar festgelegt werden, welches System im Einzelfall das führende System einer Datenteilmenge ist. Veränderungen der Daten dürfen nur im jeweils führenden System erfolgen und müssen in den untergeordneten Systemen unterbleiben. Dies lässt sich nur durch organisatorische Maßnahmen erreichen. Bachelor- und Masterstudiengänge erhöhen den Verwaltungsaufwand durch studienbegleitende Prüfungen. Nur durch elektronische Verfahren (Selbstanmeldung, automatische Überwachung der für einen Studiengang notwendigen Prüfungen usw.) kann dieser Aufwand in Grenzen gehalten werden. Allerdings muss auch bei der Erstellung von Prüfungsordnungen der damit verbundene Mehraufwand bei der Programmierung der elektronischen Kontrollverfahren bedacht und finanziert werden.

In der Vergangenheit wurden Verwaltungssysteme zur Automatisierung verschiedener Verwaltungsvorgänge beschafft und eingesetzt, ohne dass die Notwendigkeit einer gemeinsamen Datenbasis erkannt wurde. Inzwischen steigt der Bedarf an einem Datenabgleich zwischen den Systemen, z. B. bei Aktualisierung personenbezogener Berechtigungen bei Personalwechseln. So müssen etwa Schlüssel eingezogen werden, wenn ein Mitarbeiter die Einrichtung verlässt. Der Umstieg auf ein einheitliches, integriertes System kann hier sinnvoll sein, wenngleich ein Systemwechsel häufig einen hohen Aufwand bedeutet. Alternativ kann auch die Synchronisation von Grunddatenbeständen im Hintergrund zwischen den Systemen erfolgen. Allerdings erfordert dies eine Definition der Identifikatoren (Beispiel: Personalnummer) und der relevanten Grunddaten sowie die Festlegung der für die jeweiligen Daten führenden Systeme. Die Disziplin der Mitarbeiter in der Verwaltung, nur in den führenden Systemen die Daten zu verändern, ist dabei eine zentrale Voraussetzung. In der Regel ist ein Echtzeitabgleich der Daten nicht erforderlich.

Die Entwicklung einer solchen serviceorientierten Architektur führt zu einer Steigerung der Benutzerfreundlichkeit. Allerdings sollte bedacht werden, dass hohe Investitionen in eigene Entwicklungen auch hohe Folgekosten zur Folge haben können. Die Erfahrung lehrt jedoch, dass ein moderater Aufwand bei der Datensynchronisation bereits erhebliche Qualitätssteigerungen zur Folge hat. Spätestens hier stellt sich die Frage nach einer einheitlichen Benutzerverwaltung. Die Fülle der de facto vorhandenen Systeme darf nicht zu einer entsprechenden Fülle an erforderlichen Nutzeridentifikationen führen. Im Sinne einer serviceorientierten Architektur müssen sich alle Beteiligten auf ein einheitliches System einigen.

Dabei kann sich eine einheitliche Nutzeridentifikation durchaus auf eine allgemeine Rechteverwaltung beschränken und die Frage der Berechtigung dem einzelnen System überlassen. Immerhin wird dann bereits möglich, dass nach dem Ausscheiden eines Nutzers automatisch allgemeine Rechte entzogen werden können und somit auch lokale Berechtigungen erlöschen. Damit wird der Missbrauch von Berechtigungen nach dem Wegfall des Rechts-/Dienstverhältnisses unterbunden. Die Frage einer einheitlichen Benutzerverwaltung sollte getrennt von der Diskussion um eine Public Key Infrastructure (PKI), da eine PKI zwar eine einheitliche Benutzerverwaltung bedingt, ihr aber nicht gleichzusetzen ist.

## 4.4 Software

In den vergangenen Jahren war bei den einschlägigen HBFVG-Anträgen aller Kategorien (CIP, WAP und Großgerät) ein zunehmender Anteil an Software zu beobachten. In der Tat spielt diese für Betrieb und Nutzung der zuvor angesprochenen Geräte eine immer größere Rolle. Da hierbei typischerweise jeder Einzelfall seine eigenen Charakteristika aufweist und eine standardisierte Vorgehensweise somit nur schwer definiert werden kann, werden an dieser Stelle nur einige generelle Empfehlungen ausgesprochen.

Abhängig vom konkreten Produkt und dem geplanten Einsatzszenario können von Fall zu Fall Einzellizenzen, Mehrfachlizenzen, unlimitierte Campuslizenzen oder gar Landeslizenzen die günstigste Lösung darstellen. Das Potenzial der letztgenannten Alternativen wird jedoch aufgrund vielerorts rein lokal getroffener Entscheidungen noch nicht ausgenutzt. Deshalb sollten nach Möglichkeit großvolumige, hochschulweite oder landesweite Lizenzpakete angestrebt werden. Erstens lässt sich die Gesamtkostenstruktur (Beschaffung, Installation, Pflege, Lizenzverwaltung) dadurch oftmals wesentlich günstiger gestalten, und zweitens lassen sich auch beim Aufbau von Know-how hinsichtlich der Bedienung vielfältige Synergien nutzen. Zur Nutzung verfügbarer Sammellizenzen sind diese von den Lizenznehmern auf geeignete und transparente Weise (z. B. über Portale) bereitzustellen. Die Entstehung von „Monokulturen“ durch zu intensive Lizenzkonzentration ist allerdings zu vermeiden.

In jedem Einzelfall sollte stets auch die Verfügbarkeit aller in Frage kommenden Softwarealternativen geprüft werden. Oftmals liegen für Produkte auf Fakultäts- oder Hochschulebene Sammellizenzen zu unterschiedlichen Bedingungen vor oder es gibt Möglichkeiten, an einem landesweiten Lizenzpool zu partizipieren. Angesichts einer oft sehr unübersichtlichen und teilweise auch unattraktiven Lizenzpolitik seitens der Hersteller besteht erheblicher Bedarf an Lizenzmodellen, die den Bedürfnissen der Wissenschaft und der Hochschulen wirklich gerecht werden. Beispielhaft seien an dieser Stelle die Aspekte Bündelung von Lizenzen, Floating von Lizenzen, Lizenzen für den Einsatz auf Mehrprozessorsystemen sowie Skalierung der Lizenzkosten genannt. Hier sieht die Kommission für Rechenanlagen die Anbieter von Software verstärkt in der Pflicht.

## 4.5 Integrations- und Synergieaspekte

Im Sinne des Leitgedankens dieser Empfehlungen ist der Aspekt der Integration von besonderer Bedeutung. Auch bei kleineren Anträgen oder Anträgen für ein Teilsystem bzw. eine Komponente ist stets darzulegen, wie sich Bedarf, Systemauswahl und Betriebskonzept vor dem Hintergrund fakultäts- sowie hochschulweiter Verfügbarkeiten, Konzepte und Planungen darstellen.

Bei jedem beantragten Gerät muss die Frage geklärt werden, welche zu erbringenden Dienste und Versorgungsleistungen warum und in welchem Umfang an der beantragenden Instanz angesiedelt bzw. von ihr erbracht werden sollten. Entscheidungen zu den gesamten Themenkomplexen Netzsicherheit, Daten- und Ausfallsicherheit, Hardwarebeschaffung, Softwarelizenzen sowie Wartung und Pflege von Hard- und Software sollten grundsätzlich – wenn auch nicht unbedingt in jedem Einzelfall – zentral getroffen werden, in jedem Fall aber in fakultäts- und hochschulweite Konzeptionen eingebunden sein.

## 5 Finanzbedarf

Ausgehend von einer Einschätzung der aktuellen Ausstattung in den unterschiedlichen Einsatzgebieten von Rechnern, wird auf Lücken und Defizite in der IT-Versorgungsstruktur hingewiesen. In einigen Teilen des Versorgungssystems müssen zusätzlich Mittel aufgewendet werden, um nachteilige Entwicklungen zu vermeiden. Außerdem müssen neue Finanzierungsmöglichkeiten neben den existierenden Förderverfahren erschlossen werden, damit auch der mittelfristig erkennbare Bedarf befriedigt werden kann.

### 5.1 Stand der Versorgung

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

#### 5.1.1 Arbeitsplatzrechner für Studierende (CIP)

Ziel des Computer-Investitions-Programms (CIP) ist seit dessen Einführung die Verbesserung der DV-Versorgung im Bereich der Lehre. Von 2001 bis 2005 wurden 27.813 Rechnerarbeitsplätze für insgesamt 104,3 Mio. € im Rahmen des CIP beschafft.

Anmeldungen	Anzahl	Kosten in Mio. €	Arbeitsplätze	Mittl. AP-Kosten in €
1996–2000	792	101,1	21.423	4.700
2001	152	20,6	4.572	4.500
2002	160	21,6	5.274	4.100
2003	189	24,3	7.002	3.500
2004	157	20,1	5.443	3.700
2005	144	17,8	5.522	3.200
2001–2005	802	104,4	27.813	3.700

**Tabelle 1: Arbeitsplatzrechner für Studierende im CIP**

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 2005 bei circa 3.200 € Trotz der sinkenden Kosten pro Arbeitsplatz war eine deutliche Steigerung der Leistung der beschafften Arbeitsplatzrechner zu beobachten, die wegen der wachsenden Anforderungen an Rechenleistung durch die Benutzungsoberfläche und die Anwendungsprogramme für einen effektiven Einsatz der Systeme auch notwendig war. Außerdem war zu beobachten, dass die CIP-Arbeitsplätze gerade in den letzten Jahren eine Ausstattung erhielten, die auch multimediale Anwendungen erlaubte.

Insgesamt lagen die mittleren Investitionskosten in den letzten fünf Jahren etwas höher als im Zeitraum 1996 bis 2000. In den letzten Empfehlungen war für Investitionen im CIP eine 30-prozentige Steigerung gefordert worden. Tatsächlich stiegen die bereitgestellten Mittel aber nur um 3 %. Im gleichen Zeitraum sanken jedoch die durchschnittlichen Kosten pro Arbeitsplatz, so dass für die in den letzten fünf Jahren zur Verfügung gestellten Mittel 30 % mehr Arbeitsplätze beschafft werden konnten als im Zeitraum 1996 bis 2000.

Hält die Entwicklung des Preis-Leistungs-Verhältnisses der Arbeitsplätze in den nächsten fünf Jahren an, müssen insgesamt die Mittel für das CIP nicht wesentlich erhöht werden. Ein Finanzvolumen von circa 110 Mio. € für fünf Jahre wird für ausreichend gehalten, um den bisher erreichten Versorgungsgrad zu erhalten, notwendige Erneuerungen durchzuführen und dabei den technischen Fortschritt mit den notwendigen Leistungssteigerungen zu berücksichtigen. Die Abschätzung berücksichtigt bereits, dass Studierende zunehmend eigene Rechner beschaffen.

### **5.1.2 Arbeitsplatzrechner für Wissenschaftler (WAP)**

Das Wissenschaftler-Arbeitsplatzrechner-Programm (WAP) ist das wichtigste Beschaffungsprogramm dezentraler Arbeitsplätze für Wissenschaftler. Diese Arbeitsplätze unterstützen nicht nur wirkungsvoll die Arbeit der Wissenschaftler durch die Bereitstellung lokaler Rechenkapazität, 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. In den letzten fünf Jahren wurden 21.756 Rechnerarbeitsplätze für insgesamt 109,7 Mio. € im Rahmen des WAP beschafft.

<b>Anmeldungen</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Kosten in Mio. €</b>	<b>Arbeitsplätze</b>	<b>Mittl. AP-Kosten €</b>
1996–2000	636	96,3	13.936	6.900
2001	135	24,9	4.465	5.600
2002	125	21,6	4.001	5.400
2003	136	25,8	5.303	4.900
2004	84	16,4	2.967	5.500
2005	108	21,1	5.020	4.200
2001–2005	588	109,8	21.756	5.000

**Tabelle 2: Arbeitsplatzrechner für Wissenschaftler im WAP**

In den letzten Empfehlungen musste ein sehr deutlicher Rückgang der Investitionen im WAP beklagt werden. In den zurückliegenden fünf Jahren ist die mittlere Investitionssumme jedoch wieder leicht gestiegen. Tabelle 2 zeigt die Entwicklung in diesem Programm. Zu beobachten ist ein weiterer Rückgang der mittleren Kosten pro Arbeitsplatz. Dies ist auf die günstige Entwicklung des Preis-Leistungs-Verhältnisses bei der Hardware zurückzuführen und nicht darauf, dass wesentliche Abstriche bei der notwendigen Ausstattung gemacht wurden. Die Arbeitsplatzkosten beinhalten die anteiligen Kosten für Server, aktive Netzkomponenten, Peripherie und Software.

Die günstige Kostenentwicklung hat zu einer Steigerung der Anzahl der im Zeitraum 2001 bis 2005 beschafften Arbeitsplätze um 64 % gegenüber dem Zeitraum 1996 bis 2000 geführt. Diese Entwicklung hilft den erkennbaren Bedarf zu decken, der bei der steigenden Nutzung von Daten- und Informationsverarbeitung auch in Zukunft noch wachsen wird. Deshalb sollte das Investitionsvolumen auch in den kommenden Jahren bundesweit jährlich mindestens 25 Mio. € betragen, um den Wissenschaftlern eine auch international konkurrenzfähige, adäquate Grundausrüstung zur Verfügung zu stellen. Aus Drittmitteln beschaffte Rechner sind in der Regel projektbezogen und tragen nicht zur Deckung des Grundbedarfs bei.

### 5.1.3 Gesamte DV-Investitionen

Tabelle 3 zeigt die Entwicklung der gesamten DV-Investitionen für die Jahre 2001 bis 2005. Nicht enthalten – bis auf zu vernachlässigende Beträge für aktive Komponenten in einigen Rechneranträgen – sind dabei die Investitionen für Kommunikationsnetze.

Unter *dedizierten Systemen* werden dezentrale Rechner wie z. B. CIP-Pools, WAP-Cluster, CAD-Systeme und lokale Server zusammengefasst.

	<b>1996–2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2001–2005</b>
	<b>Mio. €</b>	<b>Mio. €</b>	<b>Mio. €</b>	<b>Mio. €</b>	<b>Mio. €</b>	<b>Mio. €</b>	<b>Mio. €</b>
Dedizierte Systeme	306	53	53	56	39	43	244
Rechenzentren	116	17	27	32	39	43	158
Höchstleistungsrechner	68	–	–	48	41	–	89
Medizin	117	59	47	39	40	40	225
Verwaltung	56	6	4	4	5	3	22
Bibliotheken	26	12	6	4	3	3	28
<b>Gesamt</b>	<b>689</b>	<b>147</b>	<b>137</b>	<b>183</b>	<b>167</b>	<b>132</b>	<b>766</b>

**Tabelle 3: Gesamte DV-Investitionen**

Im Bereich der Medizin und – wenn auch deutlich geringer – im Bereich der Rechenzentren ist ein starkes Anwachsen der Ausgaben zu beobachten. Abgenommen haben vor allem die Aufwendungen für dedizierte Systeme. Bei den dedizierten Systemen war ein gewisser Trend zur *Rezentralisierung* zu beobachten, d. h. Bedarf, der bisher durch Investitionen in den Fachbereichen gedeckt wurde, wird durch Bereitstellung der entsprechenden Leistung durch die Rechenzentren erfüllt.

Dies erklärt aber die starke Abnahme der Investitionen im Bereich dedizierter Systeme nur zu einem kleinen Teil. Die Verbesserung des Preis-Leistungs-Verhältnisses für die Hardware gegenüber dem zurückliegenden Vergleichszeitraum trägt dazu bei, dass die Auswirkungen der um 20 % geringeren Investitionen weniger gravierend sind. Es besteht jedoch die Gefahr einer Versorgungslücke, wenn die finanziellen Aufwendungen in diesem Bereich nicht nachhaltig gesteigert werden. Der 90-prozentige Zuwachs für DV-Systeme in der Medizin weist auf eine deutliche Zunahme der durch moderne Informationstechnik zu erledigenden Aufgaben hin. Es ist zu erwarten, dass auch in den nächsten Jahren neue Aufgaben hinzukommen werden.

## 5.2 Volumen der zukünftigen Investitionen

Modellrechnungen zur Ermittlung des Finanzbedarfs in den nächsten Jahren sind allein auf der Basis der im HBFG aufgewendeten Mittel für IT-Großgeräte nicht möglich. Es sind viele Beschaffungen außerhalb des HBFG erfolgt, weil entweder im HBFG keine Mittel verfügbar waren oder der Preis der Funktionseinheiten die Bagatellgrenze nicht überstieg. Die Kommission für Rechenanlagen kann aber aufgrund der Erfahrungen aus den Begutachtungen, Gesprächen, Begehungen und dem Vergleich mit Entwicklungen im Ausland qualitative Aussagen zu den notwendigen Aufwendungen machen, soweit nicht detaillierte Angaben in den vorausgegangenen Kapiteln gemacht wurden.

Sie hält das in den letzten fünf Jahren eingesetzte Finanzvolumen für nicht ausreichend, um eine ausgewogene Versorgungsstruktur auch zukünftig zu gewährleisten. Soll die zurzeit weitgehend bedarfsgerechte IT-Ausstattung erhalten, technischen Entwicklungen angepasst und neuen Anforderungen gerecht werden, so müssen besonders in den Bereichen dedizierter Systeme, Medizin und Verwaltung deutlich mehr Mittel zur Verfügung gestellt werden. Die erkennbare Finanzierungslücke der letzten Jahre bei den dedizierten Systemen muss unbedingt ausgeglichen werden, wenn nicht erhebliche Engpässe in der Versorgung mit IT-Kapazität vor Ort entstehen sollen. Durch die Integration der Verwaltungssysteme in das IT-Gesamtkonzept einer Hochschule können diese Forschung und Lehre wesentlich unterstützen und zur Effizienzsteigerung beitragen. Diese neuen Aufgaben erfordern zusätzliche Investitionen, außerdem muss der drastische Rückgang der Mittelzuweisungen in diesem Bereich in den letzten fünf Jahren ausgeglichen werden.

Die vielfältigen Anforderungen an die Medizinischen Fakultäten und Universitätskliniken als Stätten der medizinischen Maximalversorgung sind in den letzten Jahren auch durch die gesetzlichen Rahmenbedingungen weiter gestiegen und werden weiter steigen. Dies erfordert sehr leistungsfähige und komplexe Informationssysteme. Die notwendigen Investitionsvolumina werden über denen der letzten Jahre liegen.

Eine große Anzahl von Forschungsgebieten benötigt zur Durchführung ihrer Vorhaben Computersysteme mit erheblicher Leistung. Für diese Projekte ist der Computer einschließlich der Software zentrales Forschungsgrößgerät, dessen Finanzierung auch in den gleichen Verfahren erfolgen muss wie für die übrigen Großgeräte für Forschung. Dies gilt auch bei der Förderung von Einzelprojekten, in der Rechner beschafft werden können, um den projektspezifischen Bedarf zu befriedigen. Besonders teure Forschungsgrößgeräte sind Hoch- und Höchstleistungsrechner, deren Leistung ausschließlich für Forschungsprojekte benötigt wird. Für die anzustrebende Installation von Spitzentechnologie in Form eines europäischen Höchstleistungsrechners am Standort Deutschland müssten dann zusätzliche Mittel bereitgestellt werden. Keinesfalls darf die nationale Versorgung geschmälert werden, deren Leistungsfähigkeit auch für die sinnvolle Nutzung eines europäischen Höchstleistungsrechners von großer Bedeutung ist.

Von zentraler Bedeutung für die gesamte IT-Versorgungsstruktur sind die Netze. An allen Hochschulen muss eine leistungsfähige Netzinfrastruktur geschaffen werden. Dies erfordert weiterhin erhebliche finanzielle Anstrengungen, wenn die notwendigen Verbesserungen in der Qualität der Netze erreicht werden sollen. Bei den Planungen sollte berücksichtigt werden, dass aktive Komponenten der Netze nach circa fünf Jahre ersetzt werden müssen, wenn die Funktionsfähigkeit erhalten bleiben soll und technologische Fortschritte genutzt werden sollen.

Zusammenfassend empfiehlt die Kommission dringend, die Mittel für die IT-Versorgung zu erhöhen. Falls dies nicht im Rahmen des HBFG erfolgen kann, sind neue Strategien zur Ergänzung der HBFG-Finanzierung notwendig. Es müssen neue Modelle zur Bedarfsdeckung und -finanzierung entwickelt und zugelassen werden.

## **6 Antragstellung**

Auf der Homepage der DFG finden Sie weitere Informationen zum HBFG, unter anderem unter:

- [www.dfg.de/forschungsfoerderung/wissenschaftliche\\_infrastruktur/wgi/index.html](http://www.dfg.de/forschungsfoerderung/wissenschaftliche_infrastruktur/wgi/index.html)
- Informationsverarbeitung und Rechner für Hochschulen 2001–2005
- Informationsverarbeitung und Rechner für Hochschulen 2006–2010
- Computer-Investitions-Programm (CIP): Beschluss des Planungsausschusses vom 01.03.1998 und CIP-Mindestanforderungen
- Vernetzte Arbeitsplatzrechner für Wissenschaftler (WAP)
- Perspektiven und Kriterien der Vernetzung im Hochschulbereich
- Stellungnahme der Kommission für Rechenanlagen zur D-Grid-Initiative
- Empfehlungen des Bibliotheksunterausschusses für Informationsmanagement und der Kommission für Rechenanlagen (2003)
- 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

HBFG-Anmeldeformulare und weitere Informationen zum Verfahren und zur Antragstellung finden Sie unter:

- [www.dfg.de/forschungsfoerderung/wissenschaftliche\\_infrastruktur/wgi/geraete\\_im\\_hbfg\\_verfahren/index.html](http://www.dfg.de/forschungsfoerderung/wissenschaftliche_infrastruktur/wgi/geraete_im_hbfg_verfahren/index.html)
- Beschlüsse des Planungsausschusses zu Großgeräten im HBFG
- HBFG-Anmeldeformulare und Hinweise zur Antragstellung
- CIP-, WAP- Formulare und Hinweise zur Antragstellung
- Struktur eines HBFG-Antrags auf größere Geräte
- Definition des Großgerätes und der Großgerätekompontenten