



Informationsverarbeitung an Hochschulen – Organisation, Dienste und Systeme

Stellungnahme der
Kommission für IT-Infrastruktur
für 2016–2020

Deutsche Forschungsgemeinschaft
2016

Informationsverarbeitung an Hochschulen –
Organisation, Dienste und Systeme
Stellungnahme der Kommission für IT-Infrastruktur
für 2016–2020

Verantwortlich für den Inhalt:
Gruppe Wissenschaftliche Geräte und Informationstechnik

Bezug: Presse- und Öffentlichkeitsarbeit der DFG

Onlineversion der Stellungnahme auf den Internetseiten der DFG unter
www.dfg.de/wgi

Inhalt

Kommission für IT-Infrastruktur	1
1 Zusammenfassung	2
2 Strategische Sicht auf IT	5
2.1 Digitalisierung der Wissenschaft	5
2.2 Integriertes Informationsmanagement	5
2.3 Entwicklung und Umsetzung eines IT-Konzeptes	8
2.4 Sicherheit	8
2.5 Leitung / Verantwortlichkeiten	9
2.6 Standortübergreifende Kooperationen	10
2.7 Nachhaltigkeit der IT-Strategie	11
3 Organisatorische Sicht	13
3.1 Dienstleistungsinfrastruktur	13
3.2 Notwendige IT-Bausteine einer Hochschule	14
3.3 Datenschutz	15
3.4 Umgang mit Diensten von Drittanbietern	15
3.5 Kosten / Nutzen der Dienstleistung	16
3.6 Einbindung von Cloud-Diensten zum Rechnen und Speichern	17
3.6.1 Förderung von Cloud-Lösungen durch die DFG	18
4 Technische Sicht	20
4.1 Netze	20
4.2 Arbeitsplatzrechner und lokale Server	21
4.2.1 Arbeitsplatzrechner für Studierende	21
4.2.2 Arbeitsplatzrechner für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler	22
4.2.3 Lokale Rechnercluster und Speichersysteme	22
4.3 Hoch- und Höchstleistungsrechner	23
4.3.1 Hochleistungsrechner	24
4.3.2 Höchstleistungsrechner	24
4.4 Server für zentrale Basisdienste	25
4.5 Speicher- und Archivierungssysteme	26
4.5.1 Allgemeine Bemerkungen	26
4.5.2 Langzeitarchivierung	27
4.6 Software	28
4.7 Querschnittsthema Gesamtkostenbetrachtung	29

5	Spezielle Profile.....	30
5.1	IT im Bereich wissenschaftliches Hochleistungsrechnen (HPC)	30
5.2	IT in der Universitätsmedizin.....	31
5.2.1	IT-bezogene Herausforderung.....	32
5.2.2	Anforderungen an die Universitätsmedizin	34
5.2.3	Anforderungen für eine beratende Begutachtung.....	35
6	Fördersicht / Förderstrategie	36
6.1	Allgemeine Empfehlungen	36
6.2	Grundsätzliche strategische Aspekte.....	36
7	Finanzierungsmöglichkeiten	38
7.1	Forschungsgroßgeräte nach Art. 91b GG.....	38
7.2	Großgeräte in Forschungsbauten	38
7.3	Großgeräte der Länder	39
7.4	Sonderfinanzierungen	39
7.5	Drittmittelfinanzierung	39
7.6	Bewertung der Finanzierungsmöglichkeiten	40

Kommission für IT-Infrastruktur

Die Kommission für IT-Infrastruktur (KfR) befasst sich mit grundsätzlichen Fragen der Informationsversorgung und -verarbeitung der Hochschulen und verfasst für die mittelfristige Planung entsprechende Empfehlungen. Sie bewertet als Unterausschuss des Hauptausschusses der DFG das Ergebnis der Begutachtung von Großgeräteanträgen mit IT-Systemen aus der Allgemeinen Forschungsförderung der DFG sowie aus den Programmen „Forschungsgroßgeräte“ nach Art. 91b GG, „Großgeräte in Forschungsbauten“ und „Großgeräte der Länder“. Sie befasst sich mit grundsätzlichen Fragen der IT-Ausstattung von Hochschulen und Kliniken und erarbeitet Empfehlungen zu IT-Gesamtkonzepten, IT-Installationen und Konzepten zur Vernetzung. Außerdem beobachtet die Kommission die Entwicklungen im IT-Bereich, stellt diese in einen internationalen Kontext und nimmt zu relevanten Fragen Stellung.

Die Kommission besteht aus wissenschaftlichen Mitgliedern, die für jeweils drei (seit 2016: vier) Jahre vom Hauptausschuss der DFG gewählt werden. Im Jahr 2015 gehörten der Kommission folgende wissenschaftliche Mitglieder an:

- **Professor Dr.-Ing. Birgit Awiszus** (Vorsitzende)
Technische Universität Chemnitz
- **Professor Dr. Björn Bergh**
Universitätsklinikum Heidelberg
- **Professor Dr. Odej Kao**
Technische Universität Berlin
- **Professor Dr. Peter Loos**
Universität des Saarlandes
- **Professor Dr. Thomas Ludwig**
Universität Hamburg
- **Professor Dr. Christel Marian**
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
- **Professor Dr. Otto Rienhoff**
Universitätsmedizin Göttingen
- **Professor Dr. Ulrich Rude**
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
- **Professor Dr.-Ing. Christiane Thielemann**
Hochschule Aschaffenburg
- **Professor Dr. Ramin Yahyapour**
Gesellschaft für Wissenschaftliche Datenverarbeitung mbH Göttingen

1 Zusammenfassung

Die Bedeutung der Informationstechnik (IT) im Kontext von Hochschulen ist kaum zu überschätzen. Sie durchdringt nahezu alle Bereiche von Forschung und Lehre. Auch etwa in Verwaltungsprozessen, Medizin und Bibliotheken ist sie omnipräsent. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) ist in vielfältiger Weise mit Fragen der Nutzung von IT-Infrastruktur an Hochschulen sowie deren Etablierung und Aufbau befasst. Da ist zum einen die Projektförderung zu nennen, welche die wissenschaftliche Nutzung von IT, aber auch die methodische respektive technologische Grundlagenforschung rund um IT zum Gegenstand haben kann (z. B. im Schwerpunktprogramm [SPPEXA](#)). Darüber hinaus offeriert die DFG eigene Förderprogramme zur Infrastruktur sowie Begutachtungsangebote für die Hochschulen und Fördermittelgeber, mittels derer Investitionsvorhaben nach wissenschaftlichen und technischen Kriterien bewertet werden. Mit dieser Funktion trägt die DFG zum qualitätsgesicherten, nach bundeseinheitlichen Maßstäben erfolgenden Infrastrukturaufbau bei.

IT-Investitionen, das haben bereits frühere DFG-Empfehlungen zur Informationsverarbeitung an Hochschulen aufgezeigt, wären ohne Einbindung in klare Strategien, Schwerpunktsetzungen und hochschulweite oder auch überregionale Konzepte häufig nicht zeitgemäß bzw. inadäquat verankert. Die hier vorliegende Stellungnahme der Kommission für IT-Infrastruktur, dem Bewertungsgremium der DFG für IT-technologiebezogene Anträge, betont diesen Punkt in besonderem Maße. Das Dokument beschränkt sich dabei nicht auf eine inkrementelle Fortschreibung und Aktualisierung älterer Empfehlungen, sondern spricht mit seiner neuen Strukturierung des Inhalts bewusst die verschiedenen Ebenen an, in welchen IT-Ausstattungsaspekte an Hochschulen adressiert werden müssen.

Das Kapitel „Strategische Sicht auf IT“ beleuchtet die zentrale Bedeutung eines hochschulweiten IT-Konzepts und bringt die Erwartung zum Ausdruck, dass jede Hochschule sich dieses Themas anzunehmen hat. Die Einbettung konkreter Anträge in ein Hochschul-IT-Konzept wird mithin zum Standard. Den Hochschulleitungen werden Leitlinien an die Hand gegeben, die zeitgemäße Rahmenbedingungen bei der kontinuierlich erforderlichen Weiterentwicklung von IT-Strategien bilden. Die Verankerung des Themas in der Hochschulleitung, die in den Hochschulen jeweils individuell zu entwickelnde Balance zwischen zentralen und dezentralen Strukturen sowie klare Verantwortlichkeiten in der IT-Governance bilden entscheidende Erfolgsfaktoren für einen effizienten Ressourceneinsatz und für eine optimierte Nutzung der IT für Forschung und Lehre.

Das Kapitel „Organisatorische Sicht“, das sich an die Leitungen zentraler Einrichtungen und Dienste richtet, beschreibt Mindeststandards für die IT-Versorgung an den Hochschulen. Dabei werden mehrere Integrationsschichten unterschieden und wichtige Hinweise zu Basisdiensten, Anwendungsdiensten und Serviceportalen gegeben. Das Kapitel umfasst mithin jene IT-Angebote, die an praktisch jeder deutschen Hochschule vorhanden respektive verfügbar sein sollten. Ein besonderer Fokus liegt hier auf den Themen Datenschutz sowie Dienste von Drittanbietern, insbesondere Cloud-Dienste und deren Nutzen und Risiken. Damit werden aktuelle Entwicklungen zur Datenhaltung und Kapazitätsbereitstellung angesprochen und Fördermöglichkeiten für Cloud-Lösungen im akademischen Umfeld aufgezeigt.

IT ist ohne die zugrunde liegende Hardware nicht denkbar. Das Kapitel „Technische Sicht“ befasst sich mit den an Hochschulen benötigten technischen Grundlagen, startend mit den Netzen, Rechnern der unterschiedlichen Leistungsklassen bis hin zu Höchstleistungsrechnern, und umfasst dabei auch Speicher- und Archivsysteme. Energiebetrachtungen gehören heute zu wichtigen Faktoren, machen die Betriebskosten doch einen maßgeblichen Anteil an den Gesamtkosten aus. Bei größeren IT-Strukturen gehören Investitionen, Betriebskosten und Personalkosten in eine Gesamtkostenbetrachtung, die über die beabsichtigte Laufzeit eine Entscheidungsbasis für die Mittelgeber, und das sind bei den Betriebs- und Personalkosten nach wie vor überwiegend die Hochschulen selbst, darstellen. Schließlich wird die Schlüsselrolle von Software betont, ebenfalls ein mitunter relevanter Kostenfaktor mit eigenen Besonderheiten, was Lizenzmodelle betrifft.

IT kann auch bei fachlichen Schwerpunkten, die nicht an jeder Hochschule ausgeprägt sind, eine mitunter dominierende Rolle spielen. Das Kapitel „Spezielle Profile“ beschreibt zwei solcher Schwerpunkte, in denen spezifische Empfehlungen angezeigt erscheinen.

In puncto Höchstleistungsrechnen, dessen technische Grundlagen bereits im vorherigen Kapitel behandelt sind, wird auf die Bedeutung der simulationsbasierten Forschung eingegangen. Die Nachhaltigkeit der hier häufig im akademischen Umfeld entwickelten Software ist von entscheidender Bedeutung für deren mittel- und langfristige Nutzung. Die Etablierung neuer Richtungen ist beim wissenschaftlichen Rechnen unverkennbar und bedarf der adäquaten Verankerung in akademischer Forschung und Lehre.

IT in der Universitätsmedizin ist ebenfalls von zentraler Bedeutung. Die enge Verknüpfung von Forschung und Lehre mit der Krankenversorgung durchdringt auch die IT-Systeme und bringt spezielle Herausforderungen mit sich, etwa in Bezug auf patientenbezogene Daten, Forschungsdaten, Translation. Die DFG bietet mit ihrem Begutachtungsangebot eine Beratungsfunktion, die über den konkreten Antrag hinaus einen Blick auf die strategische Orientierung und die Integration der IT in die auch überörtlich zu sehenden Abläufe und Prozesse in der Medizin wirft.

Informationsverarbeitung vollzieht sich per se nicht allein standortbezogen. Über den hochschulischen Tellerrand zu schauen ist bereits heute unumgänglich und wird absehbar an Bedeutung zunehmen. Im Kapitel „Fördersicht / Förderstrategie“ werden die überregionalen Mittelgeber aufgerufen, geeignete überörtliche Konzepte zu entwickeln und diese für Beschaffungsmaßnahmen zugrunde zu legen. Die Planung zeitgemäßer IT-Strukturen bedarf der professionellen Unterstützung und Begleitung bei der Konzeptentwicklung durch die Ministerien und weiteren Fördergeber. Die dynamische Entwicklung der Informationsverarbeitung ruft eine Anpassung der Fördermöglichkeiten auf den Plan, die der zunehmenden Bedeutung von Serviceprozessen Rechnung trägt.

Die Stellungnahme endet mit einer Beschreibung der „Finanzierungsmöglichkeiten“. Diese geben Auskunft darüber, welcher Typ von Investitionsvorhaben in welchem Förderprogramm geeignet untergebracht ist. Eine Herausforderung für die Weiterentwicklung der Förderangebote wird zweifellos sein, auf die verschwindenden Grenzen zwischen Investition und Betrieb angemessen zu reagieren und dies in den Möglichkeiten für die Antragstellung zu reflektieren.

Die Stellungnahme zur Informationsverarbeitung beleuchtet die IT-Infrastrukturherausforderungen an den Hochschulen aus verschiedenen Perspektiven. Sie stellen keine Lösungen dar.

Vielmehr vermitteln sie als eine zentrale Botschaft, dass die Thematik mit ihrer Bedeutung in den Hochschulen selbst stetig weiterentwickelt werden muss. Dies kann für unterschiedliche Standorte zu verschiedenen Lösungsansätzen oder Strategien führen. Die Kenntnis und der Austausch über diese Szenarien ist integraler Teil eines wissenschaftlichen Diskussionsprozesses darüber, wie IT zum bestmöglichen Nutzen für Forschung und Lehre aufgestellt werden soll. Wegen der hohen Dynamik bei der IT-Entwicklung kann hier kein abschließender Punkt erreicht werden, und so steht zu erwarten, dass auch diese Stellungnahme – wie frühere Versionen – in Zukunft den dann aktuellen Gegebenheiten anzupassen ist.

2 Strategische Sicht auf IT

Die Basis für eine effiziente, zuverlässige und sichere IT bildet ein hochschulweites IT-Konzept, das den Einsatz sowie die strategische Weiterentwicklung der IT beschreibt und kontinuierlich fortgeschrieben werden sollte. Das IT-Konzept liefert den strategischen Rahmen der langfristigen IT-Entwicklung. Dieses Kapitel beschäftigt sich mit Fragen, die die strategische Ausrichtung der IT und die zugehörigen organisatorischen Maßnahmen als Teil der Hochschulstrategie betreffen. Dieses Kapitel richtet sich damit insbesondere an Hochschulleitungen und CIOs.

2.1 Digitalisierung der Wissenschaft

Die Digitalisierung verändert die Wissenschaft. Sie hat in den letzten Jahrzehnten immer mehr Bereiche nicht nur in den Natur- und Ingenieurwissenschaften, sondern auch in den Geisteswissenschaften (Digital Humanities, E-Humanities) erreicht. Datengetriebene Wissenschaft führt zu neuen Erkenntniswegen. Neben den Möglichkeiten zur Zugänglichmachung von Artefakten, z. B. in Form der Erfassung alter Schriften, Bilder etc., bieten die Analyse- und Auswertungsmethoden zur schnellen Verarbeitung riesiger Datenmengen – Stichwort „Big Data“ – neue Mittel zum Erkenntnisgewinn. Dazu bieten sich mit dem Internet fast uneingeschränkte Kommunikationsmöglichkeiten für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, sei es um Wissen zu generieren, darauf zuzugreifen oder um es zu verbreiten. So kann mithilfe des Crowdsourcings eine große Anzahl externer Akteure auf Basis des Internets zur Informationsgewinnung in Forschungsprojekte einbezogen werden, und wissenschaftliche Erkenntnisse können nicht nur digital publiziert, sondern auch über die sozialen Medien auf sogenannten Social Network Sites verbreitet werden.

An der Hochschule spielt dies sowohl in der Forschung als auch für die Lehre eine große Rolle. Hier sind – neben dem bereits etablierten E-Learning – neue Interaktionsformen wie z. B. Massive Open Online Courses (MOOC) auf dem Vormarsch, die konventionelle Lehrmethoden mit neuen Interaktionsformen wie Foren oder Blogs verbinden. Auch das gesamte Prüfungs geschehen kann inzwischen von der Onlineprüfung bis zur Einsicht in die Prüfungsakten digital abgewickelt werden.

Der Informationstechnik kommt eine zentrale Rolle zu, um durch eine verlässliche Infrastruktur alle notwendigen Geschäftsprozesse effizient und effektiv zu unterstützen. Ein integriertes Informationsmanagement ist damit ein wichtiger Bestandteil der Gesamtstrategie einer Hochschule.

2.2 Integriertes Informationsmanagement

Ein professionelles wissenschaftliches Informationsmanagement ist die Voraussetzung für eine effektive strategische Planung und Koordinierung von IT-Aktivitäten einer Hochschule sowie eine an den Bedürfnissen der Forschenden, Lehrenden und Lernenden ausgerichtete Dienstleistungsversorgung.

Heute sind zentrale Anforderungen für den zunehmend abgestimmten IT-Einsatz zur Unterstützung von Forschung, Lehre, Studium und Verwaltung:

- Integration (durchgängig IT-gestützte integrierte Prozesse; durchgängige organisatorische und technische Integration; multimediale und mobile Kommunikation; neue Lehr-, Lern- und Arbeitsformen),
- Virtualisierung von Daten-, Informations- und Rechendiensten (global transparenter Zugriff auf Kapazitäten und Ressourcen),
- Lebenszyklusmanagement von wissenschaftlichen Ergebnisdaten, das eine langfristige Datenhaltung sowie eine Bereitstellung der Ergebnisse in nutzbarer Form gewährleistet,
- integrierte wissenschaftliche Arbeitsumgebung (neue Formen der Organisation, Kollaboration, Kooperation und Kommunikation mit einer umfassenden Wissensverarbeitung; transparente Nutzung eines breiten Spektrums von Diensten sowie Bereitstellung von Ressourcen und Know-how; erhöhte Anforderungen aus den Grundsätzen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis (Laborbuch, Sicherung der Experimentdaten usw.)),
- Forderung nach erhöhter und verlässlicher Qualität (bedarfsgerechte Verfügbarkeit von Informationen und Ressourcen; Servicelevels, Verlässlichkeit und Robustheit; mobiler IT-Einsatz und Ubiquität („zu jeder Zeit, an jedem Ort“)),
- Sicherheit (Transfer, Zugang und Management von Daten; Datenschutz, Datensicherheit, Integrität, Schutz der Privatsphäre, informationelle Selbstbestimmung; rechtliche Rahmenbedingungen),
- Kostenbewusstsein, wirtschaftliche Effizienz und Nachhaltigkeit,
- Unterstützung von Kollaboration für Forschung und Lehre im regionalen und überregionalen Kontext und insbesondere auch zur Kooperation mit anderen Hochschulen, externen Einrichtungen oder kommerziellen Partnern, um ressourcenintensive Aufgaben zu erfüllen (Cloud-Dienste, HPC-Ressourcen usw.).

Der Aufbau eines solchen Integrierten Informationsmanagements an der Hochschule ist deshalb kein Selbstzweck. Er dient letztlich der Verbesserung der Arbeitsmöglichkeiten, einhergehend mit der Effizienzsteigerung aller Prozesse an der Hochschule, und setzt eine vorausgehende Analyse, Optimierung und integrative Betrachtung dieser Prozesse unter Berücksichtigung des technisch Machbaren voraus. Moderne Techniken der Information und Kommunikation haben eine so bestimmende 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. Integriertes Informationsmanagement ist daher zu einer wesentlichen Aufgabe bei der Planung des Einsatzes moderner Techniken von Information und Kommunikation für die Hochschulen geworden.

An Hochschulen sind IT-Infrastruktur und zugehöriges Know-how durch dezentrale Verantwortlichkeiten in der Vergangenheit teilweise noch in verschiedenen, organisatorisch getrennten Einheiten aufgebaut worden. Ein Integriertes Informationsmanagement der übergreifenden Prozesse gestaltet sich daher insbesondere aufgrund inkompatibler, nicht abgestimmter Inselösungen als schwierig, die sich häufig durch die institutionelle Verteilung von Zuständigkeiten, z. B. in Rechenzentrum, Medienzentrum, Verwaltung und Fakultäten (mit oftmals entsprechenden eigenen Strukturen im Kleinen) sowie Bibliothek, entwickelt haben.

Die Anforderungen sind heute komplex und vielfältig, eine punktuelle Optimierung hilft nur noch sehr bedingt. Studierende und Lehrende erwarten zeitgemäße Strukturen der Informationstechnik (moderne Lehrmittel: Tablets, Smartphones, Notebooks, Wireless LAN (WLAN); weitgehend IT-gestützte Organisation des Studiums von der ersten Begegnung bei Bewerbung oder Vorveranstaltungen über die Wahl der Lehrangebote, der Raumzuordnung, der Stundenplanung bis zur Dokumentation der Prüfungsleistung). Aber auch die Einrichtungen des Hochschulmanagements – Facility Management, Prüfungsämter, Fakultäten und Verwaltungsorganisationen – müssen bei ihren Aufgaben, der effizienten Verwaltung der Daten von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, Studierenden und Alumni sowie der Abwicklung von Prozessen, zentral unterstützt werden.

Zur effektiven Erfüllung dieser Aufgaben ist für eine Integration ein Identitätsmanagement (IDM) mit einem umfassenden Rollenkonzept und einem Verzeichnisdienst unverzichtbar. Dieses sollte insbesondere zur Bereitstellung von personalisierten Portalzugängen genutzt werden und damit jeder Nutzerin bzw. jedem Nutzer zu jedem Zeitpunkt ortstransparent genau die Informationen zur Verfügung stellen, die zur Erfüllung der Aufgaben benötigt werden und die ihr bzw. ihm im Zugriffsprofil (Studierende, Mitarbeiterinnen oder Mitarbeiter, Sachbearbeitung Prüfungsamt, Sekretariat im Institut, Sachbearbeitung Finanzen, Dekanat, Hochschulleitung ...) auch zugeordnet sind.

- Die im IDM registrierten Personen oder deren mögliche Statusänderungen müssen aus verlässlichen Quellen, z. B. den zentralen Personal- und Studierendenverwaltungssystemen der Hochschule, zeitnah und automatisch abgeglichen werden (sowohl bei der Provisionierung als auch bei der Deprovisionierung von Rechten) oder,
- falls sie aus weniger verlässlichen sekundären Quellen kommen, als solche gekennzeichnet und entsprechende Rechte ggf. verwehrt werden.

Dies ist sowohl für personalisierte Daten im Verwaltungsumfeld umzusetzen als auch beim Studentenmanagement, vor allem im Bereich der Erfassung sowie – insbesondere durch die Anforderungen bei Bachelor/Master-Studiengängen – in der Dokumentation der Studien- und Prüfungsleistungen.

Sind die Personen und ihre möglichen verschiedenen Rollen durch ein IDM verlässlich bekannt, kann durch ein hochschulüberspannendes Rechte- und Rollenmanagement die Abbildung „Personen haben Rollen“ und „Rollen beinhalten Rechte“ vorgenommen werden und die Rechtevergabe so delegiert werden, dass einzelne Organisationseinheiten den Zugang zu den von ihnen geleisteten Services an rechtebehafteten Rollen festmachen und verwalten können. Dies gilt insbesondere auch für Bibliotheken, die im Rahmen von Lizenzverträgen Zugriffe auf durchaus kostenpflichtige Dienste von Verlagen und anderen Bibliotheken realisieren und nur mit einem umfassenden und verbindlichen Rollenkonzept die rechtlichen Rahmenbedingungen einhalten können.

Bei IDM handelt es sich sowohl um eine organisatorische Fragestellung als auch um deren technische Realisierung. Ein IDM ist in der Breite der Hochschule zu unterstützen und zu nutzen, um parallele Nutzerverwaltungen mit typischerweise geringerer Datenqualität und Prozesssicherheit (z. B. bei zeitnahe Entzug von Rollen und Rechten) zu reduzieren. Durch das Angebot von Mehrwerten ist bei System- oder Dienste-Verantwortlichen eine Bereitschaft zu erreichen, die Verantwortung für die Zugangsregelungen abzugeben.

2.3 Entwicklung und Umsetzung eines IT-Konzeptes

Ein IT-Konzept bildet die Basis für ein Integriertes Informationsmanagement und beschreibt die Rahmenbedingungen, den Einsatz sowie die strategische Weiterentwicklung der Hochschul-IT.

Als Orientierungshilfe für den Aufbau eines IT-Konzeptes kann die folgende Struktur dienen:

- Ziele
- Einbindung in die Hochschulstrategie
- Organisatorische Strukturen/Governance der IT
- Infrastrukturkonzept: Server, Speicher, Rechnerräume, Netzkonzept (siehe Vorlage Netzkommission)
- Dienstleistungsinfrastruktur, z. B.:
 - IT-Infrastruktur (Netzdienste, IDM usw.)
 - Basisdienste (E-Mail, Telefon/VoIP usw.), Sicherheitsdienste (Firewall, Virenschutz usw.), Datenmanagement, Backup/Archivierung usw.
 - Anwendungsdienste (Datenbanksysteme, Anwendungssoftware, Programmierumgebungen usw.)
 - Serviceportale (E-Learning, E-Science (HPC, Clouds usw.), Verwaltungsportale, Support/Helpdesk usw.)
- IT-Sicherheit:
 - Firewall, Intrusion Detection/Prevention-System, Zertifikate/Public-Key-Infrastruktur usw.
- Geplante Handlungsfelder
- Ressourcenplanung (Personal, Investition, Betriebskosten)

Bei der Begutachtung von Fördermaßnahmen wird zunehmend auf die Einbettung in ein hochschulweites IT-Konzept besonderer Wert gelegt, um eine nachhaltige Entwicklungsperspektive berücksichtigen zu können. IT-Entscheidungen haben immer häufiger langfristige Auswirkungen und lassen sich aus Gründen der Kosteneffizienz häufig nicht mehr singulär voneinander betrachten, sondern erfordern eine Gesamtsicht unter Berücksichtigung der Hochschulstrategie.

2.4 Sicherheit

Auch in den kommenden Jahren werden die Zahl und Komplexität der von den Nutzern an den Hochschulen eingesetzten IT-Systeme und der damit gestützten Dienste zunehmen. Hieraus ergeben sich Anforderungen an Authentifikation und Autorisation und der Umgang und die Abwehr von Angriffen von innen und außen.

Dabei müssen die Hochschulen eine Politik entwickeln, wie sie die häufig noch nicht abgestimmten Sicherheitssysteme auf lokaler Ebene, in Forschungsverbänden, in Hochschul-Clouds und im Deutschen Forschungsnetz (DFN) interoperabel machen wollen. Dies verbindet

die zuvor genannten Anforderungen an ein durchgängiges Identitätsmanagement mit einem übergreifenden Sicherheitskonzept in der Hochschule und im Umgang mit Dritten.

Die äußeren Vorgaben durch das Bundesamt für Sicherheit (BSI) in der Informationstechnik oder gesetzliche Bestimmungen sind dabei zu beachten. Dies bedeutet auch, dass Methoden zur Risikobewertung und Disaster Recovery in die Entwicklungspläne der Hochschul-IT mit aufgenommen werden müssen.

Die Nutzung von personenbezogenen Daten steht zunehmend im Spannungsfeld von höherer Funktionalität oder Komfort und dem Schutz der privaten Daten und der informationellen Selbstbestimmung. Durch die zunehmende Nutzung von öffentlichen Cloud-Diensten (Dropbox, Doodle, Google Docs) verschwimmen diese Grenzen. Das Recht auf informationelle Selbstbestimmung und Privatheit sind einerseits Grundbedürfnisse, andererseits hat sich der Umgang mit ihnen mit dem Aufkommen der sozialen Medien und von Cloud-Diensten sehr verändert.

Eine Hochschule muss eine geeignete Strategie entwickeln, um sensible und wertvolle Daten geeignet zu schützen und den rechtlichen Anforderungen des Datenschutzes nachzukommen. Hierzu ist eine zunehmende Differenzierung und Klassifizierung von Daten notwendig, um ein abgestuftes Sicherheitskonzept zu entwickeln. So gibt es an Hochschulen durchaus Daten, bei denen geringere Anforderungen an die Datensicherheit und den Datenschutz gestellt werden können, und bei denen der Einsatz von externen Diensten denkbar ist. Umgekehrt gibt es hochsensible und schützenswerte Daten, bei denen das übliche Sicherheitsniveau an Hochschulen nicht mehr ausreichend ist.

An den Hochschulen wurden typischerweise Konzepte für IT-Sicherheit und Datenschutz etabliert und verantwortliche Datenschützer und Sicherheitsbeauftragte eingesetzt. Diese Modelle sind kontinuierlich zu prüfen und weiterzuentwickeln. Die gestiegenen Anforderungen und differenzierteren Betrachtungen erfordern auch angemessene Strukturen in den Hochschulen, bei denen ausreichend Ressourcen und Wissen vorgehalten werden müssen. Es ist die Aufgabe der Hochschulleitungen, dafür zu sorgen, dass eine angemessene Sicherheitsinfrastruktur gewährleistet ist.

2.5 Leitung / Verantwortlichkeiten

Entscheidungen zur Beschaffung der technischen Komponenten und zum Betrieb der Basisinfrastruktur wurden bisher an Hochschulen 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.

Es ist eine Balance zwischen zentralen und dezentralen Verantwortlichkeiten zu finden, die mit einer Harmonisierung der Prozesse über Organisationsgrenzen einhergeht, um die vielfach redundanten Arbeiten synergetisch zusammenzufügen und unter Effizienzaspekten zu minimieren. Eine sachorientierte Prozessoptimierung und übergreifende Lösungen lassen sowohl hochschulintern als auch hochschulübergreifend Verbesserungspotenzial entstehen.

Eine Planung derartiger Umstrukturierungen setzt die Definition von klaren Verantwortlichkeiten in der IT-Governance voraus und erfordert eine enge Abstimmung mit der Hochschulleitung als Teil der Hochschulstrategie. Viele Hochschulen haben hierzu CIO-Modelle eingeführt, um eine hochschulweite, strategische Koordination für Information und Kommunikation zu etablieren.

In der Hochschulpraxis lassen sich vier unterschiedliche CIO-Umsetzungstypen beobachten:

- Strategischer CIO mit Leitungsfunktion: Ein Vizepräsident bzw. eine Vizepräsidentin ist explizit für das Informationsmanagement zuständig. Teilweise übernimmt auch die Kanzlerin oder der Kanzler die Zuständigkeit für das Informationsmanagement.
- Strategischer CIO mit Stabsfunktion: Ein Hochschullehrer oder IT-Manager – bzw. eine Hochschullehrerin/IT-Managerin – im Präsidialstab koordiniert das Informationsmanagement.
- Operativer CIO: Die Leiterin bzw. der Leiter einer zentralen Informationsinfrastruktureinrichtung fungiert gleichzeitig als CIO der Hochschule.
- Kollektiver CIO: Die CIO-Funktion wird von einem Lenkungsausschuss mit zwei bis drei Personen ausgeübt, der allerdings – anders als die traditionelle Senatskommission – über unmittelbare Entscheidungsbefugnisse verfügt.

Jede dieser CIO-Umsetzungsvarianten hat Vor- und Nachteile. Es hängt von den Gegebenheiten an den Hochschulen und insbesondere auch von den handelnden Personen ab, welche Umsetzung die am besten geeignete ist. Als wichtig wird eine strategische und koordinierende Planung erachtet, die eng angebunden zur Hochschulleitung erfolgt, um eine strategische IT-Entwicklung mit der Hochschulstrategie abzustimmen und in der Hochschule umsetzen zu können.

Die Gesamtverantwortung für den notwendigen Veränderungsprozess in den Hochschulen liegt bei allen Mitgliedern einer Hochschulleitung gleichermaßen, da Informations- und Kommunikationstechnik von zentraler Bedeutung für Forschung, Lehre und Administration ist. In den meisten erfolgreichen Umsetzungen erfüllt der CIO auch die Aufgabe, sich um die Optimierung von Prozessen in der Gesamtorganisation zu kümmern.

2.6 Standortübergreifende Kooperationen

Die interne Optimierung von Prozessen, Organisationsstrukturen und inhaltlicher Ausrichtung der Hochschulen in Forschung und Lehre führt typischerweise zu hochschulspezifischen Lösungen beim effizienten Einsatz von IT. Dieser Prozess kann jedoch nicht an den Grenzen einer Hochschule aufhören. Es gibt zunehmend eine Bildung hochschulübergreifender Verbände für eine Zusammenarbeit in Forschung, Lehre und Administration. Solche hochschulübergreifenden Kooperationen auf Landes- und Bundesebene, wie sie bereits in Form des deutschen Forschungsnetzes, der Gauß-Allianz, virtuellen Landeshochschulen und gemeinsam betriebener Bibliotheksportale existieren, werden aus Effizienzgründen in Zukunft häufiger werden. Die Hochschulleitungen sind gut beraten, diesen Gesichtspunkt in ihre Strategie mit aufzunehmen – trotz oder gerade wegen des zunehmenden Wettbewerbs unter den Hochschulen.

Spezifische Aufgabenstellungen in Forschung und Lehre setzen Ressourcen voraus, für die ein Investitionsvolumen erforderlich ist, das die Kapazitäten einer einzelnen Hochschule übersteigen kann. Das wissenschaftliche Hochleistungsrechnen (HPC) ist hierfür ein typisches Beispiel, bei dem die obersten Komponenten der Versorgungspyramide in Form der Nationalen und der Forschungshochleistungsrechner in den Ländern in Abstimmung mit den zuständigen Gremien des Wissenschaftsrates und der Deutschen Forschungsgemeinschaft beschafft werden. Dabei ist auch sichergestellt, dass die nötige Zugangsinfrastruktur bundes- bzw. landesweit besteht und über begutachtete Verfahren durch Beiräte die Zugangsberechtigung nach wissenschaftlichen Kriterien vergeben wird.

In einigen Bundesländern (beispielsweise Baden-Württemberg) finden sich bereits Landeskonzeppte, die eine solche kooperative Versorgung auf Landesebene für HPC aber auch andere Dienste (z. B. Daten, Backup, Cloud) weiterentwickeln. Im Spektrum der durch die IT-Infrastruktur der Hochschulen bereitgestellten Basisdienste können hochschulübergreifende Verbände effiziente Lösungen darstellen, ohne die gewünschte Profilierung der einzelnen Hochschulen einzuschränken. Solche Basisdienste betreffen den Bereich der Systemadministration von Arbeitsplätzen für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Studierende, E-Mail-Dienste, Datenspeicherung, Archivierung, Backup, Sicherheitskonzepte, Softwarelizenzen usw.

Durch die Entwicklungen der letzten Jahre zum einen im Bereich der Virtualisierung und des Cloud-Computings, zum anderen im Bereich der Standardisierung von IT-Diensten mit hoher Automation und Economy of Scale ist die Kosteneffizienz ein wesentlicher Bestandteil der IT-Strategie (siehe Abschnitt 4.7). Im Betrieb von gemeinsamen IT-Infrastrukturen sind heute – durchaus erheblich stärker als in der Vergangenheit – durch hochschulübergreifende Konzepte und Realisierungen Synergien weit über das bisher realisierte Maß möglich geworden. Solche Synergien müssen künftig stärker genutzt werden. Dies kann dazu führen, dass die von der DFG genehmigte Infrastruktur aus Effizienzgründen durchaus auch an anderen Hochschulen oder Hochschulkonsortien installiert und dort für Partnerhochschulen oder ein Hochschulkonsortium betrieben wird. Dabei muss individuelle dezentrale Forschung möglich bleiben. Entsprechende Kooperationsvereinbarungen zum Ausgleich der wechselseitigen Interessen sind dabei zu entwickeln.

2.7 Nachhaltigkeit der IT-Strategie

Da die IT keinen Selbstzweck darstellt und für praktisch alle Bereiche der Hochschule von zentraler Bedeutung geworden ist, muss die IT-Strategie als Teil der Hochschulstrategie verstanden werden. IT ist ein wesentlicher Aspekt für die zentralen Aufgaben einer Hochschule in Lehre, Forschung und Weiterbildung. Ohne geeignete IT-Unterstützung sind viele dieser Aufgaben nicht mehr leistbar. Zudem bieten Vernetzung und Mobilität neue Chancen und Möglichkeiten, die von Studierenden sowie Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aktiv eingefordert werden. Eine sukzessive Weiterentwicklung der Informationstechnik ist notwendig, um mit diesen Anforderungen umgehen und Innovationen ausschöpfen zu können.

Dies erfordert neben geeigneter Governance auch eine kontinuierliche Prüfung und Anpassung der IT-Strategie unter Berücksichtigung von neuen Anforderungen und Entwicklungen.

Eine klar definierte IT-Strategie mit einem IT-Konzept liefert eine Grundlage, um einzelne Maßnahmen an der Hochschule in einen Gesamtkontext zu setzen. Ein solches Konzept ist regelmäßig zu aktualisieren und mit der Hochschulstrategie abzugleichen.

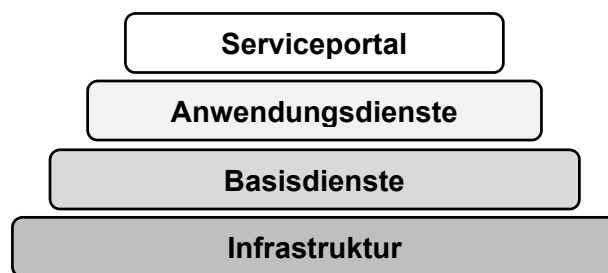
Ein wesentliches Problem stellt zunehmend die Nachhaltigkeit von einzelnen Maßnahmen dar. Die Sicherstellung einer dauerhaften Finanzierung der Infrastruktur stellt Hochschulen vor Herausforderungen. Dies betrifft insbesondere aufgrund der spezifischen Finanzierungsarten und -quellen die vorherrschende Trennung von Investitionskosten und laufenden Betriebskosten (inkl. Personal) in der Informationstechnik. Die Folgekosten von IT-Investitionen müssen jedoch geeignet berücksichtigt werden, bevor eine Entscheidung sinnvoll getroffen werden kann. Entsprechend sind dies wichtige Aspekte bei der Beantragung und Begutachtung von Fördermitteln. Weiterhin ist sicherzustellen, dass die personelle Ausstattung ausreichend ist, um die IT-Infrastruktur betreiben zu können. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich die benötigten Tätigkeitsprofile der beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der IT-Versorgung gewandelt haben und sich weiter verändern werden. Die Personen sind soweit möglich über Schulungs- und Weiterbildungsmaßnahmen auf diese Veränderungen vorzubereiten und einzubeziehen.

3 Organisatorische Sicht

Zur Sicherstellung der IT-Versorgung einer Hochschule und zur Unterstützung der geschilderten Kernprozesse ist eine effiziente und zuverlässige Dienstleistungsinfrastruktur erforderlich. Das Ziel dieses Kapitels ist die Darstellung des notwendigen Mindeststandards für die IT-Versorgung an den Hochschulen und richtet sich an die Leitungen von zentralen Einrichtungen (Rechenzentren, Bibliotheken) oder CIOs.

3.1 Dienstleistungsinfrastruktur

Die IT-Dienstleistungsinfrastruktur umfasst die personellen und maschinellen Leistungen, die für die digitale Informationsversorgung und -verarbeitung, die digitale Kommunikation sowie den Medieneinsatz in allen Organisationseinheiten der Hochschule erforderlich sind. Die Architektur beschreibt die Abhängigkeiten und das Zusammenspiel der Dienste und weiterer IT-Komponenten. Die aktuell am weitesten verbreitete Architektur setzt sich aus vier Integrationschichten zusammen, welche im Folgenden dargestellt sind.



Die Ebene der Infrastruktur bildet die technische Basis für die Dienste und umfasst Systeme, verbindende Kommunikationsnetze sowie die weitere zugehörige technische Infrastruktur (Hardware, technische Überwachung, Netzanbindungen und technische Kommunikationssysteme).

Darauf setzen die Basisdienste auf, welche die Vereinheitlichung bzw. Standardisierung von Schnittstellen umsetzen und den heterogenen Anwendungsansprüchen an die IT-Ausstattung der Hochschulen gerecht werden sollen. Dazu gehören zum Beispiel Systeme und Middleware (Virtualisierung, Ausfallsicherheit, Accounting usw.), Systeme zur Datenhaltung und -sicherung (Datenmanagement und Archivierung) sowie Sicherheitslösungen (Firewall, Virenschutz, Mailfilter usw.). Die überwiegende Mehrheit der Basisdienste ist entweder kommerziell oder als ausgereifte Open-Source-Lösung verfügbar und sollte nicht mehr an der Hochschule abseits von Forschungsprojekten entwickelt werden.

Die Anwendungsdienste bauen auf den Basisdiensten auf und umfassen vor allem Komponenten wie Anwendungssysteme (z. B. Softwarepakete, Datenbanksysteme), Anwendungssoftware (z. B. Officeware, Bibliotheken) oder Programmierumgebungen und Werkzeuge.

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. Da mobile Endgeräte zunehmend für die Inanspruchnahme der Dienste verwendet werden, muss das Serviceportal die Darstellung und die Usability für diese Geräte realisieren.

3.2 Notwendige IT-Bausteine einer Hochschule

Die elementaren IT-Bausteine umfassen Systeme für Rechen-, Daten- oder Kommunikationsdienste und Applikationsserver. Diese Bausteine sind meist „von der Stange“ kaufbar und der Betrieb ist für ausgebildetes IT-Personal beherrschbar.

Das Hochschulnetz bildet das Rückgrat der IT-Infrastruktur der Hochschule. Es wird die Erstellung und die Veröffentlichung eines Netzbetriebskonzeptes sowie eine Ausrichtung nach den Prinzipien des Servicemanagements, z. B. nach ITIL, empfohlen.

Ein hochschulweiter Datenspeicher bildet die Grundlage für den Aufbau und die Kopplung der IT-Dienste. Es wird ein Zugang von unterschiedlichen Endgerättypen überall und jederzeit vorausgesetzt.

Das Portfolio eines hochschulweiten IT-Providers umfasst in der Regel die klassischen Dienste wie Mail, Web, Softwareverteilung, Werkzeuge für gemeinsames Arbeiten an Dokumenten, Kontoverwaltung, Domainverwaltung, Nutzerbetreuung, Sicherheitsmanagement (Zertifikate, VPN, Abuse-Behandlung, Monitoring, Antivirus, Spam-Abwehr), Speichermanagement (Dateisysteme, Datensicherung, Datenarchivierung, Apache Subversion (SVN)), Hosting und Housing, Datenbankbereitstellung, IT-Beschaffung, Videokonferenzen und ähnliche Dienste. Darüber hinaus gehören zum modernen Portfolio eines IT-Providers auch folgende übergreifende Dienste:

- Campusmanagement: Ein integriertes System für die Ressourcenverwaltung und für das Management des Student Life Cycle bildet heutzutage das Rückgrat der modernen Hochschuladministration.
- Identitätsmanagement: Einrichtungsübergreifende Prozesse und kooperative Arbeitsansätze erfordern bei personalisierten Diensten ein vertrauenswürdiges, verlässliches und zu jedem Zeitpunkt aktuelles zentrales Identitätsmanagementsystem, das alle Mitglieder zusammen mit ihren Rollen und Rechten verwaltet. Dies wird durch ein hochschulübergreifendes Single-Sign-On zur Identifizierung und Authentifizierung der Netznutzer, die Sicherung von E-Mails durch Signaturen und den Aufbau einer Public-Key-Infrastruktur (PKI) ergänzt.
- Forschungsinformationssysteme unterstützen als Teil institutioneller Informationssysteme die Bereitstellung von Informationen für die Forschungsberichterstattung.
- Learning-Management-Systeme: E-Learning bzw. Blended Learning ergänzt die Präsenzveranstaltungen mit digitalen Mehrwertangeboten und gehört zu den strategisch wichtigen IT-Kerndienstleistungen einer Hochschule. Die wesentlichen Ziele sind die aktive Einbindung der Studierenden in den Lernprozess sowie die Erschließung von neuen Zielgruppen für die Lehre durch Digitalisierung der Lehrangebote etwa in Form von Massive Open Online Courses (MOOC).
- E-Science: Wissenschaftliche Wertschöpfungsprozesse benötigen Kooperationsplattformen für die Forscherinnen und Forscher der Hochschule und ihre weltweiten Partner,

welche u. a. den Austausch von Informationen nach innen und außen, das Erstellen gemeinsamer Dokumente, das Führen gemeinsamer Kalender, die Planung von Projekten und die Verwaltung gemeinsamer Ressourcen erleichtern.

Die Bereitstellung dieser Dienste kann durch den lokalen IT-Provider (Hochschulrechenzentrum), durch einen regionalen/landesweiten Verbund oder durch einen kommerziellen Anbieter erfolgen. Vom Grundsatz her hat der lokale IT-Provider die übergreifenden personellen und maschinellen IT-Leistungen für alle Versorgungsbereiche zu erbringen bzw. zu organisieren. Darüber hinaus ist er operativ ordnend für das dezentral verteilte kooperierende IT-System verantwortlich. Dieses IT-Servicezentrum stellt vor allem ein Dienstleistungs- und Kompetenzzentrum für alle Belange der Dienstleistungsinfrastruktur dar.

3.3 Datenschutz

In den kommenden Jahren werden Zahl und Komplexität der von den Nutzern an den Hochschulen eingesetzten IT-Systeme und die damit gestützten Dienste weiterhin stark zunehmen. Darüber hinaus ergeben sich Anforderungen an den Datenschutz, auf die die Hochschulen in Form eines Sicherheitskonzeptes ein besonderes Augenmerk legen sollten. Im universitären Umfeld wird der „Freiheit von Forschung und Lehre“ ein hoher Stellenwert eingeräumt. Gleichwohl muss für den Einzelnen der Schutz seiner Privatsphäre sowie seines intellektuellen Eigentums gewährleistet sein. Daten, die unbeabsichtigt „im Netz“ gelandet sind, sind fast unmöglich wieder zu löschen, auch weil die Einschätzung der Privatsphäre im deutschen Rechtsraum eine andere ist als z. B. im amerikanischen Rechtsraum. Deshalb bedürfen Sicherheitskonzepte der kontinuierlichen Ergänzung und Vertiefung im Hinblick auf die Geschäftsprozesse der Hochschule unter Sicherheits- und Datenschutzgesichtspunkten. Ziel muss ein an den Geschäftsprozessen ausgerichteter und immer wieder aufs Neue zu durchlaufender Zyklus sein, der anhand objektiver Kriterien die Implementierung, Überwachung, Bewertung und Verbesserung aller diesbezüglichen Maßnahmen bewirkt.

3.4 Umgang mit Diensten von Drittanbietern

Die für die betreffende Hochschule strategisch wichtigen Dienstleistungen müssen in der Hand dieser Hochschule verbleiben, um deren Ausgestaltung im gewünschten Detaillierungsgrad vornehmen zu können. Ansonsten kann bei Dienstleistungen auch über Fremdbezug – insbesondere im Rahmen von ortsübergreifenden Konzepten – nachgedacht werden, vor allem, wenn dadurch eine höhere Wirtschaftlichkeit erreicht werden kann. Doch darf dabei eine Grundkompetenz nicht aufgegeben werden, um die Qualität und die Zukunftssicherheit der von außen bezogenen Dienste kompetent beurteilen zu können. Die Betrachtung der Ebenen einer Dienstleistungsarchitektur macht jedoch deutlich, dass sich weder einzelne Anwenderinnen und Anwender noch ein einzelnes Institut auf allen Ebenen mit allen Dingen befassen sollten, da eine derart große individuelle Fertigungstiefe unwirtschaftlich und für die notwendige hochschulweite Integration des Informationsmanagements ineffizient bzw. hinderlich ist.

Stattdessen sollen Konsolidierungsmaßnahmen bezüglich folgender Bereiche angestrebt werden:

- Softwaremanagement: Lizenzierung, Softwareverteilung, Systemmanagement,
- logisches Datenmanagement (Datenbanken, Verzeichnisse, Benutzerverwaltung) und physische Datenbehandlung (Speichersysteme, Datensicherung, Hochverfügbarkeit),
- Hardwaremanagement: Zusammenfassung verschiedener Server, wartungsarme Appliances, Rechner, Peripherie, Server, Multimediageräte,
- 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 Vorgaben und klar zugewiesener operativer Verantwortlichkeiten realisiert werden.

Für die Nutzung von externen IT-Angeboten und die Verlagerung von Daten und Dienstleistungen zu einem Drittanbieter muss unabhängig vom Betriebsmodell festgelegt werden, welche Schutzanforderungen bestehen. Im medizinischen Umfeld sind diese Anforderungen typischerweise besonders hoch und unterliegen noch der jeweils landesspezifischen Datenschutzgesetzgebung. Die Nutzung zum Beispiel eines Cloud-Dienstes entspricht immer einer Auftragsverarbeitung durch Dritte, die datenschutzrechtlich nur in ganz besonderen begründeten Ausnahmesituationen erlaubt ist. Es ist zu klären, wer die Verantwortung für die Datenkontrolle einschließlich der einzelnen Schritte des Datentransfers, der Datenspeicherung und der Datenlöschung hat. Typischerweise ist die Zusicherung und Überwachung dieser Aspekte ein Problem bei der Nutzung von Cloud-Diensten (siehe auch Abschnitt 3.6). Bei größeren kommerziellen IT-Providern finden sich Hochschulen und Kliniken häufig in einem ungünstigen asymmetrischen Machtverhältnis, bei dem individuelle Anforderungen und Rechtsansprüche nur schwer durchzusetzen sind. Hier ist daher eine differenzierte Einzelfallbetrachtung notwendig, welche Daten und Dienste für den Einsatz in externen IT-Angeboten geeignet sind. Schließlich müssen die Aspekte der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Kosten in einem Service Level Agreement festgehalten werden.

Bei einer Private-Cloud-Lösung bzw. in Community-Lösungen, bei denen die Daten bei Partnern aus dem gleichen Rechtsraum verbleiben und keine kommerziellen Interessen erfolgen, sind die Anforderungen an Datensicherheit und Datenschutz häufig leichter zu erfüllen. Kooperative Lösungen innerhalb des öffentlichen Wissenschaftssystems sind daher meist Angeboten von kommerziellen, externen Dienstleistern vorzuziehen.

3.5 Kosten / Nutzen der Dienstleistung

Bei IT-Diensten steht einem hohen initialen Kosten- und Betreuungsaufwand ein sehr moderates Wachstum pro zusätzlichem Nutzer gegenüber, insbesondere bei einem homogenen, einheitlichen Betriebskonzept. Kosten setzen sich hier zusammen aus Betreuungsaufwand, Investitions- und Betriebskosten. Viele Dienste können erst ab einer hohen Anzahl von Nutzern kostendeckend betrieben werden. Economy-of-Scale-Effekte sind auf der Ebene einer

Hochschule (z. B. E-Mail und Groupware, Webserver und Content-Managementsysteme) oder auch darüber hinaus (landesweit und überregional) zu erzielen. Die Hochschulen müssen von Anfang an Finanzierungsmodelle entwickeln und festlegen, die dauerhafte Erneuerung und den Erhalt der Infrastruktur sicherstellen und die Investitionszyklen für die zugrunde liegende Hard- und Software aus Entgelten für zeitlich und großenteils flexibel Nutzungsszenarien realisieren.

Ferner sind Methoden zur Bewertung der eingesetzten Dienste erforderlich. Dazu gehören beispielsweise Werkzeuge zum Monitoring der Dienstnutzung sowie regelmäßige Umfragen zur Kundenzufriedenheit, um eine fundierte Entscheidung für Ausbau, Modifikation oder Stilllegung eines Dienstes treffen zu können. Dazu gehört auch eine Betrachtung des Lebenszyklus der Dienste, damit die Erkennung des Bedarfes und die Einführung der entsprechenden Dienste systematisch erfolgen können.

3.6 Einbindung von Cloud-Diensten zum Rechnen und Speichern

Die Nutzung von Cloud-Diensten ist ein wesentlicher IT-Trend der vergangenen Jahre. Für den Betrieb von Infrastruktur ist eine Verlagerung von Rechen- und Speicherleistungen zu Anbietern von Cloud-Dienstleistungen eine interessante Alternative geworden, die Vorteile in Bezug auf Flexibilität und Kosteneffizienz verspricht. Der Trend wird aus dem privaten Umfeld unterstützt, wo Nutzer regelmäßig orts- und geräteungebunden auf Cloud-basierte Dienste zugreifen. Kommerzielle Cloud-Anbieter bieten hierfür zahlreiche attraktive Dienste und Werkzeuge an. Auch im wissenschaftlichen Bereich stellt sich damit die Frage, inwieweit Cloud-basierte Angebote eine Alternative oder Ergänzung zu den bisherigen Infrastrukturlösungen darstellen.

Als Vorteile für die Nutzer gelten die Einsparung von Anschaffungskosten für Hard- und Software sowie die Möglichkeit einer individuellen Skalierung der benötigten Kapazitäten je nach Bedarf und ohne eine längere Bindung, wie sie sich aus einer Beschaffung von Hardware ergibt. Des Weiteren lässt sich der Aufwand für Wartung, Weiterentwicklungen, Lizenz- und Personalkosten bis auf ein Minimum reduzieren. Die Verlagerung der operativen Verantwortung auf den Cloud-Anbieter führt ebenfalls zu geringerem Zeit- und Kostenaufwand. Ein weiterer wichtiger Vorteil besteht in der möglichen Nutzung gemeinsamer Plattformen für verschiedene Einrichtungen und Nutzergruppen. So kann die Arbeit an gemeinsamen Projekten im Forschungsbereich, aber auch in der Lehre bei einer dezentralen Verteilung der Nutzer durch den Einsatz gemeinsam genutzter Speicher-, Rechen- oder Bibliotheks-Clouds wesentlich vereinfacht werden. Nutzer von Cloud-Angeboten können mit geringen initialen Kosten neue Konzepte erproben und entwickeln. Cloud-basierte Infrastrukturen bieten aber auch für den Cloud-Anbieter viele Vorteile. Sie können die Anschaffungskosten für Hard- und Software auf mehr Kunden verteilen, hochgradig standardisieren und entsprechend automatisieren. Die damit verbundene Economy of Scale reduziert Verwaltungs- und Betriebskosten, z. B. durch erhöhte Auslastung einzelner Systeme und Optimierung von Energiekosten.

Ein zentrales Problem ist die entstehende **Abhängigkeit des Cloud-Nutzers vom Provider**. Je mehr Daten und Dienste an einen Cloud-Anbieter verlagert werden, desto größer ist die Abhängigkeit von diesem, da ein späterer Wechsel meist aufwendig ist und erschwert wird.

Dementsprechend ist die Beziehung zwischen Nutzer und Anbieter von Cloud-Diensten genau zu analysieren und zu bewerten. Bei der Nutzung von Cloud-Diensten sind insbesondere Aspekte zur Betriebssicherheit und Verfügbarkeit von Daten zu berücksichtigen. Die folgenden Fragen liefern hierzu Anhaltspunkte:

- Welche Sicherungsmaßnahmen gegen Datenverlust unternimmt der Anbieter?
- Wie sieht ein Notfallkonzept bei Ausfall eines Cloud-Dienstes aus?
- Wie werden Daten und Dienste gegen den Zugriff von Dritten geschützt?
- Welche Verfügbarkeit wird garantiert?
- Wie können Daten und Dienste von einem Anbieter wieder zurück in die eigene Institution oder zu einem anderen Anbieter migriert werden (Insourcing und Provider-wechsel)?
- Wie sind die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Erbringung der Dienstleistung (z. B. welcher Rechtsstand gilt: deutsch, europäisch, Drittland)?
- Welche Durchgriffsmöglichkeiten bestehen bei Verstößen oder Insolvenz eines Anbieters?

Die Schutzziele von Daten betreffen allgemein die Vertraulichkeit, Integrität, Verfügbarkeit, Authentizität, Autorisierung (Rollenkonzepte), Zurechenbarkeit und Verbindlichkeit. Für die Nutzung von Cloud-Angeboten und Verlagerung von Daten zu einem Cloud-Anbieter muss daher festgelegt werden, welche Schutzanforderungen bestehen und ob die Daten nach den nationalen Gesetzen geschützt werden müssen. Es ist zu klären, wer die Verantwortung für die Datenkontrolle einschließlich der einzelnen Schritte des Datentransfers, der Datenspeicherung und der Datenlöschung hat (siehe dazu Abschnitt 3.4).

3.6.1 Förderung von Cloud-Lösungen durch die DFG

Sobald Cloud-basierte Angebote im wissenschaftlichen Bereich eine Alternative oder Ergänzung zu den bisherigen Infrastrukturlösungen darstellen, leiten sich Fragen an die Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten von solchen Diensten ab, da hier ein Übergang von klassischen Investitionen und dem Betrieb von Geräten und Systemen hin zu einer Verrechnung von Dienstleistungen erfolgt.

Bei der Beantragung von Ressourcen für Cloud-Dienste über die DFG sind einige Randbedingungen zu beachten. So kann die DFG im Rahmen ihrer Großgeräteprogramme Investitionen in Infrastrukturen empfehlen bzw. mitfinanzieren. Betriebskosten sind dabei indes ausgeschlossen. Da es sich bei Cloud-Diensten im rechtlichen Sinne um Dienstleistungen handelt, ist die bisherige Trennung nach Investitionen und Betriebskosten nicht oder nur eingeschränkt möglich. Es ist erkennbar, dass diese Einschränkung langfristig nicht den wissenschaftlichen Anforderungen angemessen sein wird und eine neue Betrachtung benötigt.

Die DFG kann bei privaten und Community-Cloud-Lösungen jedoch Investitionen in die Cloud-Infrastruktur empfehlen bzw. mitfinanzieren und damit Best-Practice-Modelle unterstützen. Die Nutzung von Cloud-Diensten, etwa in DFG-Projekten, wird in der Regel aus der Grundausstattung zu bestreiten sein und kann, in Analogie zur Nutzung einer Dienstleistung aus einem

Rechenzentrum, nicht aus der Ergänzungsausstattung finanziert werden. Ausnahmen bedürfen einer besonderen Begründung, die verdeutlichen muss, dass projektbezogener Mehrbedarf nötig ist, der über die Grundversorgung hinausgeht.

Künftig werden stärker die Gesamtkosten (Total Cost of Ownership) von Diensten oder Experimenten betrachtet werden müssen, um damit Dienstleistungen wie Cloud-Dienste mit reinen HW/SW-Beschaffungen vergleichbar und ggf. förderbar zu machen. Die Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit von Lösungen ist darzustellen, da die Kennwerte von öffentlichen Rechenzentren zeigen, dass kommerzielle Cloud-Lösungen typischerweise nicht kostengünstiger als eigene Betriebsmodelle sind. Dies setzt jedoch hohe Automation und eine kritische Größe für die Economy of Scale voraus. Entsprechend sind Community-Cloud-Lösungen, die innerhalb des Wissenschaftssystems erbracht werden, privaten und externen Cloud-Angeboten vorzuziehen. Für Community-Cloud-Lösungen muss ein geeigneter Rechtsrahmen für den Austausch von Leistungen etabliert werden. Hier müssen u. a. Antworten zu Fragen der Steuerproblematik, des Vergaberechts und der Verrechnung von Leistungen gefunden werden.

Eine Betrachtung der aktuellen technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen zeigt, dass derzeit die Inanspruchnahme von Cloud-Diensten innerhalb eines Projektes eine sorgfältige Kosten-Risiko-Analyse erfordert. Die Fördermöglichkeit ist aufgrund der rechtlichen Randbedingungen eingeschränkt und erfordert bei einer Beantragung eine differenzierte Stellungnahme, die u. a. folgende Punkte berücksichtigen sollte:

Bei Infrastrukturanträgen (siehe dazu Kapitel 7):

- a) Eine Gesamtkostenbetrachtung inkl. laufender Kosten und bei Private bzw. Community Clouds der erforderlichen langfristigen Personalmittel. Dazu sollte eine tabellarische Übersicht über einen fünfjährigen Zeitraum aufgestellt werden.
- b) Eine Betrachtung zur längerfristigen Nutzung der Cloud-Ressourcen, dem dafür zugehörigen Finanzierungsmodell und dem Ablöseszenario bei Anbieterwechsel oder Ausstieg.

Bei Projektanträgen:

- a) Vor einer Beantragung zur Nutzung kommerzieller Cloud-Dienste wird empfohlen, zunächst die Verfügbarkeit von alternativen Angeboten von lokalen Rechenzentren, anderen öffentlichen Einrichtungen oder Campusverbänden zu prüfen.
- b) Eine Stellungnahme der lokalen Rechenzentrumsleitung bzw. eines IT-Verantwortlichen zu Art und Umfang der Ressourcennutzung sowie etwaigen alternativen Angeboten (insbesondere innerhalb der Wissenschafts-Community) sollte dem Antrag beigelegt werden.
- c) Eine Bewertung der jeweils geltenden datenschutzrechtlichen Anforderungen hat zu erfolgen, wenn externe Cloud-Anbieter genutzt werden sollen. Dies ist insbesondere erforderlich, wenn mit personenbezogenen Daten gearbeitet wird.

Die Sicherstellung der Langzeitarchivierung ist darzustellen, insbesondere im Hinblick auf die Empfehlungen zur guten wissenschaftlichen Praxis.

4 Technische Sicht

IT-Systeme im weiteren Sinne, also die einzusetzende Hard- und Software, stellen die technische Grundlage bereit, um IT-Dienste in Forschung, Lehre und Verwaltung der Hochschulen anzubieten. Die folgenden Abschnitte beschreiben verschiedene Kategorien von Hardwarekonzepten, die im Rahmen von Antragstellungen zu Investitionen regelmäßig auftreten. Zusammen mit der benötigten Software bilden sie das IT-System, das in jedem Einzelfall auch unter dem Gesichtspunkt der anfallenden Betriebskosten betrachtet werden muss. Das Kapitel richtet sich an die CIOs der Einrichtungen und die Leiterinnen und Leiter von Rechenzentren.

Bei den Rechnern konstatieren wir eine weitere Unterteilung der Leistungspyramide, wie die wachsende Nutzung und Vielfalt mobiler Geräte am unteren Ende sowie die Aktivitäten im Bereich europäischer Höchstleistungsrechenzentren am oberen Ende zeigen. Hier erfolgt eine angepasste Versorgung verschiedener Fachdisziplinen mit geeigneten IT-Systemen. Herkömmliche Rechnerarbeitsplätze und -räume werden zum Auslaufmodell – Studierende wie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nutzen in zunehmendem Maße Notebook- und Tablet-Computer als Basisarbeitsgeräte. Schließlich fällt in den Bereich der IT-Systeme auch der Themenkomplex Software, der im Rahmen von IT-Beschaffungen an Hochschulen inzwischen einen signifikant hohen Anteil ausmacht. Oft wird die Verfügbarkeit von leistungsfähiger Software und nicht der entsprechenden Geräte zum Engpass.

4.1 Netze

Das Herzstück eines verteilten Informations- und Kommunikationssystems ist die Netzinfrastruktur. Als Basisinfrastruktur muss sie hinreichend und durchgängig leistungsfähig sein, um die jetzigen sowie die sich abzeichnenden Kommunikationsdienste und verteilten Systeme bzw. Anwendungen unterstützen zu können. Die Netzinfrastruktur umfasst dabei die lokalen und hochschulinternen Bereiche, die überregionale Vernetzung sowie den Zugang zu internationalen Netzen. Durch die Aktivitäten im Bereich des Cloud-Computing kommt dem Zugang zu internationalen Netzen eine hohe Bedeutung zu.

Das Zusammenwachsen von Telekommunikationsdiensten wie Telefon oder Fax einerseits und Datenkommunikation andererseits ist unübersehbar. Dies zeigen die Entwicklungen von VoIP, Voicemail, Videokonferenzen oder die Kopplung von Telefonie-Infrastrukturen über das Deutsche Forschungsnetz und das Internet. Mit der breiteren Verfügbarkeit ausgereifter, stabiler VoIP-Technologien ist eine Ablösung klassischer Telekommunikationsanlagen durch Migration auch im Hochschulbereich auf dem Weg der stufenweisen Realisierung. Darüber hinaus sind die bei der Zusammenführung von Daten- und Telekommunikation nutzbaren Synergiepotenziale identifiziert und die organisatorisch zumeist getrennten Verantwortungsbereiche inzwischen vielfach zusammengeführt worden. 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 WLAN-Technologie 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 Internetanbindung) 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. Die WLAN-Technologie stellt eine Lösung primär für mobile Arbeitsplätze dar; sie kommt jedoch auch für stationäre Arbeitsplätze mit begrenzten Ansprüchen an Summenbandbreite und Sicherheit infrage. 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.

Die Anforderungen an die Netze werden sich in der Zukunft noch erheblich verstärken, wenn moderne mobile Geräte (wie z. B. Smartphones und Tablet-Computer) mit einer Vielzahl von neuen Funktionen integraler Bestandteil des wissenschaftsgetriebenen kollaborativen Tagesablaufes werden und entsprechend in die Netze eingebunden werden müssen. Dies ist eine neue Komplexität für die Netzinfrastruktur, die geeignet adressiert und wohl auch mit mehr Personal unteretzt werden muss, insbesondere im Kontext der notwendigen Sicherheitsarchitektur einer Hochschule.

Dies gilt in verstärkter Weise auch für die Hochschulmedizin, in der das WLAN als Service zunehmend Nicht-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftlern, in erster Linie aber Patientinnen und Patienten zur Verfügung gestellt wird. Hier müssen die erhöhten datenschutzrechtlichen Anforderungen durch spezielle Maßnahmen wie z. B. demilitarisierte Zonen, getrennte Netze usw. erfüllt werden.

Die Netzkommision der DFG hat eigene Anmerkungen¹ für Anträge auf Vernetzung im Hochschul- und Universitätsklinikbereich herausgegeben, die zu beachten sind.

4.2 Arbeitsplatzrechner und lokale Server

Der Betrieb moderner Hochschulen und Forschungsinstitute erfordert mehr denn je die Verfügbarkeit von bzw. den Zugang (auch remote) zu Rechner- und Speichersystemen aller Typ- und Leistungsklassen. Während in den vorangegangenen Kapiteln Aspekte der Netzkonzepte beleuchtet wurden, werden im Folgenden die Anforderungen an die Rechner und Software sowie die (möglicherweise mobilen) Endgeräte selbst thematisiert.

4.2.1 Arbeitsplatzrechner für Studierende

Für die Versorgung der Studierenden war früher eine flächendeckende Infrastruktur notwendig. Studierende bedienen sich heute aber meist ihrer eigenen Notebook- und Tablet-Computer bzw.

¹ DFG-Merkblatt 21.202: Hinweise zu Anträgen auf Vernetzung im Hochschul- und Universitätsklinikbereich: www.dfg.de/dfg_profil/gremien/hauptausschuss/it_infrastruktur/netzkommision/

internetfähiger Smartphones, sodass nur wenige Rechner als Zugangspunkte und für spezielle Anforderungen bereitgestellt werden müssen. Aufgabe der Institutionen ist es jetzt, flächendeckend eine geeignete Netzinfrastruktur bereitzustellen (kabelgebunden und drahtlos). Außerdem gilt wie bisher, dass auch im Rahmen des Wissenschaftler-Arbeitsplatzrechner-Programms (WAP) beschaffte Systeme in Einzelfällen zu Ausbildungszwecken eingesetzt werden können, etwa für forschungsnahe Lehre (Abschlussarbeiten usw.).

4.2.2 Arbeitsplatzrechner für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler

Für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler können Arbeitsplatzrechner nach wie vor im Rahmen des Wissenschaftler-Arbeitsplatzrechner-Programms beantragt und finanziert werden². Es ist zu beachten, dass die im Rahmen des WAP beantragten Rechner in lokale Strukturen (Cluster) eingebunden und durch Server (lokal, zentral oder virtualisiert) für zentrale Dienste ergänzt werden müssen. Hierdurch muss ein erkennbarer Synergieeffekt entstehen. Für den Betrieb und die Nutzung einschließlich Datenarchivierung und Datensicherung sind geeignete Konzepte zu entwickeln und darzulegen. Aus der Einbindung in das IT-Gesamtkonzept der Hochschule müssen die über die lokalen Strukturen hinausgehenden Anbindungen an das Rechenzentrum und die Einbettung in die übrige IT-Struktur erkennbar sein.

Auswahl der Komponenten. Die große Mehrzahl der Aufgaben kann heute mithilfe kostengünstiger PCs bewältigt werden. Aus Gründen der Zuverlässigkeit und des Wartungsaufwands wird der Einsatz hochwertiger Komponenten empfohlen. Bei der eingesetzten Software sollten Standardlösungen mit offengelegten Speicherformaten und offenen Schnittstellen bevorzugt werden. Wo immer möglich sollten Open-Source-Umgebungen gefördert werden.

Mobile Komponenten. Heute steht eine große Vielfalt mobiler Komponenten in Form von Notebook- und Tablet-Computern und internetfähigen Smartphones zur Verfügung, die in entsprechenden Projekten neue Möglichkeiten eröffnen und Impulse für Innovationen geben können. Darüber hinaus ist verstärkt zu beobachten, dass Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in wachsendem Maße Notebooks als Arbeitsplatzrechner einsetzen – an die Stelle des stationären Erstrechners tritt dabei nur noch eine Docking-Station. In diesem Sinne werden auch in WAP-Anträgen mobile Rechner stationären grundsätzlich gleichgestellt, sofern erstens die Großgeräteeigenschaft im obigen Sinne gewahrt ist und zweitens die mobilen Rechner im Antrag begründet werden.

4.2.3 Lokale Rechnercluster und Speichersysteme

Für sehr rechen- und/oder speicherintensive Anwendungen beispielsweise aus dem Bereich der numerischen Simulation und/oder datenintensiven Wissenschaft können in Sonderfällen auch dezentrale Rechnercluster und Speichersysteme mit Kosten von typisch bis zu circa 500 000 Euro erforderlich sein. Deren Beschaffung und lokaler Betrieb sind jedoch nur sinnvoll, wenn sie lokal ausgelastet werden können, hardware- und softwaremäßig für die spezifischen

² DFG-Merkblatt 21.11: Hinweise zu WAP-Anträgen im Programm "Großgeräte der Länder": www.dfg.de/formulare/21_11/21_11_rtf.rtf

Aufgaben ausgestattet sind sowie wenn ihr sachgemäßer Betrieb gewährleistet ist. Oftmals wird deshalb alternativ die Erweiterung eines zentralen Clusters mit dediziertem Nutzungsrecht, gerade auch im Hinblick auf einen effizienten Betrieb, sinnvoller sein. Solche Systeme können zentrale Hoch- und Höchstleistungsrechner ergänzen und entlasten. Beschaffungen in dieser Größenordnung bedürfen einer besonderen wissenschaftlichen Begründung und eines detaillierten Betriebs-, Nutzungs- und Einbettungskonzepts in Abstimmung mit dem CIO oder dem IT-Servicezentrum.

Ist ein lokales Rechnercluster für eine Arbeitsgruppe eine angemessene Infrastruktur, so muss möglicherweise auch ein lokales Speichersystem vorgesehen werden, das die Datenhaltung während der wissenschaftlichen Arbeitsabläufe gestattet. Hier können RAID-Systeme zum Einsatz kommen, die die Vor- und/oder Nachverarbeitung umfangreicher Datenmengen mit kurzen Zugriffszeiten erlauben. Langzeitdatenarchivierung sowie die Sicherung der Ergebnisse und die Zurverfügungstellung von Daten für Dritte sollte in der Regel über zentrale Server abgewickelt werden.

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 in aller Regel 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 weiter zu nutzen. Die Folgekosten sollten durch Beschaffung von Systemen mit mehrjähriger Garantie niedrig gehalten werden.

In die Wirtschaftlichkeitsberechnung sind auch die Betriebs-, Wartungs- und Personalkosten mit einzubeziehen. Insbesondere die jährlichen Stromkosten müssen berücksichtigt werden. 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.

4.3 Hoch- und Höchstleistungsrechner

Hoch- und Höchstleistungsrechner stellen für viele Wissenschaften eine unverzichtbare Forschungsinfrastruktur dar, ohne die eine Erkenntnisgewinnung nicht möglich ist. Der Wissenschaftsrat hat deren Bedeutung in seinen Empfehlungen zur Finanzierung des Nationalen Hoch- und Höchstleistungsrechnens in Deutschland³ im April 2015 deutlich zum Ausdruck gebracht. Die Neustrukturierung im Rahmen der geplanten Nationalen Zentren für Hoch- und Höchstleistungsrechnen wird Rückwirkungen auf die in diesen Empfehlungen getroffenen Aussagen haben. Die folgenden beiden Abschnitte gehen vom Stand der Beschaffungsplanung vor dieser Neustrukturierung aus.

³ WR-Drs. 4488-15 www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/4488-15.pdf

4.3.1 Hochleistungsrechner

Für Hochschulen mit wissenschaftlich begründetem Bedarf können auch eigene Hochleistungsrechner mit einem Investitionsvolumen von typischerweise bis zu circa 5 Mio. Euro beantragt werden. Solche Rechner sollten stets in ein landesweites Versorgungskonzept einbezogen werden. Sie sollten auch Arbeitsgruppen sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zugänglich sein, für die der Betrieb eines eigenen Hochleistungsrechners unwirtschaftlich ist, deren Bedarf aber die Nutzung der Höchstleistungsrechner nicht rechtfertigt. Ebenso dienen diese Systeme der Qualifikation von Projektmitarbeiterinnen und -mitarbeitern und somit der Vorbereitung von Projekten sowie Programmen für Höchstleistungsrechner. In diesem Kontext sollten die Standorte Qualifizierungs- und Ausbildungskonzepte nachweisen, die z. B. in eine universitäre Strategie für die simulationsbasierten und datengetriebenen Wissenschaften (CSE) eingebettet sein können.

Der Bedarf mehrerer Hochschulen eines Landes (oder mehrerer Länder) an Hochleistungsrechenkapazität kann auch von gemeinschaftlich genutzten (Landes-)Hochleistungsrechnern mit einem Beschaffungsvolumen von circa 5 bis 15 Mio. Euro abgedeckt werden, wie sie von den Mitgliedern der Gauß-Allianz, einem Zusammenschluss von Hochleistungsrechenzentren der Ebene 2 (also unterhalb der nationalen Höchstleistungsrechner), bereitgestellt werden. Grundsätzlich sollte für alle Hochleistungsrechner gelten, dass die Rechenzeit nach wissenschaftlichen Kriterien und nur für solche Projekte vergeben wird, die nicht auf nachgeordneten Systemen bearbeitet werden können.

Hochleistungsrechner – wie auch die nachfolgend angesprochenen Höchstleistungsrechner – dienen der unmittelbaren Unterstützung von Forschung, da sie einerseits Gegenstand von Forschung sind, wenn auf ihnen neuartige Lösungsstrategien entwickelt werden, und andererseits Geräte für die Forschung, wenn mit ihrer Hilfe hoch rechenintensive Simulationen zur Lösung von sehr komplexen Problemen durchgeführt werden, die ansonsten nicht oder nicht mit vertretbarem Aufwand behandelt werden können. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Gemeinsame Wissenschaftskonferenz auf Empfehlung des Wissenschaftsrates 2008 eine sogenannte programmatisch-strukturelle Linie „Hochleistungsrechner“ eingeführt hat. An der Erarbeitung der leicht modifizierten Kriterien für die Förderfähigkeit nach Art. 91b GG war die DFG maßgeblich beteiligt. Die Gauß-Allianz hat in der Folge die Erfüllung dieser Kriterien zur Beitrittsbedingung gemacht.

4.3.2 Höchstleistungsrechner

Für bestimmte Klassen von Anwendungen, vor allem aus dem Bereich der numerischen Simulation und Optimierung (oft auch als Grand Challenges bezeichnet), sind Höchstleistungsrechner erforderlich, deren Beschaffungswert zurzeit deutlich oberhalb von 15 Mio. Euro liegt. Die Verfügbarkeit solcher Systeme ist heute unabdingbare Voraussetzung für die Wettbewerbsfähigkeit der nationalen Forschung und Technologie. Durch Koordination bei den Beschaffungen muss sichergestellt werden, dass in Deutschland jeweils mindestens ein Rechner der neuesten Generation zugänglich ist, der zu den weltweit 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 Durchsatzraten benötigt werden. Insbesondere muss die Nutzung der Ergebnisdaten meist über Visualisierungssysteme lokal erfolgen. Für einen modernen Wissenschaftsbetrieb müssen ebenfalls leistungsfähige Speicher- und Archivierungssysteme bereitgestellt werden.

Wegen des hohen Investitionsvolumens muss sichergestellt werden, dass Höchstleistungsrechner ausschließlich für Probleme eingesetzt werden, die ein System dieser Leistungsfähigkeit auch unabdingbar benötigen. Sie dürfen nicht für die Abdeckung des Grund- und Hochleistungsrechenbedarfs der Hochschulen herangezogen werden. Der Zugang bedarf daher einer Kontrolle, die den sachgemäßen Gebrauch dieser teuren Ressourcen sicherstellt. Diese Aufgabe kommt den hierfür eingerichteten Lenkungsausschüssen der Höchstleistungsrechenzentren zu, die zukünftig auch stärker international besetzt werden sollten.

In den letzten Jahren hat sich auch die Landschaft des Höchstleistungsrechnens (HPC) in Deutschland stark organisiert und strukturiert. Im Gauß-Zentrum für Supercomputing haben sich die drei derzeitigen nationalen Höchstleistungsrechenzentren in Jülich (JSC), Stuttgart (HLRS) und Garching (LRZ) zusammengeschlossen. Das Gauß-Zentrum vertritt Deutschland im europäischen Projekt bzw. Konsortium PRACE und bereitet die Installation europäischer Höchstleistungsrechner in Deutschland vor. In der bereits erwähnten Gauß-Allianz finden sich ausgewählte Hochleistungsrechenzentren der zweiten Ebene. Gauß-Allianz und Gauß-Zentrum stimmen sich dabei eng ab, um alle Erfordernisse hinsichtlich Versorgung mit Rechenkapazität, Bereitstellung einer kompetitiven Forschungsinfrastruktur sowie Gewährleistung der Ausbildung für die Top-Systeme zu erfüllen. Die Ebene 2 der Rechnerversorgung, die neben thematischen HPC-Zentren insbesondere universitäre Zentren mit regionalen Aufgaben beinhaltet, ist dabei von besonderer Bedeutung für die Vitalität des HPC-Ökosystems in Deutschland, da diese Zentren als Kompetenzzentren für die Breite der wissenschaftlichen Anwendungen neue Anwendungsfelder erschließen und so die Inkubatoren für die Grand Challenges von morgen sind⁴. Angesichts der rapide steigenden Komplexität der Rechner und ihrer sachgemäßen Programmierung gewinnen Ausbildung und Qualifizierung im HPC eine besondere Bedeutung.

4.4 Server für zentrale Basisdienste

Neben Computervern sowie Hoch- und Höchstleistungsrechnern sind leistungsfähige Server erforderlich, die Basisdienste anbieten und ein sinnvolles Arbeiten im vernetzten Umfeld überhaupt erst ermöglichen. Durch das wachsende Spektrum an Diensten nimmt dabei auch die Vielfalt an Servern stetig zu – mit entsprechend unterschiedlichen Funktionalitäten, Gerä-

⁴ Positionspapiere des Wissenschaftsrates „Strategische Weiterentwicklung des Hoch- und Höchstleistungsrechnens in Deutschland“ (WR-Drs. 1838-12 www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/1838-12.pdf) und „Bedeutung und Weiterentwicklung von Simulation in der Wissenschaft“ (WR-Drs. 4032-14 www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/4032-14.pdf)

tetypen, Dimensionierungen oder besonderen Anforderungen wie Ausfallsicherheit. Der Ausfall solcher Server hat meist dramatischere Konsequenzen als der Ausfall eines Computerservers. Daher ist beim Betrieb dieser Server auf hohe Sicherheit und hohe Verfügbarkeit zu achten; das Aufstellen in separaten Räumen mit beschränktem Zugang sollte selbstverständlich sein. Die Thematik der Datenhaltung wird separat in Abschnitt 4.5 diskutiert – hier sollen zunächst Aussagen zu Servern allgemein und anschließend zu speziellen Servern jenseits Compute- und Datenservern gemacht werden.

Bezüglich der Betriebsmodelle ist eine zunehmende Ausweitung des Spektrums an Optionen zu beobachten. Nicht jeder lokal erforderliche Dienst bedarf auch eines entsprechenden lokal verfügbaren Servers. Ob ein Antrag daher eigenständige Serverkomponenten für bestimmte Dienste enthalten sollte, ob ein zentraler Server durch Vorsehen eines Upgrades oder einer Erweiterung im Antrag ausgebaut werden sollte oder ob gleich der Weg über eine zentral zur Verfügung gestellte Dienstleistung im Sinne einer Virtualisierung des Servers gewählt werden sollte, ist in jedem Einzelfall anhand der konkreten Gegebenheiten sowie anhand der IT-Strategie zu prüfen und zu entscheiden.

Eine Reihe von nicht originär mit wissenschaftlichen Aufgaben befassten Netzdiensten ist inzwischen von derart fundamentaler Bedeutung für das Funktionieren wissenschaftlicher Einrichtungen, dass die zentralisierte Bereitstellung von Diensten und Servern die sinnvollste Lösung darstellt. Beispiele hierfür sind Webservices ebenso wie Mailservices.

Es kann zweckmäßig sein, dass mehrere Einrichtungen derartige Server entweder gemeinsam betreiben, um Synergieeffekte zu erzielen, oder entsprechende Dienste auszulagern. Neben der rechtlichen Lage (Vertraulichkeit von Daten) sind auch Zusagen bezüglich der Weiterentwicklung von Diensten zu prüfen, damit nicht später ein Verharren auf technologisch veralteten Diensten vertraglich erzwungen werden kann.

4.5 Speicher- und Archivierungssysteme

4.5.1 Allgemeine Bemerkungen

Die Gewinnung wissenschaftlicher Daten, ob aus Messungen oder aus Computersimulationen, ist in aller Regel mit hohem Aufwand an Gerätelaufzeit und an Arbeitszeit verbunden. Gleichzeitig stellen solche Daten aber oft die Hauptquelle für den wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn dar. Hieraus entwickeln sich unter dem Schlagwort „Big Data“ derzeit neue datenintensive Wissenschaftszweige. Aktuell liegen relevante Datenmengen im Bereich von Petabyte und steigen in ihrem Umfang exponentiell an. Einer professionellen Datenhaltung und -verwaltung, die dann auch eine effektive und effiziente Datenexploration gestattet, kommt daher eine zentrale Bedeutung zu. Zahlreiche große Datenrepositorien, die z. B. im Bereich des Large Hadron Colliders, der Lebenswissenschaften mit ihren Sequenzierern und Mikroskopen, der Klimaforschung und der Geisteswissenschaften durch die Digitalisierung von Bild- und Textquellen entstanden sind, aber auch die Bemühungen der DFG, grundsätzlich die wertvollen Datenbestände von Verbundvorhaben wie Sonderforschungsbereichen nachhaltig zu sichern, unterstreichen die Wichtigkeit dieser Thematik.

Die Konzentration von Daten auf geeigneten Servern ist hierbei unerlässlich. Bei der Konzeption eines Datenservers sind alle Besonderheiten der zu speichernden Daten im Hinblick auf Sicherheit, Zugriffshäufigkeit und -charakteristik zu berücksichtigen. Zugriffswege umfassen skriptfähige Kommandozeilenschnittstellen und interaktive webbasierte grafische Benutzungsschnittstellen. Cloud-Speichersysteme bieten weitere bequeme Funktionalitäten zum Datenaustausch zwischen Forschern und unterstützen auch einen disziplinübergreifenden Austausch. Automatisierte Backup- und Archivierungslösungen, die von einer leistungsfähigen zentralen Einrichtung angeboten werden, sind lokalen Lösungen oft überlegen und haben zudem den Vorteil einer Datenhaltung an einem anderen Ort. Welche Speichertechnologie zur Datensicherung eingesetzt wird, muss in einer Gesamtkostenrechnung entschieden werden, die auch die Betriebskosten berücksichtigt. Ein Archivsystem muss dabei zumeist auch Konzepte zur Langzeitarchivierung vorsehen (siehe den nachfolgenden Abschnitt 4.5.2). Speichertechnologien wie Storage Area Network (SAN) oder Network Attached Storage (NAS) haben sich hier bewährt und können die Betriebssicherheit steigern. Letztlich muss die Frage der Replikation von Datenbeständen betrachtet werden, um schnelle Zugriffe von verschiedenen Orten aus zu ermöglichen.

Ein Datenhaltungskonzept beinhaltet auch eine Katastrophenvorsorge. Hierzu gehören nicht nur die Lagerung von Kopien an einem anderen Ort, sondern auch geeignete Vorkehrungen, die Zeit bis zur Wiederherstellung der Daten nach einem Totalausfall abzufedern, beispielsweise über zeitnahes Kopieren auf Onlinespeicher zusätzlich zur Datensicherung in ein Bandsystem.

4.5.2 Langzeitarchivierung

Die zunehmende Digitalisierung führt gerade beim Langzeitmanagement von Dokumenten und Forschungsdaten zu neuen Problemen, die inzwischen in ihrem vollen Ausmaß sichtbar werden. Neben herkömmlichen Inhalten wie verwaltungstechnischen und juristischen Dokumentationen (Zeugnisse, Verwaltungsvorgänge, Zulassungen, Urteile, Gutachten usw.) spielen im Wissenschaftsbereich Forschungsrepositorien oder genuin völlig neuartige Archivierungsobjekte wie 3-D-gescannte archäologische Objekte, CAD-Modelle, Multimediaobjekte usw. eine zunehmend wichtigere Rolle. Die beispielsweise im Bereich der Lebenswissenschaften resultierende Menge zu integrierender und nachhaltig zu speichernder Daten wird bald um Größenordnungen über den jetzigen Volumina liegen und ganz neue Konzepte für die Langzeitspeicherung und Wiedergewinnung der Daten erfordern. Die Entwicklung fehlertoleranter und dauerhafter Speichersysteme jenseits des Petabyte-Bereichs, die mit derartigen Datenmengen effizient umgehen können, ist selbst ein aktuelles Forschungsgebiet, das von der DFG bereits unterstützt wird. Auch hier müssen wir durch den sich beschleunigenden Fortschritt bei Systemen, die Daten generieren, mit einem exponentiellen Wachstum der zu archivierenden Datenmengen rechnen. In diesem Zusammenhang müssen auch steigende Betriebskosten für Strom und Magnetbänder betrachtet werden. Sie stellen nicht länger einen vernachlässigbaren Kostenfaktor dar. Die Komplexität erhöht sich zusätzlich dadurch, dass Daten, auch wenn sie fehlerfrei gespeichert sind, aufgrund der immer schneller erfolgenden Technologie- und Medienwechsel oftmals bereits nach wenigen Jahren auf neue Speichertechnologien migriert werden müssen, um

rekonstruierbar und lesbar zu bleiben. Dies spielt insbesondere dort eine wichtige Rolle, wo Daten oft über Jahrzehnte oder noch länger rückgewinnbar sein müssen, da sonst große persönliche, rechtliche oder gesamtwirtschaftliche Verluste entstehen. Alte Daten können heute oft nur mit sehr großem Aufwand erneut ausgewertet werden, insbesondere müssten komplexe standardisierte Datenverwaltungsstrukturen entwickelt werden, um unabhängig vom jeweiligen Versuchsleiter auch nach vielen Jahren noch den Aufbau und die Struktur der abgelegten Daten nachvollziehen zu können. Hierzu ist insbesondere die Zuweisung von persistenten Identifikatoren zu Datensätzen ein wichtiger Gesichtspunkt sowie die Qualitätssicherung und das Qualitätsmanagement der Datensätze. Schließlich erfordert eine Langzeitarchivierung von Daten über Jahrzehnte hinweg ein dauerhaft verfügbares Servicepersonal. Entsprechende Stellen sind zu schaffen.

4.6 Software

In vielen IT-relevanten Bereichen der Wissenschaft spielt Software heute eine Schlüsselrolle. In vielen Fällen wird Fremdsoftware benötigt, die zum sachgemäßen Betrieb der IT-Infrastruktur beschafft und betrieben werden muss. Bei allen IT-Beschaffungsanträgen ist ein wachsender Anteil an solcher Software zu beobachten. Dies umfasst Systemsoftware, Betriebssoftware, Softwarewerkzeuge sowie Anwendersoftware. Auch wenn hierbei typischerweise jeder Einzelfall seine eigene Charakteristik aufweist, so gilt es doch, einige Vorgehensweisen zu beachten, die im Folgenden kurz dargestellt werden sollen.

Stets sollten alle infrage kommenden Softwarealternativen geprüft werden. So sind verschiedentlich Softwaremonokulturen entstanden, in denen ein bestimmtes Produkt nahezu automatisch beschafft werden soll – ohne eigentliche inhaltliche Gründe. Zudem sind beim Kostenvergleich stets die Gesamtkosten (Beschaffungspreis und Folgekosten) heranzuziehen.

Außerdem sind die verfügbaren Lizenzmodelle genau zu vergleichen. Von Fall zu Fall können Einzellizenzen, Mehrfachlizenzen, Floating-Lizenzen, unbeschränkte Campuslizenzen oder Landeslizenzen die günstigste Lösung darstellen. In manchen Ländern wird etwa mit Landeslizenzen bereits sehr professionell umgegangen, andernorts prägen immer noch rein lokale Beschaffungsentscheidungen das Bild. Hier besteht nach wie vor großes Einsparpotenzial. Voraussetzung ist natürlich, dass die jeweiligen Lizenznehmer transparente und komfortable Mechanismen zur Distribution etablieren, z. B. über Webportale.

Zu beachten sind auch bei Software die Folgekosten, also etwa Wartung, Updates, Lizenzverwaltung oder schlicht Aufbau und Bereitstellung von Know-how zu Bedienung und Betrieb. Auch hier spricht vieles für großvolumige Lizenzpakete. Schließlich sind auch die Softwareanbieter in der Pflicht, ihre Lizenzmodelle den Bedürfnissen der Hochschulen sowie den technischen Entwicklungen anzupassen. Es ist kritisch zu beobachten, dass Verhandlungen mit Lizenzgebern in Monopolstellungen oder bei hohem Wechselaufwand bei Vertragsverlängerungen zunehmend problematisch werden. Durch fehlende Alternativen finden sich Hochschulen in einer schlechten Verhandlungsposition. Die Nachhaltigkeit von kommerzieller Software ist dementsprechend kritisch zu prüfen und bei der langfristigen Planung zu beachten.

Bei der Lizenzierung von Softwareprodukten für Parallelrechner ist auf eine angemessene Anzahl von nutzbaren Rechnerknoten zu achten. Beispielsweise benötigt man für eine parallele

Debugger-Software typischerweise eine kleinere Menge lizenzierter Rechnerknoten als für eine Leistungsanalysesoftware.

Neben der Fremdsoftware gewinnt in vielen Wissenschaftszweigen auch die selbst entwickelte Software zunehmend an Bedeutung. Dies ist z. B. der Fall, wenn komplexe wissenschaftliche Modelle algorithmisch formuliert und in Software realisiert werden. Der Aufwand und die Kosten zur Erstellung wissenschaftlicher Software werden jedoch bislang häufig unterschätzt, besonders da wissenschaftliche Software oft sehr langlebig ist und teils über Jahrzehnte hinweg weiterentwickelt und genutzt wird. Dementsprechend repräsentiert solche Software immer mehr die wissenschaftliche Essenz von Forschungsergebnissen und muss in solchen Fällen als gleichrangig mit traditionellen wissenschaftlichen Qualitätskriterien bewertet werden. Die nachhaltige und professionelle Entwicklung solcher Software muss dazu jedoch Kriterien wie Nachvollziehbarkeit und Überprüfbarkeit stärker berücksichtigen und eine kritische Evaluation durch die wissenschaftliche Fachcommunity zulassen. Diese Entwicklungen stehen noch am Anfang, sollten wegen ihrer fundamentalen Bedeutung aber auch in Förderanträgen schon jetzt berücksichtigt werden.

4.7 Querschnittsthema Gesamtkostenbetrachtung

Beim Betrieb von Rechner- und Speichersystemen sollte stets eine Betrachtung aller Kosten erfolgen. Neben den einfach zu bestimmenden Investitionskosten sind in der Betriebsphase insbesondere die Kosten für elektrischen Strom und für das Personal zur Betreuung des Systems und seiner Benutzer zu kalkulieren. Für Hoch- und Höchstleistungsrechner ist das insbesondere in den in Abschnitt 4.3 angeführten Empfehlungen des Wissenschaftsrates ausdrücklich als künftige Finanzierungsgrundlage herausgestellt.

Unter dem plakativen Schlagwort „Green IT“ hat sich die Thematik der Energieeffizienz von IT-Produkten in das Bewusstsein auch einer breiteren Öffentlichkeit gebracht. Energieeffizienz ist dabei nicht nur eine Frage ökologischer Verantwortung, sondern auch harter ökonomischer Effizienz.

Für IT-Anträge muss dies bedeuten, dass Energieverbrauchs-betrachtungen heute unentbehrlicher Bestandteil sein müssen. Leistungsaufnahme, Stromverbrauch für den Rechenbetrieb, Stromverbrauch für die Kühlung – diese Kerndaten einer Anlage bestimmen die Betriebskosten über die erwartete Gesamtlaufzeit maßgeblich mit und sie müssen somit auch in die Bewertung der Angebote mit einfließen.

Gleiches gilt für die Personalkosten. Komplexe Rechner- und Speichersysteme können nicht ohne passenden personellen Einsatz erfolgreich dauerhaft betrieben werden. Die entsprechenden Finanzmittel für einen effizienten Betrieb sind zu kalkulieren und bereitzustellen. Zusätzlich muss stets betrachtet werden, dass eine Erhöhung der Personalaufwendungen in bestimmten Bereichen (z. B. zur Analyse und Optimierung der Energieeffizienz des Systems) erhebliche Einsparungen bei anderen Kosten (hier z. B. den Stromkosten) erzielen kann. Eine betriebswirtschaftliche Gesamtkostenbetrachtung wäre in jedem Fall wünschenswert.

5 Spezielle Profile

IT spielt auch in weiten Bereichen der Schwerpunktsetzung und Profilbildung eine zunehmende Rolle. In Kapitel 2 wird auf diese Bedeutung allgemein hingewiesen. Das folgende Kapitel enthält spezifische Empfehlungen zu solchen Themen, die nicht notwendigerweise an jeder Hochschule vertreten sind, gleichwohl aus IT-Perspektive Besonderheiten und Rahmenbedingungen aufweisen, die eine gesonderte Darstellung und Bündelung rechtfertigen. Darüber hinaus sind weitere IT-intensive Spezialisierungen an Hochschulen vertreten, die aber keiner gesonderten Empfehlungen bedürfen. Datenintensive IT, etwa in der Visualisierung, Robotik oder Virtualisierung, wären dafür Beispiele.

Das Kapitel richtet sich an CIOs sowie an die Leitungen entsprechender Einrichtungen.

5.1 IT im Bereich wissenschaftliches Hochleistungsrechnen (HPC)

Realitätsgetreue Simulationen haben sich in vielen Fächern als grundlegende Methodik des Wissenserwerbs etabliert. Die Entwicklung neuer Simulationsmethoden und deren sachgemäße Realisierung wird im Englischen oft mit dem Begriff „Computational Science and Engineering“ (CSE) zusammengefasst. Die wissenschaftliche Arbeit im CSE erfordert in besonderer Weise den Zugriff auf hochwertige IT-Infrastrukturen, denn Simulationsaufgaben zählen oft zu den rechenaufwendigsten Computeranwendungen überhaupt. Das Gebiet CSE ist somit eng mit dem Hochleistungsrechnen (HPC) verflochten. Die Entwicklung und Anschaffung sowie der Betrieb von Hochleistungsrechnern erfolgen überwiegend für wissenschaftliche Aufgaben, die dem Fachgebiet CSE zuzuordnen sind. Simulationsrechnungen benötigen im Gegensatz zu vielen anderen IT-Anwendungen oft eine sehr enge Kopplung der Systemkomponenten. Damit werden speziell auf diesen Bedarf abgestimmte Rechnerarchitekturen erforderlich, weil viele der rechenintensiven Simulationsaufgaben nicht effektiv mit Standardarchitekturen oder mit Cloud- oder Grid-Diensten erbracht werden können. Im Bereich des wissenschaftlichen Hochleistungsrechnens und CSE sind besonders das DFG-Schwerpunktprogramm „Software for Exascale Computing“ (SPPEXA) zu nennen sowie eine Ausschreibung aus dem Bereich „Performance Engineering“.

Computersimulationen schaffen erstmals die Möglichkeit, dass theoretische Modelle eine konkrete Vorhersagekraft erlangen, wie es weder mit klassischer Theorie allein noch mit Experimenten möglich ist. Die Klimaforschung stellt ein Beispiel dar, wie aus einer simulationsbasierten Wissenschaft tiefgreifende politische Konsequenzen abgeleitet und damit nationale und globale gesellschaftliche Umwälzungen ausgelöst werden. Damit gewinnt die CSE-Forschung eine bislang noch zu wenig beachtete Bedeutung, denn oft wird es erst durch die prädiktive Qualität von Simulationsrechnungen möglich, dass wissenschaftliche Ergebnisse als Grundlage für ökonomische und gesellschaftliche Entscheidungen genutzt werden. Hieraus leiten sich umgekehrt stringente neue Anforderungen für die Qualität und Korrektheit simulationsbasierter wissenschaftlicher Arbeit ab. Insbesondere gewinnt die Simulationssoftware selbst erheblich an Bedeutung. Die daraus abzuleitenden Fragen werden allerdings in den traditionellen Disziplinen kaum behandelt, da der durch das Gebiet CSE ausgelöste Wandel noch nicht adäquat umgesetzt ist. Deshalb hinkt auch die Analyse der Chancen und Risiken

weit hinter der Realität her. Es besteht erheblicher Nachholbedarf hinsichtlich der Sicherung der Nachhaltigkeit von wissenschaftlicher Software; es fehlen noch Vorgaben und Kriterien, die die Reproduzierbarkeit von Simulationsergebnissen sicherstellen und die eine systematische Überprüfung auf wissenschaftliche Korrektheit ermöglichen.

Computerprogramme, die komplexe wissenschaftliche Phänomene algorithmisch modellieren, sind damit ein Kernergebnis der CSE-Forschung und letztlich auch ein Forschungsziel von HPC-Investitionen. Software muss deshalb vermehrt als kreative wissenschaftliche Arbeit anerkannt werden, aber im Gegenzug müssen für wissenschaftliche Software neue Qualitätsmaßstäbe z. B. hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit und hinsichtlich der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse entwickelt und angewendet werden. Dies gilt besonders, wenn Simulationssoftware als Grundlage für technische, politische oder gesellschaftliche Entscheidungen dient.

Hochwertige CSE-Forschung ist eine der Grundvoraussetzungen dafür, dass Hochleistungsrechner effektiv genutzt werden können. Deshalb sollten Kriterien wie die Performanz und die Nachhaltigkeit von Software als Kernkomponente simulationsbasierter Forschung vermehrt auch zur Bewertung von HPC-Anträgen eingefordert und mit evaluiert werden.

Zu dieser Thematik sei auch auf das aktuelle Positionspapier des Wissenschaftsrates zum Thema „Bedeutung und Weiterentwicklung von Simulation in der Wissenschaft“ verwiesen⁵.

Fortschritte im CSE und HPC erfordern auch, dass diese Themen besser in der universitären Ausbildung verankert werden. Die notwendigen Maßnahmen reichen von dem Angebot spezieller fokussierter Kompaktkurse für reine HPC-Nutzer über das Angebot von Weiterbildungsvorlesungen in Simulationstechnik und HPC für die Studierenden klassischer Fächer bis hin zur Konzeption neuer interdisziplinärer Studiengänge im Fach CSE.

5.2 IT in der Universitätsmedizin

Die Informationstechnologie wird für immer mehr Arbeitsprozesse der forschenden und versorgenden Medizin relevant und führt inzwischen zu einer langsam fortschreitenden Transformation des gesamten Gesundheitssystems in Richtung neuer und oft anders gestalteter Arbeitsprozesse. Dies betrifft nicht nur das traditionelle Daten- und Informationsmanagement, sondern auch alle technisierbaren Prozesse der Diagnostik und Therapie sowie der Logistik, bis hin zu einer neuen Generation von Entscheidungsunterstützungs- bzw. Wissensaufbereitungssystemen, die wiederum großen Einfluss auf die Ausbildung zur Ärztin bzw. zum Arzt sowie auch anderer Heilberufe haben werden. Die Effizienz dieser Informationsinfrastrukturen wird zunehmend zum entscheidenden Erfolgsfaktor für die Universitätsmedizin in der Krankenversorgung, Forschung und Lehre – gerade auch im internationalen Wettbewerb.

⁵ WR-Drs. 4032-14 www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/4032-14.pdf

5.2.1 IT-bezogene Herausforderung

Erheblicher neuer Integrationsbedarf besteht bei der Einbindung von neuen medizinischen Daten aus den Omics-Laboren sowie von Daten aus verschiedensten Anwendungen der Sensortechnik durch die Patientinnen und Patienten oder im Rahmen ärztlicher Diagnostik (Big Data).

Die Integration von Medizin- und Labortechnik mit der patientenzentrierten Behandlungsunterstützung nimmt weiter zu.

Anschluss an die E-Health-Infrastruktur in Deutschland: Durch das E-Health-Gesetz ist absehbar, dass in den kommenden Jahren alle Universitätskliniken ihre Zusammenarbeit mit anderen Versorgungseinrichtungen in Deutschland ausbauen und ihre vorhandenen IT-Installationen anpassen müssen. Dabei kristallisiert sich heraus, dass die einrichtungsübergreifenden, Elektronischen Patientenakten (EPA) eine wesentliche Bedeutung bei der Bündelung isolierter Verfahren der Gesundheitstelematik besitzen und die Basis einer Gesundheitstelematikinfrastruktur bilden. Zu berücksichtigen sind hierbei die zunehmenden Anforderungen von Patientinnen und Patienten, Daten in einer EPA einsehen und Berechtigungen steuern zu können bzw. Daten zu im- und exportieren. Es werden neue Formen kooperativer Behandlung entstehen, die auf Basis einer EPA in Verbindung mit telemedizinischen Verfahren zu der Einbindung weiterer Leistungsträger wie der mobilen Pflege, Heime aller Art, der Rettungsdienste und der sorgenden Gemeinschaft führen. Gleichzeitig werden diese Datenbestände auch eine wesentliche Datenquelle für das Wissensmanagement (s. u.) und die phänotyporientierte Forschung als auch für die Versorgungsforschung darstellen.

Neue Datenproduzenten: Die klinischen IT-Landschaften werden gegenwärtig von den traditionellen IT-Systemen zur Krankenversorgung und den hierfür erforderlichen IT-Strukturen und Datenmengen geprägt. In den kommenden Jahren werden in die Universitätsmedizin mehrere Verfahren Einzug halten, die diese Datenmengen um ein Erhebliches übersteigen. Dazu gehören die extrem datenintensiven Laborverfahren der molekularen Diagnostik (NGS, Omics), neue medizintechnische Verfahren zur Messung von nahezu beliebigen Körperfunktionen („Sensorik“), neue Verfahren der Bilddiagnostik und auch die Digitalisierung der Pathologie. Zusätzlich werden wissenschaftlich genutzte Bildarchive an Bedeutung gewinnen.

Die Laborverfahren – einschließlich der oft angekoppelten Biobanksysteme – verlangen hochindustrialisierte Arbeits- und Datenverarbeitungsprozesse, um nach standardisierten Regeln qualitätsgesicherte Daten liefern zu können. Die Dokumentation der Qualität der eingesetzten Verfahren über Metadaten wird – wie überall in der Forschung und Versorgung – eine größere Rolle als bisher bekommen.

Aufbau von IT-Strukturen für das Wissensmanagement und die Translation: Die Integration und Nutzung vorhandener Daten zur Wissensgenerierung bzw. Entscheidungsunterstützung in der Krankenversorgung, aber vor allem auch in der Forschung werden zunehmend in den Vordergrund treten. Hauptziele sind dabei die Erschließung des überwiegend traditionell unstrukturierten Wissens aus klinischen und einrichtungsübergreifenden Informationssystemen und die enge Verzahnung mit Datenbeständen der Omics, klinischen Registern und Datensammlungen, medizintechnischen Systemen, zentralen Biomaterialbanken und Bilddaten, aber auch dem externen Wissen in Bibliotheken und öffentlichen Datenbanken.

Hierfür wird eine aus diversen Komponenten zusammengesetzte IT-Infrastruktur benötigt, die eine zentrale Säule der IT-Gesamtarchitektur der Universitätsmedizin bilden wird. Translationsprozesse, die gut charakterisierte Daten zwischen Versorgung und Forschung vermitteln, werden allseits gefordert. Sie setzen ein striktes und transparentes Qualitäts- und Metadatenmanagement voraus, um reproduzierbare und statistisch valide Auswertungen zu ermöglichen. An den Universitätskliniken verlangt dies eine Professionalisierung und Vereinheitlichung der Informationsinfrastrukturen in der medizinischen Forschung – so wie z. B. auch in den sogenannten INF-Projekten der Sonderforschungsbereiche (SFB) angedacht. Im Zentrum dieser zentralen Säule wird ein Data Warehouse stehen, das die zur Weiternutzung vorgesehenen Daten und Metadaten enthält.

IT-Infrastrukturen zur überregionalen Integration von Forschungsdaten werden bis 2020 ebenfalls eine strategische Bedeutung erlangen. Auch in diesen Prozessen wird der Einsatz von Ordnungssystemen und international etablierten Terminologien (z. B. SNOMED, Loinc, IHE und RDA; s. u.) unerlässlich.

Das Management dieser hochvernetzten Forschungsdaten, einschließlich des zunehmend komplexer werdenden Rechtemanagements, wird einen Umfang erhalten, für den die Universitätsmedizinen eigene Infrastrukturgruppen mit erheblichen Ressourcen aufbauen müssen, wenn sie international z. B. in der auf personalisierte Medizin ausgerichteten Forschung mithalten wollen.

IT und Medizinprodukte: Die zunehmend erforderliche Integration von Medizinprodukten und IT-Systemen stellt die Universitätskliniken vor zwei wesentliche Herausforderungen: (1) die Netzwerkimtegration und (2) die Daten-/Systemintegration. Aus der Netzwerkimtegration von Medizinprodukten resultieren erhebliche Risiken, da diese aktuelle Sicherheitsstandards oft nur unzureichend erfüllen und insofern eine Absicherung des Endpunkts (endpoint security) nicht zu erreichen ist. Dies muss über Gateways mit netzwerktechnischen Trennungen unterschiedlichster Art kompensiert werden.

Die Systemintegration erfordert heute oft noch teilweise oder vollständig proprietäre Integrationskonzepte. Es ist abzusehen, dass sich hier internationale Standards (vor allem IHE) zunehmend verbreiten. Diese müssen mit den oben genannten Gateways interagieren, wodurch hochkomplexe Lösungen entstehen, die einen erheblich erhöhten Betreuungsaufwand implizieren.

Vermehrter Einsatz von Ordnungssystemen: International etablierte Terminologien (z. B. SNOMED, Loinc) müssen ebenso verfügbar gemacht werden wie internationale Standards, etwa von IHE oder der RDA. Diese bisher in Deutschland vernachlässigten Komponenten bzw. Standards werden konsequenter genutzt werden müssen. In der klinischen Verbundforschung werden die hochvernetzten Forschungsdaten und deren Entstehungsprozesse einschließlich dem zunehmend komplexer werdenden Rechtemanagement einen Umfang erhalten, für den die Universitätsmedizinen eigene Infrastrukturgruppen mit erheblichen Ressourcen aufbauen müssen, wenn sie in den international üblich werdenden Formen der auf personalisierte Medizin ausgerichteten Forschung mithalten wollen. Dies verlangt auch den Aufbau von Wissen zu den oben genannten Systemen wie z. B. SNOMED.

Modernisierung des Medieneinsatzes in der Lehre: Für die Lehre der medizinischen Fakultäten werden deutlich stärker an digitalen Lehrmedien ausgerichtete Unterrichtsformen Ein-

führung finden, die wiederum erheblicher Ressourcen bedürfen. Hier ist vor allem eine langfristige Planung erforderlich, die eng mit der differenzierten Entwicklung des Medizinstudiums gekoppelt sein muss (Reformcurricula). Die zunehmende Personalisierung der Medizin und der damit verbundene schnelle Zuwachs an neuem klinisch relevantem Wissen werden neue Unterrichtsziele, didaktische Methoden und Unterrichtslabore erfordern. Die Medizinstudierenden müssen fachlich auf die Transformation ihres Berufes durch IT vorbereitet werden; sie werden ihren Wissensberuf Arzt mit einer Vielzahl unterstützender Systeme ausüben, die sie kritisch nutzen und einsetzen können müssen (Wissenspräsentation, Entscheidungsmanagement, Langzeitdokumentation, Patientenpartizipation).

5.2.2 Anforderungen an die Universitätsmedizin

Um den genannten Herausforderungen erfolgreich begegnen zu können, lassen sich drei wesentliche Erfolgsfaktoren benennen, die eng miteinander verwoben sind und in Planungspapieren aufeinander abgestimmt werden müssen. Sie reflektieren die Unternehmensstrategie:

1. IT-Gesamtarchitektur und Interoperabilität der Komponenten,
2. IT-Organisation und Services,
3. nachhaltige Verfügbarkeit von Ressourcen.

Es ist vorhersehbar, dass die heute existierenden IT-Landschaften mit den oben skizzierten neuen Teilbereichen integriert werden müssen. Damit kommt der Gesamtarchitektur der IT-Landschaft und der standardisierten Interoperabilität eine vitale Bedeutung bei. Absehbar ist weiterhin, dass heterogene, wenig standardisierte IT-Landschaften kaum mehr untereinander verbindbar und beherrschbar sein werden. Wesentliche Ziele einer Gesamtarchitektur sollten also möglichst homogene Systemblöcke sein, die mit Außenschnittstellen versehen sind, die auf offenen, international etablierten Interoperabilitätsstandards beruhen, wobei die IHE-Initiative am vielversprechendsten zur Bündelung und Lösung der unterschiedlichen Anforderungen erscheint.

Die Umsetzung einer solchen Gesamtarchitektur wird spezielle Anforderungen an die IT-Organisation stellen. Eine strategische IT-Planung für eine Universitätsmedizin wird zum Kernelement der Gesamtplanung. Ihr erwachsen ein Stellenwert und eine Komplexität, die nicht einfach zu beherrschen sind, da sie die Unternehmensstrategie und deren Dynamik mit der Dynamik der technischen Entwicklung koppeln muss.

Die DFG-Empfehlungen für ein „Integriertes Informationsmanagement“⁶ müssen unter den genannten Bedingungen fortgeschrieben und aktualisiert umgesetzt werden: Die Informationsinfrastrukturen müssen campusweit und überregional bezüglich des Rechenzentrumsbetriebes und der Speicherung/Archivierung von Massendaten (Big Data) neu betrachtet werden. Dies bedeutet, dass das an den meisten Standorten bestehende unkoordinierte Nebeneinander von Zuständigkeiten, Kapazitäten und Personal bis 2020 reformiert werden sollte, da sonst die IT-Lösungen für die Universitätsmedizin nicht mehr finanzierbar sind – ganz abgesehen von dem

⁶ www.dfg.de/dfg_profil/gremien/hauptausschuss/it_infrastruktur/best_practice_workshop/index.html

erheblichen Nachholbedarf im Vergleich zu anderen Ländern. Die angesprochenen Änderungen sind Teil des Transformationsprozesses der Medizin durch IT und erfordern in erheblichem Umfang auf höchstem Niveau ausgebildetes Fachpersonal der Medizininformatik.

Besondere Herausforderungen im klinischen Bereich: Schwer absehbar sind auch neue Anforderungen im klinischen Bereich; die Verknüpfung tertiärer und primärer Versorgungsformen – etwa bei der Integration von Versorgung seltener Erkrankungen zwischen Ambulanzen der Höchstleistungsmedizin und örtlich wirkenden Ärzten oder Assistenzberufen. Neue Formen kooperativer Behandlung werden auf der Basis einer Elektronischen Patientenakte oder unter Einsatz telemedizinischer Verfahren entstehen. Besonders schwierig ist eine realistische Einschätzung des Sicherheitsbedarfes für sensible personenbezogene Daten, Hochsicherheitsbereiche der Forschung und lebenswichtige Infrastrukturkomponenten der Klinika zu erzielen. In jedem Fall muss dieser Aspekt bei den strategischen Planungen der Universitätsklinik mit adressiert werden. Die inzwischen vorliegenden Hinweise und Richtlinien müssen beachtet werden.

Unabhängig vom eingesetzten IT-Verfahren müssen generell die ethischen, rechtlichen und sozialen Aspekte (ELSA) beachtet werden. Das Hauptaugenmerk bei den ELSA-Aspekten sollte auf der zunehmenden Bedeutung der sorgenden Gemeinschaft (siehe Demografiestrategie der Bundesregierung) und der Unterstützung der Mündigkeit und „Augenhöhe“ der Patientinnen und Patienten liegen, wie sie auch im Patientenrechtegesetz bereits zum Ausdruck kommen. Die neuen Informationsinfrastrukturen werden parallel und zusätzlich zu den momentan vorhandenen aufzubauen sein, was impliziert, dass mit einem vermehrten Ressourcenbedarf sowohl bei der Personalausstattung als auch bei den Investitionen zu rechnen ist.

5.2.3 Anforderungen für eine beratende Begutachtung

Die beschriebene Transformation der Medizin ist voll im Gange und wird nur durch die Unterfinanzierung dieses Sektors aufgehalten (siehe Abschnitt 7.6). Die Komplexität und Größe dieses zu erwartenden Beschaffungs- und Änderungsprozesses kann von der DFG nur dann beratend begleitet werden, wenn sehr gut strukturierte und strategisch orientierte Unterlagen von den Antragstellern vorgelegt werden können. Umfang und Ausgestaltung einzelner IT-Beschaffungen können nur vor dem Gesamthintergrund abgeschätzt werden.

Zu den notwendigen Angaben zählen einerseits die Konzepte zur Gesamtarchitektur als Konsequenz der Unternehmensplanung, andererseits die Beschreibung der Interoperabilität der Systeme, wobei auch die Strategie der standortübergreifenden Vernetzung sowohl der Krankenversorgung als auch der Forschung berücksichtigt sein muss. Andererseits müssen die geplante IT-Organisation und die Ressourcenbereitstellung skizziert werden. Derartig komplexe und weitreichende Fragestellungen werden überwiegend vor Ort Begutachtungen verlangen.

Eine Begutachtung von Routinekomponenten der Medizin- oder Informationstechnik kann dagegen primär schriftlich und kurzfristig erfolgen.

Ansonsten gelten für die Universitätsklinik die in den anderen Kapiteln dieser Empfehlungen dargestellten Hinweise und Vorgehensweisen.

6 Fördersicht / Förderstrategie

IT-Aspekte, das haben die vorangegangenen Kapitel deutlich machen können, durchdringen mannigfaltige Bereiche der Hochschulen. Einige Aspekte bedürfen einer über die alleinige Ebene der Hochschulen hinausgehenden Betrachtung und sind von übergeordneter Bedeutung.

Das Kapitel richtet sich an Fördergeber, insbesondere bei Bund und Ländern, und enthält Empfehlungen zur Positionierung von IT in Förderprogrammen, ortsübergreifenden IT-Konzepten sowie für die Ausgestaltung und Weiterentwicklung von Förderprogrammen.

Aus den Beratungen zu den vorliegenden Empfehlungen ergaben sich auch einige Punkte, die für die weitere Förderung große Bedeutung gewinnen. Man kann sie in allgemeine und grundsätzliche strategische Aspekte aufteilen.

6.1 Allgemeine Empfehlungen

- Förderung sollte zur Strukturbildung auf nationaler bzw. internationaler Ebene beitragen.
- Standortübergreifende Landeskonzepte fördern effektiven Ressourceneinsatz.
- Fördermaßnahmen werden durch Begutachtung und Fortschrittsbewertungen gestärkt.
- Datenmanagement mit nachhaltiger qualitätsorientierter Kuratation rückt in den Vordergrund.
- Konzepte der „Open-Science“ müssen adressiert und ausdifferenziert werden.
- Datenreiche Vorhaben sollten konkrete Auswertungsstrategien nachweisen.
- Neue Mess- und Analyseverfahren können neue ethische, rechtliche und soziale Aspekte (ELSA-Fragestellungen) aufwerfen.

6.2 Grundsätzliche strategische Aspekte

Messverfahren, Datenmanagement und Auswertung sind immer tiefer integriert. Sie müssen zunehmend im Kontext betrachtet werden. Die traditionellen Grenzen nicht nur der wissenschaftlichen Einrichtungen, sondern auch der Arbeitsprozesse ändern sich. Dies bewirkt, dass die Beschaffung von Hardware nur im Kontext der verfügbaren Software und zugehöriger wissenschaftlicher Services evaluiert werden kann. Hardwarebeschaffungen ohne nachvollziehbar vorliegende Nutzungsoptionen sind in Anbetracht der knappen Mittel bei der Förderung von Informationsinfrastrukturen nicht mehr verantwortbar. Dies hat erhebliche Auswirkungen auch auf die Ausschreibung von Förderprogrammen.

Die Einschränkung der Förderung beim derzeitigen Großgerätebegriff auf investive Mittel scheint nicht mehr zeitgemäß – ja Ineffizienz zu befördern. In den Antragsverfahren werden zunehmend integrierte Betrachtungen und Antragsmöglichkeiten für Geräte und Services benötigt.

Die Informationsinfrastruktur insgesamt muss begutachtet werden – nicht nur isolierte IT-Komponenten. Dies ist nur im Kontext von Strategiepapieren möglich, die die effiziente und nachvollziehbare Ausrichtung von Infrastruktur entsprechend einem inhaltlichen Anforderungsprofil und vorgesehener Prozesse ermöglicht. Dies muss zunehmend vor einem Hintergrund von standortübergreifenden Informationsinfrastrukturen erfolgen.

Das größte Risiko für Fehlinvestitionen besteht darin, dass die Fördermechanismen weiterhin vor der in früheren Jahrzehnten für Forschungsvorhaben entstandenen Projektsicht erfolgen. Infrastrukturmanagement hat initial Projektcharakter, wechselt jedoch im Laufe einiger Jahre in eine primär nachhaltige Betrachtung von Serviceprozessen, die sich in Anbetracht der wachsenden Aufgaben in der Datenkuration noch deutlich verstärken werden. Deshalb müssen neue Förderstrategien entwickelt werden, die einerseits Nachhaltigkeit und hohe Leistung garantieren und andererseits den Wettbewerb als eine treibende Kraft jeder Entwicklung nicht zu sehr einschränken.

Nicht nur die Nutzung der Daten und asservierten Forschungsmaterialien verlangen „Use- and Access-Committees“ – wie in der internationalen Verbundforschung schon etabliert –, auch die Ressourcennutzung der IT-Infrastrukturzentren sollten einem Governance-Modell an den Standorten unterworfen sein. Nur so können die sehr unterschiedlichen Interessen methodisch unterschiedlicher Forschungsansätze abgebildet werden und ein Klima des Vertrauens im Hinblick auf die Nutzung der erheblichen Finanzmittel in den Infrastrukturzentren aufgebaut werden. So können die Interessen filigraner Langzeitprojekte und massiver Big-Data-Projekte transparent gegeneinander abgeglichen werden.

7 Finanzierungsmöglichkeiten

IT-Investitionen für Hochschulen und Universitätsklinika werden durch Bund und Länder finanziert. Sie werden maßgeblich über drei offene Programme beantragt, die im Folgenden hinsichtlich ihrer Spezifika für IT beschrieben werden⁷. Darüber hinaus existieren Sonder- und Drittmittelfinanzierungen. Anträge sollten sich einbetten in die IT-Konzepte, die auf Hochschulebene, ggf. auch ortsübergreifend (siehe Abschnitte 2.3 und 6.1), erarbeitet worden sind.

7.1 Forschungs Großgeräte nach Art. 91b GG

Das Forschungs Großgeräte-Programm kommt für IT-Systeme in Betracht, die weit überwiegend für die Forschung genutzt werden. Dies ist typischerweise bei Hochleistungsrechnern der Tier3-Klasse und dedizierten Computeclustern gegeben. Nur unter besonderen Bedingungen sind rein speicherbezogene Anträge als Forschungs Großgerät anzusehen. Dazu muss ein unmittelbarer Einsatz in Forschungsvorhaben nachgewiesen werden, etwa bei Simulationen oder der Prozessierung signifikanter Datenmengen. Die DFG finanziert bei positiver Entscheidung 50 % der Investitionskosten (bei entsprechender 50%iger Kofinanzierungszusage aus Landesmitteln).

Das Gesamtinvestitionsvolumen liegt bei jährlich durchschnittlich 16 Mio. Euro für IT-Investitionen, denen im Schnitt 25 Anträge zugrunde liegen.

7.2 Großgeräte in Forschungsbauten

Forschungs Großgeräte mit Investitionskosten über 5 Mio. Euro werden im Forschungsbauten-Programm des Wissenschaftsrates beantragt. Im IT-Bereich sind Hoch- und Höchstleistungsrechner der Tier2-Klasse betroffen. Die DFG ist in die Begutachtung der Anträge vor Entscheidung durch den Wissenschaftsrat involviert und spricht Empfehlungen aus.

Im selben Programm werden auch Forschungsbauten behandelt, in denen Geräteinvestitionen vorgesehen sein können. Geräteanträge werden in der Regel nach positiver Entscheidung über den Bau rechtzeitig vor Fertigstellung des Baus der DFG zur Begutachtung und Bewertung vorgelegt. Davon können – vergleichbar mit dem Forschungs Großgeräte-Programm – IT-Systeme betroffen sein. Bei der Begutachtung werden entsprechende Kriterien angelegt, die DFG spricht Empfehlungen aus.

Insgesamt wurden zwischen 2007 und 2014 19 IT-Anträge mit 124 Mio. Euro Investitionskosten empfohlen.

⁷ Eine ausführliche Beschreibung der Programme sowie Merkblätter und Antragsformulare finden sich unter www.dfg.de/wgi

7.3 Großgeräte der Länder

Das Programm „Großgeräte der Länder“ ist ein sehr relevantes Förderprogramm für IT-Investitionen. Hierüber werden Antragsmöglichkeiten für IT-Systeme der Grundversorgung geboten. Typische Beispiele sind Backup-/Storagesysteme, Bibliotheks- oder Krankenhaus-IT-Systeme (KIS, KAS, Subsysteme). Darüber hinaus können aber auch (landesweite) Softwarelizenzen, E-Learning-Plattformen oder allgemeine Verwaltungs-IT beantragt werden. Schließlich bietet das Programm Antragsmöglichkeiten für spezielle IT-Systeme: die Wissenschaftler-Arbeitsplatz-Rechner (WAP) sowie Anträge auf Vernetzungskomponenten.

In welchem Maße Antragsmöglichkeiten genutzt werden können, ist mit den jeweiligen Landesministerien zu klären. Die DFG begutachtet und bewertet eingereichte Anträge – auf Wunsch auch die mit ihnen eingereichten Hochschul-IT-Konzepte – und spricht Empfehlungen aus.

Jährlich werden über dieses Programm im Schnitt über 40 Mio. Euro an IT-Investitions-Empfehlungen ausgesprochen (bei etwa 70 Anträgen pro Jahr).

Eine ausführliche Analyse der Antragszahlen wurde im Jahr 2012, basierend auf den ersten fünf Jahren nach Einführung der Programme, vorgenommen und veröffentlicht⁸. Der Bericht gibt auch Auskunft über die jeweiligen IT-Anteile. Eine erneute detaillierte Auswertung der Antragszahlen ist geplant. Im Zeitraum von 2007 bis 2014 sind IT-bezogene Investitionen im Gesamtvolumen von 494 Mio. Euro über diese Programme von der DFG begutachtet und empfohlen worden.

7.4 Sonderfinanzierungen

Die Höchstleistungsrechner der Tier1-Klasse sind über gesonderte Verfahren unter Beteiligung der jeweiligen Sitzländer und des Bundes finanziert. Auch einige der Tier2-Zentren im außeruniversitären Bereich werden speziell finanziert.

Der Wissenschaftsrat hat Empfehlungen zur Finanzierung des Nationalen Hoch- und Höchstleistungsrechnens in Deutschland verabschiedet⁹, deren Umsetzung derzeit von Bund und Ländern diskutiert wird. Sie haben ggf. weitreichende Folgen für die Finanzierung von Rechnern der Tier1- und Tier2-Klasse.

7.5 Drittmittelfinanzierung

Neben den oben erwähnten Programmen für Großgeräte an Hochschulen eröffnen auch Drittmittelgeber Finanzierungsmöglichkeiten für IT-Ausstattung. Die Rahmenbedingungen werden von den jeweiligen Fördereinrichtungen festgelegt. Exemplarisch seien diese am Beispiel der

⁸ www.dfg.de/download/pdf/foerderung/programme/wgi/fuenf_jahre_grossgeraeteprogramme.pdf

⁹ WR-Drs. 4488-15 www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/4488-15.pdf

DFG angeführt: Voraussetzungen für die Bewilligung von Geräten sind zum einen deren projektspezifische Notwendigkeit, die im Antrag darzulegen ist. Zum anderen muss es sich um sogenannte Ergänzungsausstattung handeln. Geräte, die der zeitgemäßen Grundausstattung einer Einrichtung zugerechnet werden, können nicht finanziert werden. Dies reduziert die Antragsmöglichkeiten für IT-Geräte in der Praxis auf dedizierte Zusatz-Ausrüstung bei nachgewiesener vorhandener Grundausstattung. Die DFG hat im Rahmen der Projektförderung in den Jahren 2007 bis 2014 IT-bezogene Investitionen in Höhe von insgesamt 70 Mio. Euro bewilligt. Von der Grundausstattungs-Thematik ist auch die Beantragung von Standardsoftware betroffen. Ebenso können DFG-Mittel nicht für die Inanspruchnahme von Rechenzentren eingesetzt werden.

Auch drittmittelfinanzierte IT-Ausstattung muss sich, insbesondere wenn sie eine gewisse Größenordnung¹⁰ übersteigt, in das IT-Konzept einer Hochschule integrieren und hinsichtlich Beschaffung und Betrieb abgestimmt sein.

7.6 Bewertung der Finanzierungsmöglichkeiten

Die Möglichkeiten für klassische Investitionen sind durch von Bund und Länder finanzierte Programme gegeben. Durch die Begutachtung seitens der DFG wird eine Qualitätssicherung der Maßnahmen nach wissenschaftlich und technisch bundeseinheitlichen Maßstäben eingebracht. Das Peer-Review-Begutachtungsverfahren beinhaltet insbesondere bei komplexen IT-Systemen häufig auch eine Beratungskomponente in Form von Hinweisen aus der Begutachtung. Die DFG plädiert nachdrücklich dafür, das Investitionsvolumen vor allem für die „Großgeräte der Länder“ zu erhöhen und die Antragsmöglichkeiten auch entsprechend auszuschöpfen. Insbesondere in der Medizin ist eine Unterfinanzierung im (IT-)Investitionsbereich auszumachen. Gleichzeitig wächst der Bedarf an (nationalen) IT-/Daten-Plattformen. Empfehlungen der Senatskommission für Grundsatzfragen in der Klinischen Forschung haben das jüngst zum Ausdruck gebracht¹¹ und werben für eine verstärkte Nutzung etwa des Programms „Großgeräte der Länder“ für entsprechende IT-Systeme.

Neben Investitionen spielen die Betriebskosten eine zunehmende Rolle an den Gesamtkosten. Diese werden üblicherweise von den Trägerinstitutionen finanziert. Im HPC-Bereich gibt es mit den Empfehlungen des Wissenschaftsrates nun Überlegungen zu einer gemeinsam von Bund und Ländern zu tragenden Finanzierung der Gesamtkosten. Diese werden von der DFG sehr begrüßt.

Die Grenzen von klassischen Investitionen verschwimmen gerade im IT-Bereich gelegentlich, etwa im Kontext von Cloud-Diensten oder bei Software. Bund und Länder werden aufgefordert, bei der Weiterentwicklung der Finanzierungsprogramme die sich ändernden Rahmenbedin-

¹⁰ Ab ca. 100 000 Euro und mehr dürfte dies in der Regel der Fall sein.

¹¹ www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/reden_stellungnahmen/2015/sgkf_empfehlungen_klinische_forschung_150720.pdf

gungen für IT-Lösungen zu berücksichtigen. Dies kann bei ortsübergreifenden Konzepten erforderlich sein, wenn Dienste und deren Nutzung disloziert erfolgen sollen. Es muss geklärt werden, wie sich eine Nutzung von Diensten finanziell beantragen lässt, damit nicht eine Situation entsteht, in der die (derzeit mögliche) Antragsmöglichkeit für eigene Investitionen als vermeintlich leichter zu beschreitender Weg aufgefasst wird und ggf. sinnvolle Nutzungsmodelle behindert.