

Wissenschaftsrat

Drs. 7716/87

Berlin, den 22.5.1987 m

Empfehlungen
zur Ausstattung der Hochschulen
mit Rechenkapazität

<u>Inhalt</u>	<u>Seite</u>
Vorbemerkung	5
A. Ausgangslage	7
I. Zur Fragestellung	7
II. Zur derzeitigen Ausstattung der Hoch- schulen mit Rechenkapazität	10
1. Finanzierungsmöglichkeiten und quantitative Entwicklung	10
a) Hochschulbauförderungsgesetz	10
b) Rechenanlagenprogramm der Deutschen Forschungsgemeinschaft	13
c) Regionalprogramm	13
2. Zur derzeitigen Ausstattung mit Rechen- kapazität	14
a) Rechenzentren	17
b) Fakultäten/Fachbereiche	21
c) Institute	21
d) Bibliotheken	22
e) Medizinische Einrichtungen	24
f) Hochschulverwaltungen	24
III. Zur Ausstattung ausländischer Hochschulen mit Rechenkapazität	25
IV. Entwicklungen im Beschäftigungssystem	29

<u>Inhalt</u>	<u>Seite</u>
V. Schätzungen zum künftigen Bedarf der Hochschulen an Rechenkapazität	31
1. Entwicklungen in der Lehre	31
2. DV-Ausstattung der Arbeitsplätze für Wissenschaftler	33
3. Entwicklungen bei Zentral- und Bereichsrechnern	35
4. Ausstattung der Bibliotheken, der Medizinischen Einrichtungen und der Hochschulverwaltungen	38
5. Entwicklungen bei der Software, den Kommunikationsnetzen sowie den Betriebs- und Reinvestitionskosten	40
VI. Ergebnisse einer Modellrechnung zum Bedarf an Investitionsmitteln für Rechner in den Hochschulen	44
B. Empfehlungen	49
I. Versorgung mit dezentralen Rechenkapazitäten	51
1. Lehre	51
a) Grundausbildung	51
b) Fortgeschrittene Studentenausbildung	52
2. Arbeitsplätze für Wissenschaftler	53
II. Versorgung mit zentralen Rechenkapazitäten	53
1. Universalrechner	54
2. Höchstleistungsrechner	54
III. Bereichsrechner	56
IV. Ausstattung der Bibliotheken, der Medizinischen Einrichtungen und der Hochschulverwaltungen	57

<u>Inhalt</u>	<u>Seite</u>
V. Wirtschaftliche Nutzung von Rechnerkapazitäten	58
VI. Versorgung mit Software	61
VII. Bereitstellung leistungsfähiger Kommunikationsnetze	62
VIII. Folgekosten	63
1. Personalkosten	63
2. Wartungs-, Betriebs- und Reinvestitionskosten	64
IX. Finanzierung	65
C. Schlußfolgerungen	66
Anhang 1: Derzeitige Ausstattung der Universitäten mit Rechnern	69
Anhang 2: Beispiele für Abrechnungsverfahren	85
Anhang 3: Modellrechnung	89

Vorbemerkung

Der Wissenschaftsrat nimmt in Zusammenarbeit mit der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) regelmäßig zu Einzelanträgen auf Beschaffung von DV-Geräten für Universitäten und Fachhochschulen nach dem Hochschulbauförderungsgesetz (HBFG) Stellung. 1986 hat der Wissenschaftsrat DV-Geräte im Wert von rund 300 Millionen DM zur Beschaffung empfohlen; 1985 waren es Geräte im Wert von rund 200 Millionen DM. In den letzten Jahren sind dabei auch mehrere Höchstleistungsrechner¹ mit Kosten von jeweils über 20 Millionen DM beschafft worden. Allein für Höchstleistungsrechner waren bisher Investitionen in Höhe von insgesamt knapp 90 Millionen DM erforderlich. Diese Ausgaben werden voraussichtlich weiter ansteigen, da neue Anträge zur Beschaffung von Höchstleistungsrechnern vorliegen oder zu erwarten sind.

Auf der anderen Seite erweist es sich mit Blick auf die Konkurrenzfähigkeit von Forschung und Lehre an den Hochschulen als notwendig, sowohl in der Ausbildung der Studenten als auch in der Arbeit der Wissenschaftler künftig verstärkt dezentrale Arbeitsplatzrechner einzusetzen. Bund und Länder haben mit dem Computer-Investitions-Programm (CIP) einen ersten Schritt für die breite Einführung dezentraler Arbeitsplatzrechner getan.

Der Wissenschaftsrat nimmt diese Entwicklung zum Anlaß, um zu prüfen, wie die Hochschulen im Hinblick auf ihre Aufgaben in Forschung und Lehre künftig mit Rechenkapazität ausgestattet sein sollen. Dabei ist das Verhältnis von zentralen und dezentralen Kapazitäten von besonderer Bedeutung. Hierbei ist zu beachten, daß die Investitionen für

¹ Hierunter fallen beim gegenwärtigen Stand der technischen Entwicklung z.B. Vektorrechner und Parallelrechner.

DV-Geräte in Konkurrenz zu Investitionen für Bauten und andere Geräte stehen. Das nach dem HBFG zur Verfügung stehende Finanzvolumen ist begrenzt, so daß Entscheidungen über Investitionsschwerpunkte und Prioritäten erforderlich sind.

Die folgenden Überlegungen konzentrieren sich auf die Erarbeitung eines Konzepts für die künftige Ausstattung der Hochschulen mit DV-Kapazitäten und innerhalb dieses Konzepts auf Schwerpunkte. Fragen zur künftigen Entwicklung der Informatik als Fach und ihrer Rolle für andere Fächer werden in der Arbeitsgruppe des Wissenschaftsrates Informatik an den Hochschulen behandelt.

Die Empfehlungen sind in einer Arbeitsgruppe vorbereitet worden, der auch Sachverständige angehörten, die nicht Mitglieder des Wissenschaftsrates sind. Ihnen ist der Wissenschaftsrat zu Dank verpflichtet.

Der Wissenschaftsrat hat die Empfehlungen am 22. Mai 1987 verabschiedet.

A. Ausgangslage

A.I. Zur Fragestellung

Derzeit werden Rechner an den Hochschulen und in den einzelnen Fächern sehr unterschiedlich eingesetzt: neben den bislang im Vordergrund stehenden numerischen Aufgaben und der Beschäftigung mit Rechnern als Gegenstand der Forschung zunehmend auch als Instrumente der Kommunikation und der Textverarbeitung. In den Natur- und Ingenieurwissenschaften verbringen Studenten und Wissenschaftler einen Teil ihres Arbeitstages am Rechner. In manchen Fächern - z.B. in den Geisteswissenschaften - spielen Rechner als Instrumente von Forschung und Lehre bisher noch keine oder aber nur eine untergeordnete Rolle. Seit einigen Jahren gehen immer mehr Disziplinen dazu über, Rechner in Forschung und Lehre verstärkt einzusetzen.

Hierzu haben zwei Entwicklungen beigetragen. Auf der einen Seite sind Arbeitsplatzrechner, die von Zentralrechnern unabhängig sind, zu tragbaren Kosten individuell beschaffbar, mit vergleichsweise geringen Programmierkenntnissen handhabbar und bei der Bewältigung einer Vielzahl von Arbeiten einsetzbar geworden. Auf der anderen Seite ist in manchen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fächern eine Reihe von Forschungsaufgaben erst durch die Entwicklung von Höchstleistungsrechnern mit sehr hohen Speicherkapazitäten und Verarbeitungsgeschwindigkeiten bearbeitbar und lösbar geworden.

Der von den Hochschulen angemeldete Bedarf an zentraler und dezentraler Rechenkapazität steigt derzeit rasch. Das für die Beschaffung von Hardware und Software benötigte Finanz-

volumen hat eine Größenordnung erreicht, die planvolles Handeln und Prioritätensetzung erfordern. Im einzelnen stellen sich folgende Fragen:

- Bund und Länder leisten mit dem CIP einen erheblichen Beitrag zur Versorgung der Hochschulen mit Rechenkapazität für die studentische Grundausbildung. Reicht dieses Programm in den nächsten Jahren aus oder bedarf es der Ergänzung und Weiterentwicklung, z.B. durch leistungsfähigere Arbeitsplatzrechner für fortgeschrittene Studenten?
- Die Arbeitsplätze der Wissenschaftler in den Hochschulen sind bisher - mit Unterschieden in den einzelnen Fächern - erst in geringem Maße mit dezentralen Rechenkapazitäten ausgestattet. Wie wird sich in den nächsten Jahren der Bedarf in den Fächern entwickeln und welche Möglichkeiten der Bedarfsdeckung bestehen?
- Die Bereitstellung von Zentralrechnerkapazität in den Rechenzentren stellt nach wie vor ein Kernstück der Rechnerversorgung dar. Mit welchem Ersatz- und Neubeschaffungsbedarf für Universalrechner ist angesichts der technischen Entwicklung zu rechnen?
- Wie ist der derzeitige Stand in der Versorgung der Hochschulen mit Höchstleistungsrechnern zu beurteilen? Nach welchen Kriterien sollten Standortentscheidungen für Rechner höchster Leistungs- und Kostenstufen getroffen werden? Wie kann die Ausstattung anderer Forschungseinrichtungen wie z.B. der Max-Planck-Gesellschaft und der Großforschungseinrichtungen mit Höchstleistungsrechnern in die Überlegungen zur Versorgung der Hochschulen einbezogen werden?

- Auf welche Weise kann die wirtschaftliche Nutzung von Rechnern sichergestellt werden? Kann der Rechenzeitverbrauch durch die Einführung interner Abrechnungssysteme gesteuert werden?

- Die Vernetzung von Rechnern in und zwischen den Hochschulen sowie mit Einrichtungen außerhalb der Hochschulen ist derzeit unterschiedlich entwickelt. Wie werden bereits vorhandene Netze genutzt? Welche Netze werden vordringlich benötigt? Gibt es Möglichkeiten, die hohen Kosten, die durch Postgebühren entstehen, zu senken?

- Die Versorgung mit Software ist für die Nutzung von Rechnern von entscheidender Bedeutung. Besteht ein Mangel an hochwertiger Software in den Hochschulen? Wachsen die Kosten für Kauf oder Miete von Software in einem Maße an, das zu Besorgnis Anlaß gibt? Welche Maßnahmen sollten ergriffen werden, um die Versorgung mit qualifizierter, finanzierbarer Software sicherzustellen?

Im folgenden wird in Teil A die derzeitige Ausstattung der Hochschulen mit Rechenkapazität beschrieben und versucht, anhand der erkennbaren wissenschaftlichen, technischen und beschäftigungspolitischen Entwicklungen künftige Entwicklungen in der Nachfrage nach Rechenkapazität zu schätzen. In einer Modellrechnung wird dann versucht, die Größenordnung der mittelfristig zur Deckung des Rechenbedarfs notwendigen Investitionskosten zu quantifizieren. Teil B enthält Empfehlungen zu den einzelnen Fragen.

A.II. Zur derzeitigen Ausstattung der Hochschulen mit Rechenkapazität

II.1. Finanzierungsmöglichkeiten und quantitative Entwicklung

Im folgenden wird ein Überblick über die Möglichkeiten der Finanzierung von DV-Geräten für die Hochschulen gegeben und die derzeitige Ausstattung mit Rechnern beschrieben. Hierbei geht es um Rechner unterschiedlicher Größenordnungen und Kosten. Kleinere Geräte für Daten- und Textverarbeitung, die untereinander und mit dem Rechenzentrum nicht verbunden sind, werden in die Darstellung nicht einbezogen. Die Beschaffungskosten dieser Geräte liegen in der Regel unter 150.000 DM. Sie werden häufig aus Drittmitteln, zum Teil auch aus Haushaltsmitteln der Hochschulen finanziert.

a) Hochschulbauförderungsgesetz

(1) Rechenanlagen für die Hochschulen können über das HBFG finanziert werden, wenn die Investitionskosten 150.000 DM überschreiten¹. Das Beschaffungsverfahren setzt - wie bei anderen Großgeräten auch - eine Begutachtung und Empfehlung durch die DFG und den Wissenschaftsrat voraus. Über das HBFG wurden in den 70er Jahren jährlich für DV-Geräte zwischen 24 und 52 Millionen DM investiert, Anfang der 80er Jahre zwischen 46 und 80 Millionen DM (vgl. nachfolgende Übersicht 1). 1984 und 1985 ist mit rund 99 und 178 Millionen DM ein überproportionaler Anstieg der Investitionen für DV-Geräte zu verzeichnen, der sich 1986 mit rund 252 Millionen DM (geschätzt) fortgesetzt hat.

¹ Daneben können im Rahmen der Ersteinrichtung von Neubauten auch DV-Anlagen mit geringeren Investitionskosten über das HBFG finanziert werden.

Das Auslaufen des Regionalprogramms des dritten Datenverarbeitungsprogramms des Bundes im Jahre 1981 hat zu einer erhöhten Beanspruchung von HBFG-Mitteln geführt. Der durch fehlende Ersatzinvestitionsmittel Anfang der 80er Jahre entstandene Nachholbedarf bei den Investitionen für die Rechenzentren kann mittlerweile als weitgehend befriedigt angesehen werden, wenn die 1986 und 1987 empfohlenen Rechner beschafft worden sind.

Übersicht 1

Investitionen für DV-Geräte in den Hochschulen nach Finanzierungsprogrammen (nur beschaffte Geräte)
- in Millionen DM -

Finanzierungsprogramm	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
HBFG	33,7	51,7	34,4	23,7	52,4	101,0 ¹	46,2	58,0	87,8 ¹	98,8	178,4 ³	251,8 ³
DFG	2,3	2,4	5,6	5,1	14,1	4,8	5,9	7,1	6,5	12,4	3,6	4 ⁴
Regionalprogramm ²	40,3	46,4	36,3	37,4	16,2	12,6	2,3	12,6	-	-	-	-
Zusammen:	76,3	100,5	76,3	66,2	87,7	118,4 ¹	54,4	77,7	94,3 ¹	111,2	182,0	255,8 ^{3,4}

1) Einschließlich HBFG-Anteile für die Vektorrechner in Bochum (1980) in Höhe von 21,2 Mio DM sowie Stuttgart (1983), Karlsruhe (1983) und Berlin (1983) in Höhe von 36,5 Mio DM.- 2) Nach Angaben des Bundesministeriums für Forschung und Technologie. Aufgrund von Verschiebungen durch unterschiedlichen Mittelabfluß sind diese Angaben nicht mit denen der Kommission für Rechenanlagen der Deutschen Forschungsgemeinschaft vergleichbar. 3) 1985: Einschließlich 90 % der im CIP empfohlenen Geräte; 1986: Geschätzt mit rund 200 Mio DM HBFG und 80 % der im CIP empfohlenen Geräte.- 4) Geschätzt.

Quelle: Wissenschaftsrat, Investitionen für Großgeräte an den Hochschulen 1973-1983, Köln 1985, S. 25, sowie Fortschreibung dieses Berichts für die Jahre 1984 und 1985, Köln 1986, S. 21.

(2) Computer-Investitions-Programm

Der Planungsausschuß für den Hochschulbau hat 1985 beschlossen, daß die Beschaffung von vernetzten Mikrocomputern, die schwerpunktmäßig in der Lehre eingesetzt werden, über das HBFVG finanziert werden kann. Zielsetzung dieses Programms ist es, die Hochschulabsolventen in die Lage zu versetzen, mit Mikrorechnern sachgerecht umzugehen sowie Fragen ihres jeweiligen Fachgebietes mit Mikrorechnern bearbeiten zu können. Mit dem CIP soll den Hochschulen die Beschaffung der hierfür notwendigen Geräte - Arbeitsplatzrechner, vernetzte Mikrorechnersysteme - ermöglicht werden. Für die Jahre 1985 bis 1988 sind insgesamt 250 Millionen DM vorgesehen.

Bis Ende 1986 wurden 538 Pools vernetzter Rechnersysteme mit 6.561 Arbeitsplätzen und einer Gesamtsumme von 122 Millionen DM zur Aufnahme in den Rahmenplan empfohlen¹. Von den bis Ende 1985 empfohlenen Geräten sind bis Oktober 1986, gemessen an den Gesamtkosten, rund 88 % bereits beschafft worden. Von den empfohlenen Kosten entfielen 24 % auf die Fächergruppe Mathematik/Naturwissenschaften, 19 % auf die Ingenieurwissenschaften sowie 17 % auf die Rechenzentren und 16 % auf fächerübergreifend eingesetzte Pools. Die durchschnittlichen Kosten pro Arbeitsplatz lagen insgesamt bei rund 18.600 DM. Die Akzeptanz der CIP-Geräte war bei Studenten und Doktoranden gut bis sehr gut. Bei den Professoren wurden neben positiven auch negative Reaktionen (mangelnde Erfahrung in der Arbeit mit Rechnern, fehlende wissenschaftliche Standard-Software) berichtet.

¹ Wissenschaftsrat, Ausschuß für Hochschulausbau:
Bericht zur ersten Phase des Computer-Investitions-
Programms (CIP), Köln 1987.

b) Rechenanlagenprogramm der Deutschen Forschungsgemeinschaft

Über das Rechenanlagenprogramm, das von der DFG aus eigenen Mitteln finanziert wurde, sind zwischen 1980 und 1985 jährlich zwischen 4 und 12 Millionen DM bewilligt worden. Es handelte sich in der Regel um Vorhaben, in denen neue Anwendungsmöglichkeiten der Datenverarbeitung in Form von Pilotprojekten erschlossen wurden. Die DFG beabsichtigt, Mittel künftig nur noch im Rahmen von Anträgen einzelner Wissenschaftler auf Förderung von Forschungsvorhaben bereitzustellen.

c) Regionalprogramm

DV-Geräte konnten bis 1982 auch über das Regionalprogramm des dritten Datenverarbeitungsprogramms der Bundesregierung finanziert werden. Über dieses nicht weitergeführte Programm wurden mit einer Bundesbeteiligung von 85 % an den Investitionskosten in allen Ländern regionale Rechenzentren errichtet. Die Gesamtausgaben dieses Programms betragen für 1973 bis 1982 320 Millionen DM, dies sind 32 Millionen DM jährlich. In den 70er Jahren hat das Regionalprogramm die Finanzierung von 30 bis 40 % aller Investitionen für DV-Geräte an den Hochschulen ermöglicht.

II.2. Zur derzeitigen Ausstattung mit Rechenkapazität

Die Hochschulen in der Bundesrepublik Deutschland verfügen in der Regel auf mehreren Ebenen über Rechenkapazität:

- Rechenzentren: o Universell genutzte Rechner (Universalrechner)
 - o an einigen Standorten auch Höchstleistungsrechner
- Fakultäten/Fachbereiche: fachspezifisch genutzte Rechner (Bereichsrechner)
- Institute: o Bereichsrechner
 - o fortgeschrittene und einfache Arbeitsplatzrechner (Personal-Computer, PC)

Neben den wissenschaftlichen Anwendungen wird in den Hochschulen Rechenkapazität auch in den Bibliotheken, in der Krankenversorgung und in der Verwaltung eingesetzt.

An den Fachhochschulen ist die eigene Rechnerausstattung meist auf kleinere und mittlere Bereichsrechner sowie auf Arbeitsplatzrechner beschränkt.

In Übersicht 2 wird ein Überblick über die Investitionskosten nach dem HBFG für DV-Geräte der Hochschulen nach Fächergruppen gegeben, die in den Jahren 1983 bis 1986 von der DFG und vom Wissenschaftsrat empfohlen wurden¹. Die Übersicht zeigt, daß 1985 DV-Geräte für die Hochschulen mit Kosten von rund 191 Millionen DM (einschließlich CIP) empfohlen worden sind. 1986 sind die empfohlenen Investi-

¹ Vgl. dazu Übersicht 1, in der die Kosten der tatsächlich beschafften Geräte enthalten sind.

tionen für DV-Geräte erheblich angewachsen: Einschließlich der Kosten für den Höchstleistungsrechner in Stuttgart (32,7 Mio DM) und CIP ergeben sich 312 Millionen DM.

Anhang 1 enthält eine Liste der derzeitigen Ausstattung der Universitäten mit größeren Rechenanlagen im Rechenzentrum, in der Bibliothek, in der Verwaltung, in Medizinischen Einrichtungen und in Fachbereichen/Instituten. In dieser Zusammenstellung (Stand: Jahresanfang 1987) sind quantitative Angaben im wesentlichen nur für Rechenanlagen ausgewiesen, die seit etwa 1980 mit Beschaffungskosten von mehr als 1 Million DM über das HBFG finanziert worden sind.

Übersicht 2

Empfohlene Großgeräte und DV-Geräte der Hochschulen
1983 bis 1986

Jahr	Empfohlene Großgeräte	DV-Geräte		darunter					davon			
		Mio DM	%	Hochschulen ohne Fachhochschulen	Rechenzentren	Medizin	Geisteswissenschaften einschl. Bibliotheken	Natur- und Ingenieurwissenschaften	Verwaltung	Fachhochschulen	Mio DM	
1983	270,6	87,8	32,4	84,7	59,2	5,0	3,8	14,7	2,0	3,1		
1984 ¹	324,8	129,2	39,8	121,8	85,2	8,4	3,4	21,5	3,3	7,4		
1985 ¹	434,7	133,4	30,7	125,8	74,4	28,1	3,5	16,9	2,9	7,6		
1986	449,2	247,4	55,1	205,9	117,7	24,9	5,2	53,7	4,4	41,5		

¹ Zusätzlich CIP mit empfohlenen Großgeräten für:
- Hochschulen ohne Fachhochschulen 45,8 Mio DM 1985 | 45,4 Mio DM 1986
- Fachhochschulen 11,7 Mio DM | 19,4 Mio DM

CIP insgesamt 57,5 Mio DM | 64,8 Mio DM

² Einschließlich Cray 2 für die Universität Stuttgart mit Kosten von 32,7 Mio DM.

Quelle: Auswertung der Einzelempfehlungen zur Beschaffung von Großgeräten; berücksichtigt wurden nur die gesondert angemeldeten DV-Geräte.

a) Rechenzentren

(1) Die Universitäten verfügen in der Regel über Rechenkapazität auf Universalrechnern, die in Hochschulrechenzentren installiert sind und häufig mehrere Hochschulen der Region versorgen. Dabei werden in vielen Fällen auch die Fachhochschulen, die keine eigenen Rechenzentren haben, mitversorgt.

An den Hochschulen in Berlin, Bochum, Kaiserslautern, Karlsruhe und Stuttgart sind derzeit Höchstleistungsrechner vorhanden, die mit einem bestimmten Anteil ihrer Kapazität auch anderen Hochschulen der Region zur Verfügung stehen. Für weitere Standorte (Kiel, Hannover, München) ist die Beschaffung von Höchstleistungsrechnern beantragt¹. Kapazitäten auf Höchstleistungsrechnern werden zur Zeit zu etwa 70 % von den Naturwissenschaften, zu 25 % von den Ingenieurwissenschaften und zu 5 % von anderen Fachrichtungen genutzt.

Die Rechenzentren der Universitäten erfüllen im wesentlichen folgende Aufgaben:

- Betrieb von größeren Universal- und Höchstleistungsrechnern,
- Betreuung von inneruniversitären Datenkommunikationsnetzen mit Zugängen zu öffentlichen Netzen,
- Beratung von Anwendern bei der Beschaffung und Nutzung von Hardware und Software,
- Schulung von Nutzern,

¹ Der Rechner für Kiel ist nach Abschluß der Begutachtungen durch DFG und Wissenschaftsrat zur Aufnahme in den 17. Rahmenplan für den Hochschulbau empfohlen worden. Vgl. Wissenschaftsrat: Empfehlungen zum 17. Rahmenplan, Bd. 4, Köln 1987, S. SH 18 ff.

- große Datenhaltungs- und Datenbankaufgaben,
- Betreuung von Softwarebibliotheken.

Alle Wissenschaftler haben im Prinzip gleichberechtigten Zugang zum Rechner im Rechenzentrum. In der Realität verbrauchen jedoch nur wenige Fächer den Großteil der vorhandenen Universalrechnerkapazität¹.

Bis Anfang der 80er Jahre wurden die zentralen Rechenkapazitäten von den Studenten in geringem Maße genutzt. Vielfach hatten Studenten im Rahmen des üblichen Lehrprogramms keine Anleitung zur Nutzung von DV-Anlagen. Für freies Arbeiten standen nur eingeschränkt Terminals zur Verfügung.

In den letzten Jahren ist der Anteil der Lehre an der Nutzung von Rechenkapazität besonders in natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fächern sowie in der Informatik stark gestiegen, wenngleich die Nutzung für Aufgaben in der Forschung insgesamt nach wie vor überwiegt. Hierzu haben unter anderem auch neuere technische Entwicklungen beigetragen, die die Rechnernutzung für die Lehre weiter erschlossen haben. Diese Entwicklung wird sich angesichts der steigenden Nachfrage auf dem Arbeitsmarkt nach Hochschulabsolventen mit vertieften DV-Kenntnissen fortsetzen.

¹ Eine Auswertung des Rechenzeitverbrauchs der Fachbereiche der Münchner Universitäten auf den Rechanlagen des Leibniz-Rechenzentrums hat z.B. ergeben, daß 1986 die auf die Fachbereiche der Universität München entfallenden Rechenzeiten (CPU) zu über 79 % von der Physik (9 % Chemie und Pharmazie, 7 % Geowissenschaften) genutzt wurden. Demgegenüber war das Nutzerspektrum der Technischen Universität München breiter (43 % Maschinenwesen, 11 % Bauingenieur- und Vermessungswesen, 15 % Physik, 10 % Elektrotechnik, 6 % Chemie/Biologie/Geowissenschaften sowie 14 % Mathematik und Informatik).

(2) Die für den Betrieb von Universalrechnern in den Rechenzentren notwendige Software wird in der Regel zentral beschafft, oft vom jeweiligen Hersteller mitgeliefert. Bei der Beschaffung von Rechnern über das HBFG wird bei größeren Rechnern Software oft für fünf bis sechs Jahre gekauft. Die Kosten belaufen sich derzeit auf etwa 20 % der Kosten für die Hardware. Wird Software gemietet, so entstehen jährliche Folgekosten in Höhe von rund 4 % der Hardware-Investitionskosten.

(3) In den meisten Hochschulen bestehen zur Zeit sogenannte Terminalnetze für die Kommunikation zwischen dem Rechenzentrum und den räumlich verteilten Nutzern. In der Regel laufen die Leitungen über das universitätsinterne Telefonnetz und gemietete Postleitungen sternförmig auf das Rechenzentrum zu und dienen in erster Linie dazu, Rechenaufträge an den Zentralrechner heranzuführen und Ergebnisse an die Benutzer zurückzuübertragen. An einigen Universitäten sind zum Teil auch lokale Netze eingerichtet, die die Nutzer eines Gebäudekomplexes oder einer Fakultät untereinander und mit dem Hochschulrechenzentrum verbinden.

(4) Bei der Inanspruchnahme von Leistungen der Rechenzentren durch die Benutzer gehen die Rechenzentren sowohl hinsichtlich der Festlegung von Prioritäten der Rechenaufträge als auch hinsichtlich der Kosten und Entgelte in der Regel von den 1974 von der Kultusministerkonferenz beschlossenen "Grundsätzen für die Errichtung und den Betrieb von Hochschulrechenzentren" aus. Danach sollen "zur Steuerung und Kontrolle der Inanspruchnahme von Rechenleistungen durch die Benutzer die anfallenden Kosten nachgewiesen und gegebenenfalls Entgelte erhoben werden."

Die Leistungen der Rechenzentren werden in der Regel an Mitglieder der jeweiligen Hochschule unentgeltlich abgegeben (außer für Arbeiten im Rahmen der gesetzlich geregelten Nebentätigkeit), während von anderen Hochschulen und Einrichtungen des Landes sowie von überwiegend vom Land geförderten Einrichtungen die Erstattung der Betriebskosten (Personal- und Sachkosten) verlangt wird. Hochschulen und Einrichtungen anderer Länder oder des Bundes zahlen für die Inanspruchnahme von Leistungen Gebühren in Höhe der Selbstkosten des jeweiligen Landes (Betriebskosten zuzüglich anteiliger Investitionskosten). Von den übrigen Nutzern einschließlich Hochschulangehörigen bei Nebentätigkeit wird die Zahlung von Marktpreisen verlangt, die die Kosten voll decken und über den Selbstkosten des Landes liegen sollen.

Da die Rechenzentren ihre Leistungen überwiegend an Nutzer der jeweiligen Hochschule oder der Hochschulen des Landes abgeben, sind die Einnahmen in der Regel gering. Eine Beeinflussung der Nachfrage aus den Hochschulen nach Rechenleistungen über Preise ist nach den bestehenden Entgeltregelungen kaum möglich. Hierzu bieten auch die in den kameralistisch verwalteten Hochschulrechenzentren üblichen Kostenrechnungen, die sich vorwiegend an Kostenarten orientieren, keine günstigen Voraussetzungen. Hinzu kommt, daß es bisher keine plausiblen Verfahren der vollständigen Zurechnung von Gemeinkosten zu einzelnen Leistungsarten gibt.

In Anbetracht dieser Schwierigkeiten haben bisher nur einzelne Rechenzentren Abrechnungssysteme erprobt, die eine stärkere Beeinflussung des Benutzerverhaltens erlauben sollen. In Anhang 2 sind Beispiele dargestellt. Diese

Regelungen reichen von der Kontingentierung von Rechenzeiten und der Verbuchung auf Konten bis zur Erhebung von Entgelten.

b) Fakultäten/Fachbereiche

Außerhalb der Rechenzentren sind an einer Reihe von Fakultäten/Fachbereichen Bereichsrechner installiert, die teilweise von den Rechenzentren betreut werden. Hierbei handelt es sich meist um mittlere oder kleinere Universalrechner oft mit direkter Ankopplung an naturwissenschaftlich-technische Apparaturen (Prozeßrechner). Wegen der besonderen Anforderungen an die Übertragungs- und Betriebssicherheit, an die Realzeitverarbeitung und an die direkten Eingriffsmöglichkeiten der Wissenschaftler in die Experiment- und Rechenabläufe werden Bereichsrechner vor Ort mit der Möglichkeit der direkten Bedienung durch die Benutzer aufgestellt.

Bereichsrechner sind über die Fakultäten/Fachbereiche ungleichmäßig verteilt. Schwerpunkte bestehen in den Fachbereichen Chemie, Biologie, Physik, Elektrotechnik, Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften. In der Informatik sind überwiegend eigene Rechenzentren mit speziellen Versuchsrechnern eingerichtet worden.

c) Institute

Die Ausstattung der Hochschulinstitute mit Rechenkapazität reicht derzeit vom Bereichsrechner über fortgeschrittene und einfache Arbeitsplatzrechner bis hin zu einfachen Terminals mit Anschluß an den Universalrechner im Rechenzentrum. Besonders in den Instituten der Physik und der Ingenieurwissenschaften haben sich aus der Linie der Labor- und Prozeßrechner seit den 70er Jahren schrittweise universell genutzte Rechner entwickelt, die auch interaktiv

für Auswertungsaufgaben, graphische Darstellungen sowie für mittlere Rechenläufe genutzt werden. Diese Rechner sind teilweise mit den zentralen Universalrechnern vernetzt (vgl. Anhang 1).

d) Bibliotheken

Die Universitätsbibliotheken verfügen derzeit noch nicht alle über eigene Bibliotheksrechner für die Katalogführung und den Ausleihverkehr. An einigen Bibliotheken befindet sich die Einführung der Datenverarbeitung zum Teil noch in der Planung, manche nutzen die Universalrechner in den Rechenzentren. Soweit eigene Rechner betrieben werden, handelt es sich meist um Maschinen der mittleren bis unteren Universalrechnerklasse, wobei die lokale Ausleihe auf dedizierten Kleinrechnern in der Bibliothek und die Katalogisierung (formale und inhaltliche Erschließung) weitgehend in regionalen Bibliothekszentren abgewickelt werden, die den Bibliotheksverbund ihrer Region betreuen. Es ist geplant, alle Hochschulbibliotheken einem Verbund anzuschließen¹.

Die in den Hochschulbibliotheken derzeit für die Ausleihe installierten Anlagen entsprechen vielfach etwa dem technischen Stand der zweiten Hälfte der 70er Jahre und erfordern vergleichsweise hohe Wartungskosten. Die Gesamtkosten für die in den Bibliotheken und in den Bibliothekszentren installierten DV-Anlagen (einschließlich Peripherie) liegen nach Schätzungen zwischen 50 und 60 Millionen DM. Überwiegend sind diese Anlagen über das HBF

¹ Vgl. hierzu Deutsche Forschungsgemeinschaft: Empfehlungen zum Aufbau regionaler Verbundsysteme und zur Einrichtung Regionaler Bibliothekszentren, Bonn 1979.

finanziert worden¹, in geringerem Umfang auch von der DFG oder über spezielle Programme des Bundes (z.B. Informations- und Dokumentations-Programm des Bundesministeriums für Forschung und Technologie).

Bibliothekszentren sind inzwischen in nahezu allen bibliothekarischen Regionen eingerichtet. Sie konzentrieren sich bisher auf die kooperative Katalogisierung ihrer Teilnehmerbibliotheken und den Bestandsnachweis für die Fernleihe. Die Verbundnetze sind zentral organisiert. Der Aufbau lokaler Systeme (verteilte Datenverarbeitung) durch die Zentren befindet sich noch im Anfang. In Ausstattung und Anwendung der Datenverarbeitung für bibliothekarische Aufgaben bestehen zum Teil ähnliche Defizite wie in den Universitätsbibliotheken. Die weitere Entwicklung wird durch die derzeit unzureichende Vernetzung in und zwischen den Hochschulen behindert.

Wichtige Aufgaben für die Bibliotheken ergeben sich bereits heute durch die zunehmende Bedeutung der Informationsvermittlung (Online-Literaturnachweis in international verfügbaren Datenbanken) im direkten Rechnerzugriff. Außerdem wird gegenwärtig bereits an mehreren Universitäten (z.B. Technische Universität Berlin, Universität Düsseldorf, Universität Karlsruhe) die Einbeziehung der Bibliotheken in die dezentrale Nutzung von Unterrichtssoftware und den Betrieb von Ausbildungsrechnern für das freie Üben von Studenten mit Lehrprogrammen erfolgreich erprobt.

¹ Die Liste im Anhang 1 ist für die Bibliotheken nicht vollständig.

e) Medizinische Einrichtungen

In der Medizin werden Rechner aller Größenklassen außer Vektorrechnern für eine Vielzahl von Aufgaben benötigt: Patientendatenverwaltung, Medizinstatistik, Laborautomatisierung, rechnergestützte Diagnose und Therapie sowie rechnergestützte Überwachung der Vitalparameter in der Intensivbetreuung und bei Operationen. In der Klinikverwaltung werden aus Gründen des Datenschutzes und der Verfügbarkeit in der Regel dedizierte Rechner eingesetzt. In einigen Bundesländern wird angestrebt, die hierzu notwendige Software landesweit zu vereinheitlichen.

f) Hochschulverwaltungen

Die Universitäten nutzen die Datenverarbeitung zur Unterstützung zentraler Verwaltungsaufgaben im Studentensekretariat, im Prüfungsamt, bei der Mittelbewirtschaftung, in der Personal- und Stellenverwaltung, im Wahlamt sowie bei der Verwaltung von Lehrveranstaltungen, Geräten und Liegenschaften. Ausgehend von der Benutzung der primär für Forschung und Lehre zur Verfügung stehenden Zentralrechner werden aus Gründen des Datenschutzes und der freien Verfügbarkeit der Kapazität in zunehmendem Maße eigene Rechner eingesetzt. Teilweise werden die Verwaltungsaufgaben auch zusammen mit den Bibliotheks- und Klinikumsaufgaben der eigenen Hochschule oder anderer Hochschulen auf externen Rechnern abgewickelt. Mehrere Länder streben an, im Zuge der Ersetzung von zentralen durch dezentrale Lösungen die Hard- und Software-Ausstattung für die Hochschulverwaltungen zu vereinheitlichen.

Für die Verwaltungen der Fachhochschulen haben einige Länder in den vergangenen Jahren eigene kleine Verwaltungsrechner, dedizierte Rechner oder PC beschafft. Eine Reihe von Fachhochschulen nutzt für Verwaltungsaufgaben

Rechner von Universitäten und Landesrechenzentren. Bei anderen Fachhochschulen befindet sich die Einführung der Datenverarbeitung für die Verwaltung noch in der Planung.

A.III. Zur Ausstattung ausländischer Hochschulen mit Rechenkapazität

(1) Die Versorgung der Hochschulen in den Vereinigten Staaten von Amerika mit Rechenkapazität ist im Vergleich zu deutschen Hochschulen in geringerem Maße zentralisiert und uneinheitlicher.

Bis 1970 hat die National Science Foundation die Beschaffung von Rechnern für amerikanische Hochschulen in größerem Umfang gefördert. Dies hat zu einer sehr guten Ausstattung, insbesondere an den großen Privatuniversitäten, geführt. Nach dem Auslaufen des Förderungsprogramms gingen viele Hochschulen dazu über, die zentral in den Rechenzentren aufgestellten größeren Rechner durch eine Vielzahl kleinerer zu ersetzen, die aus den Universitätshaushalten und aus Drittmitteln finanziert werden konnten. Diese Entwicklung hat auf der einen Seite zu einer Schwerpunktbildung bei Maschinen mittlerer Größe geführt und frühzeitig Tendenzen der Vernetzung dezentraler Rechner gefördert. Auf der anderen Seite haben aufgrund dieser Entwicklung seit Anfang der 80er Jahre viele Hochschulrechenzentren an Bedeutung verloren. Dies führte an manchen Rechenzentren dazu, daß sie zunehmend auch die notwendigen personellen Voraussetzungen zur algorithmischen Beratung einbüßten und sich zum Teil nur noch auf den Betrieb eines Maschinensaals für Institutsrechner beschränkten.

Anfang der 80er Jahre setzte im Zuge der Diskussionen um die technologische Wettbewerbsfähigkeit und die sogenannte japanische Herausforderung eine Gegenbewegung ein. Die

National Science Foundation fördert ab 1984 stufenweise 10 Höchstleistungszentren für die Universitäten mit den jeweils modernsten Rechnern. Darüber hinaus vermittelt sie den Hochschulen Beratung durch Fachleute aus den nationalen Großforschungseinrichtungen. Außerdem wird derzeit ein Hochgeschwindigkeitsnetz mit 1,5 Mbit/s aufgebaut.

Die mit deutschen Universitäten vergleichbaren amerikanischen Hochschulen verfügen über ein vergleichsweise dichtes Netz an Arbeitsplatzrechnern. Derzeit kommt vielfach - im Durchschnitt aller Fächer - auf 10 bis 15 Studenten ein Arbeitsplatzrechner oder ein Bildschirmarbeitsplatz mit Anschluß an einen größeren Rechner. An vielen privaten Universitäten gelten noch wesentlich günstigere Relationen¹. Die Anlagen sind weitgehend vernetzt. Die Nutzung rechnergestützter Dienste wie Datenbanken und Austauschbarkeit theoretischer und experimenteller Ergebnisse bis hin zur gemeinsamen Dokumentenbearbeitung prägt zunehmend den Arbeitsstil der Wissenschaftler und Studenten. Ein Hinweis auf die wachsende Bedeutung der Informationsverarbeitung ist auch darin zu sehen, daß an den großen amerikanischen Universitäten das Amt eines Vizepräsidenten für Informationstechnologie eingerichtet ist. Zu der guten Geräteausstattung hat auch die breite und intensive Zusammenarbeit der Universitäten mit der informationsverarbeitenden Industrie beigetragen, die rasch weiter ausgebaut wird.

¹ Z.B. Projekt ATHENA, das 1983 vom Massachusetts Institute of Technology in Zusammenarbeit mit den Firmen DEC und IBM mit einer Laufzeit von fünf Jahren gestartet wurde, um zusätzliche Rechenkapazitäten für die Lehre zu schaffen und neue Wege in der Hochschullehre zu erproben. Vgl. hierzu Hansen, H.R.: Mikrocomputer in der US-amerikanischen Hochschulausbildung - Strategien der Hersteller und der Hochschulen, in: Angewandte Informatik, Nr. 12, 1984, S. 523.

(2) Die Versorgung mit Rechenkapazität an den englischen Universitäten ist mit den Verhältnissen an den Universitäten in der Bundesrepublik Deutschland insofern eher vergleichbar, als die Beschaffung von Rechnern in Großbritannien infolge der Empfehlungen des Computer Board stärker zentralisiert ist. Dies hat eine kontinuierliche Entwicklung und eine ausgewogene mehrstufige Versorgung begünstigt, die derzeit durch verstärkten Einsatz von Mikrorechnern gekennzeichnet ist. Diese Tendenz hat früher als in Deutschland eingesetzt. Die derzeitige Zahl der Bildschirme je Student liegt im Durchschnitt auf einem mit amerikanischen Hochschulen vergleichbaren Niveau. Ein die englischen Hochschulen verbindendes Forschungsnetz besteht bereits seit einigen Jahren und wird intensiv genutzt.

(3) Der Schweizer Bundesrat hat Ende 1985 ein Förderprogramm über "Sondermaßnahmen zugunsten der Ausbildung und Weiterbildung sowie der Forschung in der Informatik und den Ingenieurwissenschaften" vorgelegt, das die Bundesversammlung der Schweizer Eidgenossenschaft beschlossen hat. Insgesamt werden in der Schweiz für Sondermaßnahmen rund 500 Millionen Schweizer Franken veranschlagt.¹ Allein für dezentrale Arbeits- und Ausbildungsrechner soll ein Zusatzvolumen von 125 Millionen Schweizer Franken bereitgestellt werden. Dabei werden folgende Relationen Arbeitsplatzrechner/Studenten zugrundegelegt: 1 zu 4 für Studenten im Hauptfach Informatik, 1 zu 8 für Studenten mit Nebenfach Informatik und 1 zu 10 für Einführungs- und Grundkurse der übrigen Studenten. An den eidgenössischen Technischen Hochschulen wird in Informatik und Ingenieurwissenschaften ein Verhältnis bis 1 zu 2 angestrebt. Dazu kommen erhebliche personelle Anstrengungen.

¹ "Botschaft über Sondermaßnahmen zugunsten der Ausbildung und Weiterbildung sowie der Forschung in der Informatik und den Ingenieurwissenschaften" des Schweizerischen Bundesrates vom 2. Dezember 1985.

Die ETH Lausanne verfügt seit 1985 über einen Höchstleistungsrechner der ersten Generation. Dieser Rechner soll alle Schweizer Hochschulen über Fernnutzung mitversorgen. Die "Sondermaßnahmen" sehen die Beschaffung eines weiteren Höchstleistungsrechners der neuesten Generation mit Kosten von 40 Millionen Schweizer Franken vor, der in den nächsten Jahren für die ETH Zürich beschafft werden soll.

(4) Der Schwerpunkt von Maßnahmen zur Installierung von Mikrorechnern liegt in Frankreich seit Beginn der 80er Jahre in den Schulen der Primar- und Sekundarstufe. Durch mehrere, in kurzen Abständen aufeinander folgende Programme sind bis 1984 etwa 20.000 Mikrorechner installiert worden. Das 1985 aufgelegte Programm "Informatique pour Tous" strebt an, bis Ende 1985 alle öffentlichen Bildungseinrichtungen mit Mikrorechnern in einer Relation zur Zahl der Schüler/Studenten auszustatten, die der Versorgung in den Vereinigten Staaten von Amerika, Großbritanniens und Japans entspricht. Insgesamt sollen weitere 120.000 Mikrorechner mit Kosten von umgerechnet rund 200 Millionen Dollar an öffentlichen Schulen und Universitäten installiert werden. Für die Universitäten sind insgesamt 4.000 Mikrorechner vorgesehen¹.

1985 waren in Frankreich an sieben Standorten (Hochschulen und außeruniversitäre Forschungsinstitute) Höchstleistungsrechner installiert.

¹ Vgl. Serge Hilguet: L' état d' informatisation de l' appareil éducatif français, Septembre 1985 und Agence de l' informatique: Rapport sur l' état d' informatisation de la France, Janvier 1986.

A.IV. Entwicklungen im Beschäftigungssystem

Analysen von Berufsprofilen zeigen sowohl in der Bundesrepublik Deutschland als auch in den wichtigsten anderen Industrieländern eine Ausweitung des Anteils der primär informationsverarbeitungsbezogenen Tätigkeiten vor allem im Dienstleistungssektor. Darüberhinaus wird auch ein Großteil der Beschäftigten in anderen Sektoren der Volkswirtschaft, besonders in der industriellen Güterproduktion und der Warendistribution, informations- und kommunikationstechnische Hilfsmittel beherrschen müssen.

In den Vereinigten Staaten von Amerika haben sich die Aufwendungen von 1980 bis 1985 für CAD (Computer Aided Design), CAM (Computer Aided Manufacturing), die computergestützte Fabrikkommunikation und andere Formen des Rechnereinsatzes und der digitalen Technik verfünffacht. Schätzungen gehen davon aus, daß sich die Aufwendungen bis 1990 nochmals um den Faktor drei erhöhen werden.

Die Nutzung von Arbeitsplatzrechnern nahm in diesem Jahrzehnt eine ähnliche Entwicklung. Nach ersten größeren Umsätzen in dieser Branche Ende der siebziger Jahre wurden 1985 weltweit 13 Millionen PC für kaufmännische und technisch-wissenschaftliche Anwendungen eingesetzt; bis 1990 sollen über 40 Millionen Geräte im beruflichen Einsatz stehen. Allein in Europa wurden 1985 Arbeitsplatzrechner im Wert von knapp 5 Milliarden Dollar abgesetzt, davon 22 % in Großbritannien, 18 % in Frankreich und 17 % in der Bundesrepublik Deutschland.

In der Bundesrepublik Deutschland hat die Zahl der mit einem PC ausgerüsteten Arbeitsplätze innerhalb eines Jahres um 40 % zugenommen. Insgesamt gehen die Qualifikationspro-

gnosen für den Arbeitsmarkt davon aus, daß spätestens im Jahre 2000 jeder zweite Erwerbstätige einen Teil seiner Arbeit an einem Arbeitsplatzrechner oder Terminal leisten wird.

Der europäische Softwaremarkt zeichnet sich seit Jahren durch Zuwachsraten von 20-30 % aus und hat 1985 einen Gesamtwert von 60 Milliarden DM erreicht. In zunehmendem Maße wird dabei von qualifizierten Software-Anwendern verlangt, vom Markt bezogene Software in eigener Verantwortung zu kombinieren, anzupassen und weiterzuentwickeln.

Die Bundesrepublik Deutschland liegt dabei weder in der PC-Nutzung noch im Softwaremarkt, bezogen auf ihre gesamtwirtschaftliche Leistung, in der vorderen Position. Als wichtiges Hemmnis für die Nutzung moderner Rechner- und Kommunikationstechniken erweisen sich die Ausbildungsgänge, insbesondere die mangelnden Primärqualifikationen der Hochschulabsolventen in diesen Gebieten.

Nach Untersuchungen der Bundesanstalt für Arbeit wird besonders von Berufsanfängern der Wirtschafts-, Ingenieur- und Naturwissenschaften ein beträchtliches Maß an moderner DV-Qualifikation erwartet. Nach dem heutigen Stand können die Hochschulen nicht zuletzt wegen der unzureichenden Ausstattung mit Arbeitsplatzrechnern für die Lehre in vielen Fällen die Erwartungen des Arbeitsmarktes an ihre Absolventen nicht erfüllen. Die Wirtschaft sieht sich deshalb oft veranlaßt, durch zum Teil längere betriebsinterne Qualifizierungsmaßnahmen die Absolventen an den modernen, international wettbewerbsfähigen Stand der Nutzung der DV-Technologien in ihrem Fach heranzuführen.

A.V. Schätzungen zum künftigen Bedarf der Hochschulen an Rechenkapazität

Schätzungen zum künftigen Bedarf der Hochschulen an Rechenkapazität müssen an erkennbare Entwicklungen in Forschung und Lehre, in der DV-Technologie und im Einsatz dezentraler Rechner an den einzelnen Arbeitsplätzen der Wissenschaftler und Studenten anknüpfen. Die folgenden Einschätzungen bilden die Grundlage für eine im nächsten Kapitel vorgelegte Modellrechnung, die versucht, die mittelfristig zur Deckung des Rechnerbedarfs notwendigen Investitionen zu quantifizieren.

V.1. Entwicklungen in der Lehre

Entsprechend der internationalen Entwicklung muß die Lehre in vielen Fächern verstärkt rechnergestützte Informations- und Kommunikationstechniken sowie rechnergestütztes Experimentieren berücksichtigen. Es kommt darauf an, in den Hochschulen schrittweise eine Entwicklung in Gang zu setzen und zu fördern, die dazu führt, daß Hochschulabsolventen der meisten Fachrichtungen künftig in der Lage sind, mit Arbeitsplatzrechnern sachgerecht umzugehen und sie zur Bearbeitung fachspezifischer Fragen einzusetzen.

Die Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung hat vorgeschlagen, eine informationstechnische Grundausbildung künftig schwerpunktmäßig in der Schule zu vermitteln¹. Es kann erwartet werden, daß die Studienanfänger künftig vermehrt über Grundkenntnisse der Datenverarbeitung verfügen. Die Hochschulen werden hierauf aufbauen können. Die Verbesserung der informationstech-

¹ Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung: Rahmenkonzept für die informationstechnische Bildung im Hochschulbereich, Bonn 1985.

nischen Grundausbildung an den Schulen wird aber keinesfalls den Bedarf an Arbeitsplatzrechnern in den Hochschulen mindern, sondern im Gegenteil einen verstärkten Einsatz von Rechnern in der Lehre ermöglichen und daher zu einem steigenden Bedarf an anspruchsvolleren Rechnern in den Hochschulen beitragen.

Da die Bereitstellung von Rechnern für die Lehre grundsätzlich von der Zahl der Studenten ausgehen muß, ergibt sich ein sehr hoher Bedarf an Geräten mit entsprechenden Investitions- und Folgekosten. Es müssen künftig dezentrale Rechner für die Grundausbildung, die fortgeschrittene Studentenausbildung und für die eigenständige Rechnernutzung durch Studenten zur Verfügung stehen:

a) Grundausbildung der Studenten

- Elementare (nichtfachspezifische) Rechneranwendungen: "Rechnerverständnis", Problemlösen mit Rechnern (einschließlich einfacher Programmierkenntnisse)
- Fachspezifische Grundausbildung am Rechner
- Rechner als Lehrmittel und Unterrichtshilfe
- Rechner für Simulation und Modellbildung

b) Fortgeschrittene Studentenausbildung

- Fachspezifische fortgeschrittene Nutzung¹
- Hauptkurse "Informatik im Nebenfach"
- Training an professionellen Arbeitsplatzrechnern

¹ Als Beispiel sei der Vorschlag der Hochschulgruppe Fertigungstechnik, einem Zusammenschluß von 19 Hochschul- und fünf Fraunhofer-Instituten der Fertigungstechnik, für ein Sonderprogramm zur Ausbildung von Studenten an CIM-Grafikarbeitsplätzen genannt, der im Durchschnitt von jeweils acht Geräten mit Kosten von rund 2 Millionen DM pro Hochschule für die Ausbildung in CIM (Computer Integrated Manufacturing) ausgeht.

- Informationsbeschaffung, Informations-Organisation, Dokumentation

c) Eigenständige Rechnernutzung durch Studenten

- Projekt-, Studien-, Diplomarbeiten
- Freies Üben.

Die mit dem CIP beschafften Geräte stehen in den Hochschulen im wesentlichen für den Kursbetrieb in der Grundausbildung zur Verfügung. Für die eigenständige Rechnernutzung und besonders die fortgeschrittene Studentenausbildung fehlt es dagegen an geeigneten Geräten.

V.2. DV-Ausstattung der Arbeitsplätze für Wissenschaftler

Es besteht zunehmend Übereinstimmung, daß künftig für mehr Wissenschaftler die Nutzung von Rechnern und anderen maschinellen Informations- und Kommunikationsdiensten ein wichtiger Bestandteil ihrer Arbeit in Forschung und Lehre sein wird. Die Nutzung von DV-Leistungen ist bereits heute vielfach notwendige Voraussetzung für die Forschung. Neben das direkte Arbeiten mit komplexen numerischen Methoden treten auch allgemeinere Nutzungsformen der Erfassung, Verarbeitung, Ablage und Organisation von Fachinformation sowie der rechnergestützten wissenschaftlichen Kommunikation innerhalb der eigenen Hochschule, zwischen den Hochschulen und mit anderen Einrichtungen.

Anforderungen des Arbeitsmarktes und wissenschaftlicher Erkenntnisfortschritt machen es in immer mehr Fächern für den wissenschaftlichen Nachwuchs erforderlich, über Grundkenntnisse in der Datenverarbeitung hinaus mit Rechnern umgehen zu können. An der hierfür notwendigen Infrastruktur mit anspruchsvollen Arbeitsplatzrechnern fehlt es aber vielfach.

Die Einführung von Arbeitsplatzrechnern verläuft fachspezifisch sehr unterschiedlich und Disziplinen wie Physik, Chemie und Ingenieurwissenschaften übernehmen auch beim Arbeitsplatzrechner derzeit die Führungsrolle.

Besonders leistungsfähige Arbeitsplatzrechner mit guten Farbgraphikfähigkeiten werden das Interesse vieler Wissenschaften - nicht nur der Naturwissenschaften - an quantitativen Methoden, Datenauswertungen und graphischer Simulation, Modellierung und Darstellung fördern. In allen in Frage kommenden Fächern ist daher relativ kurzfristig mit einem Ansteigen des Bedarfs an Arbeitsplatzrechnern, die möglichst im Netzverbund betrieben werden sollen, zu rechnen. Die gilt nicht allein für die Informatik, sondern auch für Teile der Wirtschaftswissenschaften sowie für die Ingenieurwissenschaften, in denen noch zusätzlich der Bedarf nach größeren Spezialsystemen für CAD (Computer Aided Design), CAM (Computer Aided Manufacturing), CAE (Computer Aided Engineering) und CIM (Computer Integrated Manufacturing) quantitativ erheblich zu Buche schlagen wird.

Für die erfahrenen Benutzergruppen wird die Inanspruchnahme von Leistungen mehrerer Versorgungsebenen selbstverständlich sein. Sie werden die anspruchsvollsten Nutzer der Netzinfrastrukturen sein.

Der Einstieg weiterer, vor allem geisteswissenschaftlicher Disziplinen wird durch die sogenannten nichtfachspezifischen Anwendungen wie Text- und Dokumentenverarbeitung einschließlich Graphikerstellung und Aufbau von Druckvorlagen, Dokumentenverwaltung, Katalogrecherche, Planungsunterstützung (Arbeits- und Terminplanung) und Bildschirm-Kommunikation (elektronische Post) gefördert. Ähnliches gilt für die Beschaffung von Fachinformationen. Für solche Aufgaben sind einfachere Rechner ausreichend.

Auch in der Forschung vieler geisteswissenschaftlicher Disziplinen bestehen zunehmend Ansatzpunkte für die Nutzung von Rechnern. Beispiele hierfür sind:

- Philosophie: Dokumentation von Argumentationsstrategien in Texten,
- Sprachwissenschaften, Literaturwissenschaft, Linguistik: Kritische Texteditionen, Fragen der Sprachgenerierung und des Sprachverstehens, Expertensysteme zur Literaturanalyse,
- Archäologie: Rekonstruktion zerstörter Objekte, Methoden zur Bestimmung archäologischer Funde.

In vielen Fällen führt der Einsatz von Rechnern zu größerer Objektivierbarkeit und Nachvollziehbarkeit von Fragestellungen und Ergebnissen.

Der Bedarf an Lehrsoftware wird steigen. Die Fähigkeit, eigenes Fachwissen in rechnergestützte Übungsprogramme umzusetzen, wird für Hochschullehrer in manchen Fächern an Bedeutung gewinnen.

V.3. Entwicklungen bei Zentral- und Bereichsrechnern

Im Vergleich mit der bisherigen Struktur der DV-Versorgung der Hochschulen (Abschnitt A.II.) ergeben sich als Folge der technischen Entwicklung und der damit verbundenen Nachfrage nach Rechenkapazität folgende wahrscheinliche Veränderungen:

(1) Zentralrechner

Die bisher dominierende Rolle der Zentralrechner für die Breitenversorgung wird, soweit es sich um DV-Aufgaben kleineren und mittleren Umfangs handelt, zurückgehen. Die Verlagerung vieler Funktionen vom Zentralrechner auf Arbeitsplatzrechner und Bereichsrechner infolge zunehmender Leistungsfähigkeit dieser Rechner sowie die Forderung nach nutzernaher Qualitätsperipherie (Drucker und Zeichengeräte) führen dazu, daß Aufgaben im Betrieb von Rechnern zunehmend von Benutzern in den Instituten wahrgenommen werden. Das steigende Leistungs-/Preis-Verhältnis für Elektronik und Peripherie begünstigt diese Entwicklung. Zentral betrieben bleiben voraussichtlich große Universalrechner, Höchstleistungsrechner, sehr aufwendige Spezialrechner und -peripherie sowie die Kommunikationsnetze.

Im Gegensatz zu den dynamischen Entwicklungen bei Arbeitsplatz- und Höchstleistungsrechnern ist bei den Universalrechnern in den nächsten Jahren mit vergleichsweise großer technischer Kontinuität zu rechnen, die aufgrund weiterer Verbesserungen des Verhältnisses von Leistung und Preis mit Kapazitätswüchsen einhergehen wird.

Zur Erhaltung der internationalen Konkurrenzfähigkeit der Forschung ist eine Reihe von natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fächern auf Höchstleistungsrechnerkapazität angewiesen. Rechner werden in diesen Fächern häufig als innovative Forschungsgeräte genutzt, die die Bearbeitung neuer Fragestellungen ermöglichen. Die steigende Nachfrage dieser Fächer wird zu einem breiteren Einsatz von Höchstleistungsrechnern führen.

Neben Vektorrechnern werden in Zukunft auch Parallelrechner an Bedeutung gewinnen, die für viele Fragestellungen, für die Vektorrechner nicht geeignet sind, Lösungen in kurzer

Zeit und in sehr übersichtlicher Weise liefern können. Sie werden es voraussichtlich auch gestatten, die heutigen Lösungszeiten auf Vektorrechnern für neuartige Simulationsmodelle um ein bis zwei Größenordnungen zu unterbieten.

(2) Bereichsrechner

Die künftige technische und wirtschaftliche Entwicklung bei größeren Spezialexsystemen und Bereichsrechnern ist wegen der Leistungsdynamik bei den Arbeitsplatzrechnern schwer vorauszu sehen.

Voraussichtlich werden aufgrund der Aufgabenstellungen benötigt:

- Sondersysteme für die Forschung, z.B. Rechner für Laborautomatisierung, Versuchsfelder, automatische Fertigungssteuerung, Hochleistungs-CAD, Informatik. Die Prozeß-, Labor- und Fertigungsleitrechner steuern und koordinieren vor Ort Prozeß-/Labor-/Kleinrechnersysteme meist der PC-Klasse. Hierzu gehören auch kleine Vektor- oder Parallelrechner für bereichsspezifische Aufgaben.
- Dienstleistungsrechner, gruppenorientierte Rechner

Trotz der zukünftig hohen Rechnerkapazität am Arbeitsplatz wird ein wesentlicher Teil des Bedarfs in der Regel über Kommunikationsnetze bezogen werden oder zur Erledigung nach außen gegeben werden. Bezogen werden von außen aktuelle Daten und nicht permanent gebrauchte Software. Hinzu kommt die Nutzung der elektronischen Post.

Ein Teil dieser Funktionen wird auf gruppenorientierten Mittelklasse-Rechnern ("Servern") unter Verantwortung einer mittleren Organisationseinheit (Fakultät, großes Institut oder Ortsbereich einer Universität) konzentriert werden. Unter bestimmten Umständen können auch Mehrplatzsysteme mit einer größeren Anzahl von Terminals eine fachlich ausreichende und im Hinblick auf die Beschaffung von Hard- und Software kostengünstige Alternative zu Einzelplatzrechnern der PC-Klasse oder zum Anschluß an große Universalrechner darstellen. Halbdezentral, d.h. auf kurze Gehdistanz, werden häufig benutzte Geräte wie mittlere Qualitätsdrucker, Großbildschirme, Farbzeichner und -kopierer anzubieten sein.

V.4. Ausstattung der Bibliotheken, der Medizinischen Einrichtungen und der Hochschulverwaltungen

(1) Bibliotheken

Der Wissenschaftsrat hat in seinen "Empfehlungen zum Magazinbedarf wissenschaftlicher Bibliotheken"¹ empfohlen, daß die Hochschulbibliotheken längerfristig ein durchgängiges DV-System aufbauen sollen, mit dem Bestellung, Katalogisierung (formale und inhaltliche Erschließung), Leihverkehrnachweis und Ausleihe erledigt werden können. Insbesondere sollen die Bestandskataloge möglichst umfassend und mit hoher Priorität in DV-Kataloge überführt werden, die über Arbeitsplatzrechner der Wissenschaftler direkt online zugänglich sein sollten.

Die Datenverarbeitung in den Hochschulbibliotheken sollte die Institutsbibliotheken, die Zentralbibliothek, die Fernleihe und den Zugriff auf externe Literatur- und Faktendatenbanken umfassen. Die Entwicklung führt zur Einrich-

¹ Köln 1986, S. 47.

tung integrierter Bibliothekssysteme¹, die in funktionaler Abhängigkeit von regionalen und überregionalen Verbänden entstehen, in denen die Bibliotheken auch neue Aufgaben wie z.B. Bereitstellung von Lehrprogrammen, Ausleihe von Software u.ä. übernehmen. Es sind für die Hochschulbibliotheken insgesamt ein erheblicher Mehrbedarf an Rechnerkapazität und steigende Investitionskosten einschließlich der Kosten für Vernetzung zu erwarten.

Der Zugriff auf Fachinformationssysteme sollte an jedem Arbeitsplatz für Wissenschaftler gegeben sein. Diese Leistungen können grundsätzlich über alle Formen rechnergestützter Information bezogen werden, die über die erforderliche Beratungskompetenz verfügen. Informationsvermittlungsstellen sind inzwischen an vielen Universitätsbibliotheken aufgebaut worden oder sollen noch aufgebaut werden.

(2) Medizinische Einrichtungen

Es ist damit zu rechnen, daß in der Medizin die Digitalisierung bei den bildgebenden Verfahren zunehmen wird. Daraus folgt, daß die Bildverarbeitung und Archivierung der Bilder in digitaler Form erfolgen wird ("optische Speicherplatte"). Auch in der Intensivüberwachung werden Rechner verstärkt eingesetzt werden. Generell wird die Installation von Informationssystemen zur Verknüpfung aller patientenbezogenen Daten in den Hochschulkliniken notwendig werden.

¹ Vgl. hierzu auch: Deutsche Forschungsgemeinschaft: Vorschläge zur Weiterentwicklung regionaler Verbundsysteme unter Einbeziehung lokaler Netze, Bonn 1986.

(3) Hochschulverwaltungen

Bei den Hochschulverwaltungen ist wegen des langen Vorlaufs der Verfahrensentwicklung ein erheblicher Nachholbedarf vorhanden. Der Prozeß der Ablösung der Verwaltungsaufgaben von den verschiedenen Mehrzweckrechnern ist noch nicht abgeschlossen. Dabei kommen je nach örtlichen Gegebenheiten unterschiedliche Lösungen in Betracht: ein zentraler Verwaltungsrechner, die Ausstattung von Teilen der Verwaltung mit eigenen kleineren Systemen (Abteilungsrechner), der Einsatz von vernetzten Arbeitsplatzrechnern.

Dezentrale Lösungen begünstigen die wünschenswerte Integration vieler bisher getrennter Arbeitsvorgänge und die Einbeziehung von bislang außer Betracht gelassenen Bürotätigkeiten. Ein besonderes Augenmerk wird künftig der Verfügbarkeit der erforderlichen Software zu schenken sein. Beschaffung und Einsatz der Software für die Hochschulverwaltungen wird künftig stärker - auch länderübergreifend - zu koordinieren sein.

V.5. Entwicklungen bei der Software, den Kommunikationsnetzen sowie den Betriebs- und Reinvestitionskosten

(1) Software

Während sich aufgrund der technischen Entwicklung das Verhältnis von Leistung und Preis für die Hardware ständig verbessert hat, sind die Softwarekosten zu einem nennenswerten Faktor für die Kalkulation von Rechnerausstattungen in den Hochschulen geworden.

Die Kosten sind u.a. besonders für Software gestiegen, für die wegen hoher fachspezifischer Anforderungen häufig kein großer Markt besteht und die als Paket beschafft werden muß. Aber auch die Preise für Grundsoftware und breit

nutzbare Anwendersoftware zeigen im Gegensatz zur Preisentwicklung bei der Hardware zunächst noch eine eher steigende Tendenz. Der zukünftige Software-Aufwand wird sich insbesondere durch die Erschließung immer neuer Nutzungen vor allem beim Einsatz dezentraler Rechner weiter erhöhen. In vielen Fällen übersteigen bei den Arbeitsplatzrechnern schon heute die Kauf- und Lizenzaufwendungen für die Software einschließlich der Dokumentation die Beschaffungskosten für die Hardware.

Dezentral genutzte Software wird insgesamt stark an Bedeutung gewinnen. Es wird darum gehen, Lösungen zu finden, die sowohl die Finanzierung der Software als auch den Austausch von Software zwischen den dezentralen Nutzern sicherstellen.

(2) Kommunikationsnetze

Für die Kommunikation mit anderen Hochschulen und Forschungseinrichtungen im In- und Ausland stehen derzeit Wähl- und Standleitungen der Deutschen Bundespost und deren Paketvermittlungsnetz (Datex-P) zur Verfügung. Die bestehenden Verbindungen werden zur Zeit von einer Reihe von Hochschulen, z.B. für den Zugriff auf Höchstleistungsrechner an ihren jeweiligen Standorten, in Anspruch genommen. Im übrigen ist die Nutzung der gegenwärtig zur Verfügung stehenden Netze durch die Hochschulen unterschiedlich.

Die Deutsche Bundespost hat mit dem Aufbau eines digitalen Kommunikationsnetzes begonnen, das besondere Vorteile für die Rechner-, Daten-, Bild- und Textkommunikation bietet. Eine Integration aller schmalbandigen Fernmeldedienste wird im Rahmen des ab 1988 verfügbaren "Integrated Services Digital Network" (ISDN) erfolgen. Die frühe Nutzung dieses Netzes ist für die Kommunikation der Hochschulen unter-

einander von großer Bedeutung. Das gleiche gilt für das derzeit zunehmende Angebot der Deutschen Bundespost an Hochgeschwindigkeitsübertragungen, z.B. durch das Glasfaser-Overlaynetz und den "Deutschen Fernmeldesatelliten" (DFS).

Die Kosten für die intensive Nutzung der von der Deutschen Bundespost bereitgestellten Netze sind derzeit bereits sehr hoch; diese Netze können daher von den Hochschulen in nur geringem Maße genutzt werden. Das von der Firma IBM bis Ende 1987 finanzierte "European Academic Research Network" (EARN) hat trotz seiner geringen Übertragungsgeschwindigkeit erkennen lassen, welche Intensivierung der DV-Unterstützung der wissenschaftlichen Arbeit durch ein breitbandiges Wissenschaftsnetz eintreten würde. Die Deutsche Bundespost verhält sich bisher zu Vorschlägen, für die Nutzung von Kommunikationsnetzen durch die Hochschulen besondere Vereinbarungen zu treffen, zurückhaltend.

Im Rahmen des Projektes "Deutsches Forschungsnetz" (DFN) werden derzeit Anwendungsdienste entwickelt, die 1987 flächendeckend in Betrieb gehen sollen. Diese DFN-Dienste sollen in der Bundesrepublik Deutschland EARN ablösen.

Die von der Deutschen Bundespost aufgebauten Digitalnetze (zukünftig ISDN) und das Deutsche Forschungsnetz (DFN) für Rechnerkommunikation bilden nach Auffassung der Kommission für Rechenanlagen der DFG¹ gute Voraussetzungen dafür, daß die Hochschulen in der Bundesrepublik Deutschland den bisherigen Rückstand gegenüber der Wirtschaft und den amerikanischen Hochschulen in der Telekommunikation aufholen können. Einzelne Hochschulen haben schon in begrenz-

¹ Kommission für Rechenanlagen der Deutschen Forschungsgemeinschaft: Netzmemorandum. Notwendigkeit und Kosten der modernen Telekommunikationstechniken im Hochschulbereich, Bonn 1987.

tem Maße technische Grundlagen bei der Infrastruktur geschaffen. Es fehlt jedoch die Flächendeckung, ohne die die kommunikativen Arbeitsbeziehungen in den Hochschulen nicht universitäts- und bundesweit ausgebaut werden können.

Grundvoraussetzung sind leistungsfähige, hochschulinterne Rechnernetze, die künftig zur Grundversorgung einer Hochschule mit betriebstechnischen Einrichtungen wie z.B. Wasser, Energie und Telefon gehören sollten. Zusätzlich sind weiträumige Netzverbindungen zwischen Hochschulen und Standorten von Spezial- und Höchstleistungsrechnern auf der Basis von Übertragungsdiensten erforderlich, die die Deutsche Bundespost bereitstellt. Diese Netze können nur stufenweise und in bestimmten Fällen nach Vorbereitung durch Pilotprojekte eingerichtet werden.

(3) Betriebskosten

Die Kosten für die Wartung und den laufenden Betrieb von Geräten der Hochschulen (Energie, Betriebsmittel) sind in den letzten Jahren bereits sehr stark angestiegen. Sie müssen allein von den Ländern in den Haushalten der Hochschulen finanziert werden. Aufgrund der in den Abschnitten V.1. bis V.5. enthaltenen Einschätzungen ist damit zu rechnen, daß die Betriebskosten weiter steigen werden.

(4) Reinvestitionskosten

Bei dezentralen Rechnern und Bereichsrechnern ist von einer Erneuerungsrate von vier bis acht Jahren auszugehen. Dies gilt auch für Universal- und Höchstleistungsrechner. In der im folgenden erläuterten Modellrechnung wird eine durchschnittliche Nutzungsdauer von sechs Jahren zugrunde gelegt.

A.VI. Ergebnisse einer Modellrechnung zum Bedarf an Investitionsmitteln für Rechner in den Hochschulen

Anhang 3 enthält eine Modellrechnung, die versucht, vor dem Hintergrund der in den Abschnitten A.V.1. bis 5. enthaltenen voraussichtlichen Entwicklungen den künftigen Bedarf der Hochschulen an Rechenkapazität auf den wichtigsten Ebenen der Versorgung abzuschätzen. Der Modellrechnung liegt das Konzept zugrunde, daß die Hochschulen künftig über dezentrale und zentrale Kapazitäten in einem ausgewogenen Verhältnis verfügen sollen. Da die Hochschulen bereits über gut ausgebaute zentrale Kapazitäten verfügen, sollte die Versorgung mit dezentralen Rechnern in den nächsten Jahren einen Schwerpunkt der DV-Investitionen darstellen. Die Schätzungen beziehen sich auf einen Zeitraum von sechs Jahren.

Die Berechnung des künftigen Bedarfs der Hochschulen an dezentralen Rechnern für Studenten und insbesondere für Wissenschaftler beruhen auf Annahmen über Entwicklungen in den Fächern, die nach dem derzeitigen Stand der Information als plausibel erscheinen ("Versorgungsquoten"). Die tatsächliche Bedarfsentwicklung läßt sich heute nicht genau vorhersehen; sie wird in dem einen oder anderen Fach von den hier angenommenen Tendenzen abweichen.

Die Gerätekosten sind bewußt niedrig angesetzt worden. Sie entsprechen unter der Annahme eines Preisrückgangs für Hardware in Höhe von 20 % pro Jahr dem voraussichtlichen Preisniveau um 1990/91. Dies ist die Mitte des in der Modellrechnung erfaßten Zeitraums von 1987/88 bis 1993/94.

Schließlich sind bei der Versorgung von Studenten und Wissenschaftlern mit Arbeitsplatzrechnern in begrenztem Maße Eigenbeteiligungen in Form von prozentualen Abschlägen eingerechnet.

Die Modellrechnung führt insgesamt zu einem erheblichen Finanzvolumen, das sich wie folgt auf die einzelnen Ebenen der Versorgung aufteilt:

Modellrechnung

Versorgungsebene	Anzahl Geräte insge- samt (6 Jahre)	Kosten insgesamt - Mio DM - (6 Jahre)	Kosten/Jahr - Mio DM -
I. Großgeräte einschl. Software (HBFG)			
1. Dezentrale Rechner			
a) Grundausbildung der Studenten	41.000	204	34
b) Fortgeschrittene Studentenausbildung	16.000	240	40
c) Arbeitsplatzrechner für Wissenschaftler	32.500	468	78
Zusammen	89.500	912	152
2. Zentralrechner			
a) Universalrechner	.	360	60
b) Höchstleistungsrechner	.	252	42
Zusammen	.	612	102
3. Bereichsrechner	.	258	43
4. Rechner für bibliotheken	.	150	25
5. Rechner für Medizinische Einrichtungen (einschl. spezielle Anwendungen)	.	120	20
6. Rechner für Hochschulverwaltungen	.	48	8
7. Software	.	120	20
S u m m e	.	2.220	370
II. Betriebstechnische Einrichtungen (HBFG)			
1. Investitionen für Kommunikationsnetze	.	180	30
III. Folgekosten			
1. Wartungskosten (5 % der Hardwarekosten zuzüglich 12 Mio DM pro Jahr für Wartung der Kommunikationsnetze)	.	.	117
2. Betriebskosten (3 % der Hardwarekosten)	.	.	63

Aufgrund der hier vorgelegten Modellrechnung ist für einen Zeitraum von sechs Jahren mit Investitionskosten für Beschaffungen von Rechnern und Software für die Hochschulen in Höhe von insgesamt 2,2 Milliarden DM oder 370 Millionen DM pro Jahr zu rechnen.

Für die Ausstattung mit dezentralen Rechnern für Studenten und Wissenschaftler sind jährlich 152 Millionen DM und für die Ausstattung der Rechenzentren mit Universal- und Höchstleistungsrechnern 102 Millionen DM vorgesehen. Auf die Beschaffung von Bereichsrechnern (ohne Medizin) entfallen weitere 43 Millionen DM pro Jahr.

Für die Rechnerausstattung in den Bibliotheken sind jährlich 25 Millionen DM, in den Medizinischen Einrichtungen 20 Millionen DM und in den Hochschulverwaltungen 8 Millionen DM eingesetzt worden. Schließlich wird für die Beschaffung von Software, die nicht bereits beim Kauf der Hardware erworben wurde, aber zu den Beschaffungskosten eines Gerätes gezählt werden muß, ein Betrag im Höhe von 20 Millionen DM pro Jahr veranschlagt.

Zusätzlich zu diesen Kosten für die Beschaffung von Geräten einschließlich Software ist mit jährlichen Kosten für die Einrichtung von Kommunikationsnetzen in und zwischen den Hochschulen mit 30 Millionen DM pro Jahr zu rechnen. Für die Wartungs- und Betriebskosten werden insgesamt 180 Millionen DM jährlich veranschlagt.

Die Ergebnisse dieser Modellrechnung gehen über die Schätzungen hinaus, die der Wissenschaftsrat in seinem Bericht "Investitionen für Großgeräte an den Hochschulen 1984 und 1985" (1986) vorgelegt hat. Dort wird für alle Großgeräteinvestitionen zusammen für die Jahre 1987 bis 1990 ein geschätzter Finanzbedarf von jährlich rund 350 Millionen DM ermittelt. Diese Schätzung bezieht sich aber im wesent-

lichen auf den Ersatzbedarf für die in den 70er Jahren aus Mitteln des HBFG installierten Geräte. Die Investitionen für Höchstleistungsrechner sind in diese Berechnung ebensowenig einbezogen wie die Investitionen für dezentrale Rechner. Diese unterschiedlichen Zielsetzungen der Berechnungen - einerseits altersbedingter Ersatzbedarf für vorhandene Geräte, andererseits Neubedarf an DV-Geräten aufgrund der technischen Entwicklung und des steigenden Bedarfs an Rechenkapazität - müssen zu unterschiedlichen Ergebnissen führen.

Die hier vorgelegte Modellrechnung zur Schätzung des Finanzbedarfs für die Rechnerausstattung der Hochschulen beruht auf einem Konzept, das abzuschätzen versucht, wie die Hochschulen unter Berücksichtigung der Erfordernisse für Forschung und Lehre, der neuen technischen Entwicklungen und der Anforderungen auf dem Arbeitsmarkt für die Erfüllung ihrer Aufgaben mit Rechnern ausgestattet sein sollen. Von den 370 Millionen DM jährlich, die aufgrund der Modellrechnung künftig erforderlich sind, entfällt ein Betrag von rund 100 Millionen DM auf den Ersatzbedarf. Der Neubedarf beträgt damit 270 Millionen DM.

Der in der Modellrechnung geschätzte Finanzbedarf für die Ausstattung mit Rechnern ist hoch; er liegt jedoch in der Nähe des 1986 bereits erreichten Finanzvolumens, das notwendig ist, um die von den Ländern für das HBFG angemeldeten und von DFG und Wissenschaftsrat empfohlenen DV-Geräte zu finanzieren (vgl. Übersicht 2). Zur Finanzierung des in der Modellrechnung quantifizierten Bedarfs ist es demnach erforderlich, das 1986 erreichte Investitionsvolumen für DV-Geräte bis Anfang der 90er Jahre fortzuschreiben.

B. Empfehlungen

Die Leistungsfähigkeit der Hochschulen in Forschung und Lehre hängt auch von einer angemessenen Ausstattung mit Rechenkapazität ab. Eine den Anforderungen des Berufslebens angemessene Hochschulausbildung und qualifizierte, international wettbewerbsfähige Forschung ist bereits jetzt in einer Reihe von Fächern - z.B. in den Natur- und Ingenieurwissenschaften sowie in den Wirtschaftswissenschaften - weitgehend nur aufgrund intensiver Nutzung von Rechnern gewährleistet. In anderen Fächern - z.B. in der Medizin und den Geisteswissenschaften - hat in den letzten Jahren eine Entwicklung in der Nutzung von Rechnern stattgefunden, die eine weitere Intensivierung erwarten läßt. "Der Arbeitsmarkt von morgen wird von der DV-Anwendung über alle Tätigkeiten und Funktionen hinweg geprägt sein. Es ist ein Erfordernis der Zeit, sich darauf einzustellen. Die Fähigkeit zu anwendungsbezogener Handhabung der DV ist besonders gefragt. Dies setzt Grundkenntnisse und Praxiskontakte aus dem Studium voraus. Je rascher sich jemand in unterschiedliche Anwendungsfelder der DV hineinzufinden und je besser er dort solides Fachwissen einzubringen vermag, um so eher wird er bei der Bewerbung um attraktive Plätze die Nase vorne haben."¹

Der Wissenschaftsrat empfiehlt Bund und Ländern, in den nächsten Jahren die mit dem CIP in Gang gekommene Entwicklung fortzusetzen und verstärkt Anstrengungen zu unternehmen, um angesichts der zu erwartenden Anforderungen in Forschung und Lehre eine angemessene Ausstattung der Hochschulen mit Rechenkapazität sicherzustellen. Dies sollte auf der Grundlage eines Konzepts geschehen, das

¹ Heinrich Franke (Präsident der Bundesanstalt für Arbeit): EDV-Wissen: Vierte Kulturtechnik, in: Computerwoche, 19.9.1986.

nach dem derzeitigen und absehbaren Stand der technischen Entwicklung die Versorgung auf den wichtigsten Ebenen gewährleistet und insbesondere die Notwendigkeit einer stärkeren Dezentralisierung von Rechenleistungen berücksichtigt.

Den Hochschulen sollten künftig zentrale und dezentrale Rechenkapazitäten in einem ausgewogenen Verhältnis zur Verfügung gestellt werden. Dabei sollten in der Ausbildung der Studenten so weit wie möglich dezentrale Rechner eingesetzt werden. Das gleiche gilt für die hierfür geeigneten Aufgaben der Wissenschaftler in der Forschung sowie für die Büroorganisation und -kommunikation. Auch für die Aufgaben der Bibliotheken, der Medizinischen Einrichtungen und der Verwaltung sollten in erster Linie dezentrale Rechner eingesetzt werden. Die Zentral- und Bereichsrechner sollten in erster Linie für rechenintensive und anspruchsvollere Aufgaben in Forschung und Lehre zur Verfügung stehen. Dieses Konzept setzt eine breitbandige Vernetzung innerhalb und zwischen den Hochschulen voraus.

Nach Auffassung des Wissenschaftsrates kann der erreichte Stand in der Versorgung der Universitäten mit Universalrechnerkapazität als gut bezeichnet werden. Die Ausstattung mit Höchstleistungsrechnern entspricht der Größenordnung nach vergleichbaren Standards in England und Frankreich. Defizite bestehen dagegen an den Universitäten und Fachhochschulen in der Versorgung mit dezentralen vernetzten Arbeitsplatzrechnern für Studenten und Wissenschaftler. Der Wissenschaftsrat empfiehlt deshalb, bei der Ausstattung mit Arbeitsplatzrechnern künftig einen Schwerpunkt zu setzen.

Zur Finanzierung der Empfehlungen wird in Kapitel B.IX. Stellung genommen.

B.I. Versorgung mit dezentralen Rechenkapazitäten

I.1. Lehre

a) Grundausbildung

Das CIP ist ein erster Schritt zu der hier angestrebten Verbesserung der Ausstattung mit dezentraler Rechenkapazität für die studentische Grundausbildung. Der Wissenschaftsrat hat bereits empfohlen, das CIP fortzuführen¹. Der Planungsausschuß für den Hochschulbau hat dem zugestimmt und die Fortführung beschlossen.

Das CIP ist Bestandteil der hier vorgelegten Modellrechnung für die Grundausbildung der Studenten. Es handelt sich um einen Vorschlag für die Weiterentwicklung des CIP. Für diesen Zweck sind Geräte der PC-Klasse ausreichend. Für die Universitäten und Fachhochschulen ergibt sich insgesamt ein Bedarf von 41.000 Geräten mit Kosten von 34 Millionen DM jährlich (6 Jahre). Dabei ist bereits berücksichtigt, daß Studenten auch eigene Rechner für Übungszwecke benutzen.

Die Geräte sollten in öffentlich zugänglichen, geeigneten Räumen unter Einbeziehung des Rechenzentrums und der Bibliotheken aufgestellt werden. Der hier empfohlene Ausbau kann an manchen Hochschulen Raumprobleme verursachen, die derzeit schwer abzuschätzen sind. In solchen Fällen könnte es hilfreich sein, in den Hochschulen Fonds von Arbeitsplatzrechnern anzulegen, aus denen Studenten Rechner ausleihen

¹ Vgl. Wissenschaftsrat, Ausschuß für Hochschulausbau: Bericht zur ersten Phase des Computer-Investitions-Programms (CIP), Köln 1987.

und zu Hause aufstellen können.¹ Die hierzu notwendigen Verwaltungsvorschriften sollten so schnell wie möglich erlassen werden.

b) Fortgeschrittene Studentenausbildung

Der Wissenschaftsrat empfiehlt, für die Lehre in der Informatik und für die Ausbildung der Studenten im Hauptstudium der Natur- und Ingenieurwissenschaften geeignete Arbeitsplatzrechner zur fachspezifisch fortgeschrittenen Nutzung sowie für Projekt-, Studien- und Diplomarbeiten zur Verfügung zu stellen. Diese Geräte sollten zum Teil auch für die Forschung genutzt werden. Für die Universitäten und Fachhochschulen ergibt sich insgesamt ein Bedarf von 16.000 Geräten mit Kosten von jährlich 40 Millionen DM (6 Jahre).

Ergänzend hierzu sollten Möglichkeiten geschaffen werden, daß

- Studenten auch ihre privaten Geräte zeitweise in der Hochschule aufstellen und anschließen können,
- Studenten sich von ihrem PC über öffentliche Netze zum Zentralrechner der jeweiligen Hochschule einwählen können,
- hochqualifizierte Software wie z.B. Lehrprogramme kostengünstig bereitgestellt werden kann.

¹ Informationstechnik. Konzeption der Bundesregierung zur Förderung der Entwicklung der Mikroelektronik, der Informations- und Kommunikationstechniken, 1984, S. 55/56.

I.2. Arbeitsplätze für Wissenschaftler

Den Wissenschaftlern (Professoren, Assistenten, wissenschaftliche Mitarbeiter und Doktoranden) sollten künftig Arbeitsplatzrechner mittlerer bis höherer Leistungsfähigkeit an ihren Arbeitsplätzen zur Verfügung gestellt werden. Mit diesem Programm sollte vor allem auch die intensive Nutzung von Informations- und Kommunikationstechniken durch den wissenschaftlichen Nachwuchs gefördert werden. Dabei werden sowohl der Bedarf wie auch die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Geräte in den einzelnen Fächern unterschiedlich sein. Es ist damit zu rechnen, daß insgesamt etwa 21.000 Arbeitsplatzrechner mit jährlichen Kosten von 70 Millionen DM zu beschaffen sind (6 Jahre).

In Fächern, in denen die Rechnernutzung zum Teil über Büro-, Informations- und Kommunikationstechniken Eingang findet (z.B. Geisteswissenschaften), sollten PCs mit niedriger bis mittlerer Leistungsfähigkeit und hohem Bedienungskomfort für nicht-fachspezifische Nutzungen (z.B. Textbearbeitung) in begrenztem Maße bereitgestellt werden. Es ergibt sich dafür ein Bedarf von rund 11.500 Geräten und Kosten von jährlich rund 8 Millionen DM (6 Jahre).

B.II. Versorgung mit zentralen Rechenkapazitäten

Zentralrechner werden durch dezentral nutzbare Kapazitäten von Aufgaben entlastet, die so angemessener zu lösen sind. Arbeitsplatzrechner werden aber zentrale Kapazitäten auf absehbare Zeit nur in begrenztem Maße substituieren können. Dies gilt in besonderem Maße für eine Vielzahl von Aufgaben in der Forschung, die in der Regel nur auf Bereichs-, Universal- und Höchstleistungsrechnern bearbeitet werden können.

II.1. Universalrechner

Die kontinuierliche Ausstattung der Hochschulen mit Universalrechnern führt wegen der sich weiter fortsetzenden Verbesserung des Verhältnisses von Leistung und Preis bei der Hardware zu beträchtlichen Kapazitätswüchsen. Angesichts dieser Entwicklung erscheint eine Fortschreibung der Mittel im bisherigen Umfang nicht erforderlich (vgl. A.V.3. und d) des Anhangs 3). Der Wissenschaftsrat empfiehlt, jährliche Aufwendungen in Höhe von 60 Millionen DM für Universalrechner vorzusehen.

II.2. Höchstleistungsrechner

Für ausgewählte Hochschulstandorte sollten auch künftig Höchstleistungsrechner beschafft werden (vgl. A.V.3. und e) des Anhangs 3). Der Wissenschaftsrat empfiehlt, dafür einen Betrag von 42 Millionen DM jährlich vorzusehen.

Die Entscheidung über die Vergabe sollte wie bisher eine Überprüfung unter fachlichen Gesichtspunkten durch die DFG und unter wissenschaftspolitischen Gesichtspunkten durch den Wissenschaftsrat voraussetzen. Dabei sollte weiterhin der Aspekt der regionalen Versorgung der Hochschulen mit Höchstleistungsrechnern Beachtung finden.

Der Wissenschaftsrat hat 1982 die Ausrüstung der Hochschulrechenzentren in Berlin, Hannover, Karlsruhe und Stuttgart mit Höchstleistungsrechnern empfohlen. Diese Rechner wurden als Bestandteil der höchsten Versorgungsstufe für DV-Leistungen angesehen, die nicht lokal, sondern überregional zu planen und zu nutzen sind. Dies erscheint sowohl im Hinblick auf die wachsende Zahl von Anträgen aus den Hochschulen als auch auf die Installierung von Höchstleistungsrechnern bei den Großforschungseinrichtungen und der Max-Planck-Gesellschaft notwendig.

Angesichts der Kosten für die Bereitstellung von Höchstleistungsrechnern ist künftig eine Abstimmung der Planungen für die Versorgung der Hochschulen mit den Planungen in Einrichtungen außerhalb der Hochschulen wie z.B. der Max-Planck-Gesellschaft und den Großforschungseinrichtungen unerlässlich. Die bisherige Praxis sieht bei der Beschaffung über eine gegenseitige Information hinaus keine weitere Koordination vor.

Es sollte sichergestellt werden, daß die Hochschulen grundsätzlich Zugang zu Höchstleistungsrechnern in den genannten Einrichtungen haben. Bereits praktizierte Formen gegenseitiger Nutzung von Rechenkapazitäten sind eine geeignete Grundlage. Bei Höchstleistungsrechnern bieten sich vor allem auch Kooperationsprojekte an. Die Planungen zur Einrichtung eines Höchstleistungsrechenzentrums der Kernforschungsanlage Jülich (KFA), der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD) und des Deutschen Elektronensynchrotrons (DESY) sollten weiterhin so gestaltet werden, daß eine intensive Nutzung durch Hochschulgruppen möglich wird. Der Wissenschaftsrat empfiehlt, daß - ähnlich wie bei gemeinsamen Berufungsvereinbarungen - Großforschungseinrichtungen und benachbarte Hochschulen Vereinbarungen über den Zugang der Hochschulen zu Höchstleistungsrechnern der Großforschungseinrichtungen treffen.

Neben dem Aspekt der regionalen Versorgung der Hochschulen mit Höchstleistungsrechnern sollte auch die jeweilige Ausrichtung der Forschung, die den Bedarf artikuliert, eine Rolle spielen.

Der Wissenschaftsrat würde es begrüßen, wenn die DFG weiterhin in geeigneter Weise innovative Rechnerstrukturen fördern würde. Diese Förderung könnte sich z.B. auch auf wissenschaftliche Anwendungen von Parallelrechnern er-

strecken. Es sollte in bestimmten Fällen möglich sein, in den Antrag auf Förderung eines Vorhabens durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft auch die Beschaffung eines innovativen Rechners einzubeziehen, wie dies bei der Förderung von Sonderforschungsbereichen und Projekten bereits geschehen ist.

Der Wissenschaftsrat empfiehlt, die für Höchstleistungsrechner spezifischen Verfahren der Programmierung in die fortgeschrittene Lehre an den Hochschulen einzubeziehen, damit der Engpaß auf diesem Gebiet bald beseitigt werden kann.

B. III. Bereichsrechner

Der Bedarf an Bereichsrechnern ist von der Entwicklung fachspezifischer Nutzungsformen abhängig. Möglichkeiten der Substitution von Bereichs-, insbesondere von Dienstleistungsrechnern durch Zentralrechner und umgekehrt sind nach Hochschulen und Fächerstrukturen unterschiedlich gegeben.

Wegen des erheblichen Finanzvolumens für die Beschaffung von Rechnern über das HBFG sollten die Antragsteller in den Hochschulen alle Möglichkeiten ausschöpfen, Mittel zur Finanzierung von Spezialsystemen aus anderen Quellen, z.B. Mittel der angewandten Forschungsförderung oder der Industrie, einzuwerben. Wenn aufwendige Sondersysteme für die Forschung angefordert werden, muß sorgfältig geprüft werden, ob die Ausrichtung der Forschung diese Ausstattung rechtfertigt.

Der Wissenschaftsrat empfiehlt, den vorausschätzbaren Finanzbedarf für die Beschaffung von Bereichsrechnern einschließlich kleiner Vektor- und Parallelrechner - soweit er aus dem HBFG finanziert werden soll - auf 43 Mil-

lionen DM jährlich zu begrenzen. Dieser Betrag sollte den Spezialbedarf einschließlich Informatik (ohne Medizin) abdecken (vgl. A.V.3. und f) des Anhangs 3).

B.IV. Ausstattung der Bibliotheken, der Medizinischen Einrichtungen und der Hochschulverwaltungen

(1) Bibliotheken

Die Entwicklung zu regionalen und überregionalen Verbundsystemen und Bibliothekszentren sowie zur Errichtung integrierter Bibliothekssysteme wird - zumal die vorhandenen Anlagen vielfach veraltet und mit vergleichsweise hohen Wartungskosten verbunden sind - in den nächsten Jahren zu einem erheblichen Mehrbedarf an Rechenkapazität in den Bibliotheken führen (vgl. A.V.4. und g) des Anhangs 3). Der Wissenschaftsrat empfiehlt, hierfür einen Betrag von insgesamt 150 Millionen DM auf sechs Jahre oder 25 Millionen DM pro Jahr vorzusehen.

(2) Medizinische Einrichtungen

In den Medizinischen Einrichtungen ist aufgrund der beschriebenen Entwicklung neben dem Ersatzbedarf mit einem Mehrbedarf an Rechenkapazität zu rechnen (vgl. A.V.4. und h) des Anhangs 3). Der Bedarf der Medizinischen Einrichtungen an dezentralen Rechnern ist in den Empfehlungen zu B.I.1. (Lehre) und B.I.2. (Arbeitsplätze für Wissenschaftler) bereits enthalten. Der darüber hinaus sich ergebende Bedarf an Bereichs- und Zentralrechnerkapazität einschließlich spezieller Anwendungen wird einen Gesamtaufwand von 120 Millionen DM auf sechs Jahre oder 20 Millionen DM jährlich erfordern. Der Wissenschaftsrat empfiehlt, Mittel in dieser Höhe für die künftige Ausstattung der Medizinischen Einrichtungen mit Rechnern vorzusehen.

(3) Hochschulverwaltungen

Um den bestehenden Nachholbedarf der Hochschulverwaltungen an Rechenkapazität zu decken und die informations- und kommunikationstechnische Geräteausstattung zu verbessern, empfiehlt der Wissenschaftsrat, Mittel in Höhe von 8 Millionen DM jährlich vorzusehen (vgl. A.V.4. und i) des Anhangs 3).

B.V. Wirtschaftliche Nutzung von Rechnerkapazitäten

Die insgesamt starke Zunahme der Nachfrage nach Rechenleistungen in den Hochschulen wie auch der zu erwartende stärkere DV-Einsatz in Fächern, die bisher kaum Rechner genutzt haben, können zu Kapazitätsengpässen in der Rechenversorgung führen. Darüber hinaus kann es örtlich auch dazu kommen, daß die Betriebskosten durch die Haushaltsansätze der Rechenzentren nicht mehr abgedeckt sind. Deshalb sollten die Hochschulen Anstrengungen unternehmen, die ihnen zur Verfügung stehenden zentralen Rechenkapazitäten unter Einbeziehung - soweit zentral aufgestellt und betreut - auch der Bereichsrechner so wirtschaftlich wie möglich zu nutzen. Dies sollte bei der Einführung von Abrechnungssystemen für die Nutzung von Rechenkapazität deutlich zum Ausdruck kommen.

Beispiele von an einigen Rechenzentren erprobten Abrechnungssystemen (vgl. Anhang 2) zeigen, daß erhebliche Spielräume bestehen, die genutzt werden sollten. In einigen Fällen handelt es sich um reine Kontingentierungssysteme, während in anderen Fällen auch Entgelte erhoben werden.

Da die Anforderungen in Bezug auf wissenschaftliches Rechnen von Hochschule zu Hochschule und Fach zu Fach sehr unterschiedlich sind, sollten Lösungen erprobt werden, die den jeweiligen Bedingungen entsprechen.

Im einzelnen sind an Abrechnungssysteme u.a. folgende Anforderungen zu stellen:

- Die Benutzer sollten durch die Abrechnung von Rechenzeitkosten zum sparsamen Einsatz der Betriebsmittel angeregt werden.
- Die Benutzer müssen zeitnah, d.h. durch Quartalsabrechnungen, über ihren Rechenzeitverbrauch und die dadurch entstandenen Kosten informiert werden.
- Die Preise für Rechenzeiten sollten verursachungsgerecht kalkuliert sein. Je nach Größe und Konfiguration sollten die Rechenzentren - soweit noch nicht vorgesehen - Kostenstellenrechnungen einführen, die - wenn möglich - nach Kostenarten untergliedert sind.
- Für Budgetüberschreitungen sollten geeignete Sanktionen (z.B. nachrangige Priorität, höhere Entgelte etc.) vorgesehen werden.
- Die Benutzer sollten jährlich im voraus ihren Rechenzeitbedarf veranschlagen und begründen. Dies sollte nicht allein durch Fortschreibung des Vorjahresbedarfs zuzüglich eines bestimmten prozentualen Mehrbedarfs, sondern so weit wie möglich anhand des voraussichtlichen Bedarfs konkreter Projekte geschehen.
- Mit Haushaltsmitteln schwach ausgestattete Institute dürfen nicht über Gebühr belastet oder in ihren Rechenaktivitäten drastisch eingeschränkt werden.
- Die Einführung von Abrechnungssystemen darf nicht dazu führen, daß Aufgaben auf dafür weniger geeignete Arbeitsplatz- und Bereichsrechner verlagert werden.

- Abrechnungssysteme sollten mit begrenztem organisatorischem Aufwand durchführbar sein. Sie sollten in das Betriebssystem integriert und für die Benutzer nicht umgehbar sein.

Der Wissenschaftsrat empfiehlt, bei der Einführung von Abrechnungssystemen folgende Regelungen vorzusehen:

- Den verschiedenen Benutzergruppen sollten Rechenzeitkontingente zugeteilt und Prioritäten festgelegt werden. Dies kann in Form von entgeltfreien Zeitkontingenten oder auch durch Entgelte geschehen. Werden Kontingente festgelegt, so bedarf die darüber hinausgehende Inanspruchnahme von Rechenzeiten einer besonderen Begründung, die in einem für die Zuteilung der Rechenzeitkontingente verantwortlichen Ausschuss auf Senatsebene zu prüfen ist.
- Rechenzeiten bei Drittmittelprojekten sollten in der Regel nicht unentgeltlich, sondern gegen Entgelt in Höhe der Selbstkosten des Landes (Betriebskosten einschließlich anteiliger Investitionskosten) abgegeben werden. Dies hat den Vorteil, daß der voraussichtliche Rechenbedarf eines Vorhabens in den Antrag auf Förderung durch Drittmittel und damit auch in die fachliche Begutachtung einbezogen wird. Der Wissenschaftsrat verkennt dabei nicht die Probleme, die sich bei der Finanzierung von Kosten für die Inanspruchnahme von Rechenzeiten bei Drittmittelprojekten ergeben.
- Sofern bei Drittmittelprojekten eine Finanzierung durch den Drittmittelgeber nicht erreichbar ist, sollte der Förderungsantrag nachrichtlich (a) den Rechenaufwand enthalten, der auf der Basis der Selbstkosten des Landes ermittelt ist, und (b) das vom Rechenzentrum für das

Projekt zugeteilte Rechenzeitkontingent ausweisen. Bei der fachlichen Begutachtung des Förderungsantrags ist dies zu berücksichtigen.

Einnahmen, die den Rechenzentren aus kommerzieller Nutzung der Rechenanlagen sowie den Drittmittelprojekten (vgl. zweiter Spiegelstrich) zufließen, sollten für Ersatzbeschaffungen von Geräten und Software verwendet werden. Der Wissenschaftsrat empfiehlt den Ländern zu prüfen, ob und unter welchen Voraussetzungen die Einnahmen als Rücklagen für diesen Zweck in den Haushaltstiteln der Rechenzentren ausgewiesen werden und über das jeweilige Haushaltsjahr hinaus übertragbar sein sollten.

Der Wissenschaftsrat erwartet von diesen Maßnahmen eine stärker kostenorientierte Nutzung der Rechenkapazitäten in den Hochschulen und einen Beitrag zur Lösung der Folgekostenproblematik. Die 1974 von der Kultusministerkonferenz beschlossenen Entgeltregelungen der "Grundsätze für die Errichtung und den Betrieb von Hochschulrechenzentren" sollten unter Berücksichtigung der oben genannten Ziele fortgeschrieben werden.

B.VI. Versorgung mit Software

Der Wissenschaftsrat empfiehlt, bei den Kalkulationen für die Beschaffung von Hardware und Software im Rahmen des HBFG frühzeitig realistische Sätze für die kontinuierliche Versorgung und laufende Ergänzung mit geeigneter System- und Anwendungssoftware zu berücksichtigen. Für den der Modellrechnung zugrunde liegenden Zeitraum von sechs Jahren ist für die Beschaffung von Software mit Kosten von insgesamt 120 Millionen DM oder pro Jahr mit rund 20 Millionen DM zu rechnen. In bestimmten Fällen sollten die Länder und die Hochschulen Sammel-Lizenzen mit langen Laufzeiten in Betracht ziehen. Die Hochschulen sollten

auch alle Möglichkeiten der Zusammenarbeit in der Software-Erstellung und im Austausch frei verfügbarer Software nutzen und dabei einen internationalen Verbund anstreben. Es sollte geprüft werden, ob und gegebenenfalls welche Rechtsvorschriften durch den Austausch von Software berührt werden. Besonders hochwertige Software muß aus Gründen der Wirtschaftlichkeit so gezielt wie möglich eingesetzt werden. Es sollte auch geprüft werden, ob und inwieweit die verstärkte Nutzung von dezentralen und zentralen Rechnern durch die Standardisierung von Programmen und Betriebssystemen erleichtert werden kann.

B.VII. Bereitstellung leistungsfähiger Kommunikationsnetze

Die Versorgung der Hochschulen mit dezentralen und zentralen Rechenkapazitäten setzt leistungsfähige universitätsinterne und interuniversitäre Kommunikationsnetze als betriebstechnische Einrichtungen voraus. Der Wissenschaftsrat schließt sich dem "Netzmemorandum" der Kommission für Rechenanlagen der DFG¹ an und schlägt vor, dieses Investitionsprogramm schnell bundesweit durchzuführen, da nur die bundesweite Verfügbarkeit der neuen Kommunikationsstrukturen ihre Wirksamkeit sicherstellt. Bei diesen Kommunikationsnetzen handelt es sich um Investitionen für die technische Infrastruktur der Hochschulen, die wie andere betriebstechnische Einrichtungen auch über das HBFG finanziert werden können. Der Wissenschaftsrat empfiehlt, für die Bereitstellung leistungsfähiger Kommunikationsnetze bei der Förderung von betriebstechnischen Einrichtungen der Hochschulen Mittel in Höhe von insgesamt 180 Millionen DM vorzusehen.

¹ Bonn 1987.

Die Haushalte der Hochschulen werden durch die Wartung der Netze jährlich mit einem Mehraufwand von 10 bis 15 Millionen DM belastet werden. Hinzu kommen die bereits heute, bei relativ geringer Inanspruchnahme der verfügbaren langsamen Datenleitungen, sehr hohen Postgebühren. Das Postmonopol führt dazu, daß die Hochschulen bei der Festsetzung der Gebühren benachteiligt und wie Unternehmen behandelt werden. Aus wissenschaftspolitischer Sicht ist dies schädlich. Der Wissenschaftsrat empfiehlt deshalb, die Gebühren für die Hochschulen so zu reduzieren, daß die Hochschulen diese neuen technischen Möglichkeiten in gleichem Maße nutzen können, wie dies in den Vereinigten Staaten von Amerika bereits heute üblich ist.

B.VIII. Folgekosten

Die Realisierung der Empfehlungen des Wissenschaftsrates zur Versorgung der Hochschulen mit dezentralen und zentralen Rechenkapazitäten erfordern ergänzende Maßnahmen hinsichtlich der Folgekosten.

VIII.1. Personalkosten

Für die Betreuung der Studenten in den praktischen Arbeiten der Grundausbildung am Rechner sollten weitgehend fortgeschrittene Studenten als Tutoren eingesetzt werden. Hierzu liegen z.B. an einigen Technischen Hochschulen bereits mehrjährige positive Erfahrungen vor.

Die fachspezifische Nutzungsberatung und -betreuung besonders an Arbeitsplatzrechnern sollte durch das Personal der jeweiligen Fakultäten/Fachbereiche selbst erbracht werden. Hierzu sollte sich ein Teil der Wissenschaftler einer Disziplin vertieft mit der Methodik der Rechneranwendung in ihrem Fachgebiet auseinandersetzen.

Zusätzlich ist eine erhebliche Zahl von Wissenschaftlern an den Hochschulen in der praktischen Nutzung von Informations- und Kommunikationstechniken zu unterrichten. Diesen Aufgaben sollten sich auch die hierzu qualifizierten Mitarbeiter der Rechenzentren verstärkt zuwenden.

VIII.2. Wartungs-, Betriebs- und Reinvestitionskosten

(1) Wartungskosten

Für die Wartung der dezentralen und zentralen Rechner muß mit durchschnittlich 5 % der Hardwarekosten gerechnet werden. Zusammen mit den Kosten für die Wartung der Kommunikationsnetze in Höhe von jährlich 12 Millionen DM ergeben sich insgesamt 117 Millionen DM pro Jahr.

Je nach Fächerstruktur einer Hochschule und Schwerpunkt der Ausstattung können die Wartungskosten diesen Durchschnitt über- oder unterschreiten.

Die Länder sollten daher bei den Beschaffungsmaßnahmen frühzeitig realistische Sätze für die Wartungskosten einsetzen. In geeigneten Fällen sollten mit den Herstellerfirmen langjährige Gerätegarantien ("Lebenszeitgarantien") vereinbart werden, um die Wartungskosten zu reduzieren.

(2) Betriebskosten

Die beim Ausbau der Rechnerausstattung der Hochschulen anfallenden Betriebskosten können auf durchschnittlich 3 % der Hardwarekosten geschätzt werden. Pro Jahr ist mit 63 Millionen DM zu rechnen.

(3) Reinvestitionskosten

Bei den DV-Geräten ist von einer Erneuerungsrate zwischen vier und acht Jahren auszugehen. Der in der Modellrechnung zugrundegelegte Zeitraum von sechs Jahren kann je nach den spezifischen Bedingungen in dieser Spannweite über- oder unterschritten werden. Die Modellrechnung hat den gesamten Investitionsbedarf für sechs Jahre abgeschätzt, d.h. einschließlich in dieser Zeit anfallender Reinvestitionen. Nach Ablauf der Programmlaufzeit 1993/94 fallen im Modell nicht mehr berücksichtigte Reinvestitionskosten an, die sich in der Größenordnung der jährlichen Investitionsausgaben während der Programmlaufzeit (370 Millionen DM) bewegen. Diese künftigen Reinvestitionskosten sind nach dem HBFG zu finanzieren.

B.IX. Finanzierung

Das hier vorgelegte Programm führt zu Kosten, die um ein Fünftel über den von der DFG und vom Wissenschaftsrat empfohlenen Aufwendungen für DV-Geräte der Hochschulen in 1986 liegen. Das Programm, das vor allem eine Stärkung der dezentralen Rechnerausstattung vorsieht, ist damit auch eine Fortschreibung des CIP. Es entspricht den in den Hochschulen der wichtigsten Industrieländer feststellbaren Tendenzen in der Versorgung mit Rechenkapazität.

Die Realisierung der Empfehlungen erfordert ein Finanzvolumen, das über einen längeren Zeitraum verteilt werden muß. Die einzelnen Programme sollten unter Ausnutzung aller rechtlichen Möglichkeiten in erster Linie über das HBFG finanziert werden, wobei der Zeithorizont für die Realisierung unter Umständen für einzelne Länder unterschiedlich sein wird. Wenn auch Möglichkeiten von Kostenreduzierungen bestehen - z.B. durch gegenseitige Nutzung von selbsterstellter Software und zum Teil durch Selbstbeschaf-

fung von Geräten -, so wird die Hauptinvestitionslast von Bund und Ländern zu tragen sein. Es geht um Infrastrukturmaßnahmen bisher nicht gekannter Art, die für die Qualität der Ausbildung und der Forschung in den Hochschulen sowie für die Kompatibilität zwischen Hochschulausbildung und Bedürfnissen der Arbeitswelt notwendig sind. Die hier vorgeschlagene Gewichtung zwischen Rechnern für die Ausbildung und für den Arbeitsplatz einerseits und den Universal- und Höchstleistungsrechnern andererseits folgt der Entwicklung der Datenverarbeitung und sollte deshalb eingehalten werden. Die damit gesetzten Prioritäten sollten auch für den Fall gelten, daß die Investitionen aus finanziellen Gründen zeitlich gestreckt werden müssen.

Die empfohlenen Maßnahmen können teilweise mit den bereits in den Rahmenplan aufgenommenen Globalbeträgen für Großgeräte (einschließlich CIP) realisiert werden. Eine volle Umsetzung erfordert jedoch höhere Mittel, die bislang weder in den Haushaltsansätzen des Bundes noch der Länder berücksichtigt sind.

C. Schlußfolgerungen

Die Nutzung von Rechnern in Lehre und Forschung an den Hochschulen wird zum Allgemeingut werden. Daher sind Maßnahmen in dem hier vorgeschlagenen Umfang unumgänglich.

Mit dem vorgelegten Programm empfiehlt der Wissenschaftsrat, die in Gang befindliche Entwicklung der verstärkten Nutzung von Rechnern in Forschung und Lehre nachhaltig zu fördern. Die Investitionen sind eine wichtige Infrastrukturmaßnahme, die die Wettbewerbsfähigkeit der Hochschulen sichern und stärken. Dabei ist die Versorgung mit DV-Geräten als Teil der gesamten Ausstattung mit Großgeräten zu sehen, deren Bedeutung für die Leistungsfähigkeit der

Hochschulen infolge der raschen technischen Entwicklung in den nächsten Jahren weiter zunehmen wird. Der Anteil der Rechner an den Großgeräteinvestitionen sollte allerdings nicht über das derzeitige Niveau hinausgehen, um nicht die Ausstattung der Hochschulen mit anderen Großgeräten für Forschung und Lehre zu gefährden.

Der Wissenschaftsrat ist sich bewußt, daß die Empfehlungen, soweit sie sich auf quantitative Abschätzungen stützen, mit Unsicherheiten etwa hinsichtlich der Entwicklungen bei der Versorgung mit Software, des Grades der zu erwartenden Dezentralisierung und der Bereitstellung von geeigneten Kommunikationsstrukturen verbunden sind. Er behält sich deshalb vor, bei Vorliegen neuer Erkenntnisse das Thema insgesamt oder auch Einzelfragen wieder aufzugreifen.



Anhang 1

Ausstattung der Universitäten mit Rechnern¹ im Rechenzentrum, in der Bibliothek,
in der Hochschulverwaltung, in den Medizinischen Einrichtungen
und in Fachbereichen/Instituten
Stand: März 1987

Hochschule - Ebene	Gerät - Typ	Jahr (Installation)	Beschaffungskosten nach HBFVG (abweichende Finan- zierung) - 1.000 DM -
<u>Baden-Württemberg</u>			
<u>U_Freiburg</u>			
Rechenzentrum	Anlage 1: Sperry-Univac 1100/81 erweitert Ausbau zur 1100/82 Anlage 2: IBM 3090 180	1976 1980 1983 1987	. 1.090 3.000 (DFG) 10.092
Bibliothek	Ausleihe: Norsk Data 530/CX	1987	739
Hochschulverwaltung	Mitnutzung Med. Rechner	1981	.
Med. DV	Anlage: Siemens 7.536 Ausbau zur Siemens 7.550-D	1981 1984	2.643 2.032
<u>U_Heidelberg</u>			
Rechenzentrum	Anlage 1: IBM 3081-D Anlage 2: IBM 3090-180	1984 1986	5.400 7.963
Bibliothek	- Ausleihe: IBM 4341 erweitert - Teilnehmer Südwest- Verbund	1983 1986 1987	557 632
Hochschulverwaltung	Mitnutzung IBM 3081-D im Rechenzentrum	.	.
Med. DV	Anlage 1: Siemens 7.536 Ausbau zur 7.551 Ersatz durch 7.570 C Anlage 2: Siemens 7.541 Siemens 7.570 C	1981 1984 1987 1984 1987	3.243 900 3.000 3.301
Hochenergiephysik	DV-Anlage: IBM 4341	1980	1.117
<u>U_Hohenheim</u>			
Rechenzentrum	Anlage: ICL 2966	1979/82	4.000 (DFG)
Bibliothek	Anleihe: Norsk Data 100	1986	451
Hochschulverwaltung	Siemens 7.530	1987	725

¹ Quellen: Deutsche Forschungsgemeinschaft: Empfohlene HBFVG-Anmeldungen an Hochschulen; Rechenanlagen ab 1 Million DM (in Betrieb oder noch nicht installiert), Stand: März 1987; Arbeitskreis der Leiter wissenschaftlicher Rechenzentren (ALWR): Rechnerausstattung der Rechenzentren, Stand: Februar 1987. - Bibliotheken: Deutsches Bibliotheksinstitut. - Verwaltung: Hochschul-Informationssystem GmbH (HIS).

Hochschule Ebene	Gerät Typ	Jahr (Installation)	Beschaffungskosten nach HBFG (abweichende Finan- zierung) - 1.000 DM -
<u>U_Karlsruhe</u>			
Rechenzentrum	Vektorrechner: CDC Cyber 205	1982	8.000
	erweitert	1985	2.000 (Drittmittel) 3.000 (DFG)
	Anlage 1: Siemens 7.882	1982/84	7.280
	Anlage 2: Siemens 7.865	1982	2.390
	Anlage 3: IBM 4361 (für CAD)	1986	1.800 (DFG)
Bibliothek	Ausleihe: ND/Dietz 621*2	1983	540
Hochschulverwaltung	Siemens 7.536 erweitert	1981/83 1987	1.144 194
Informatik	Anlage 1: Siemens 7570 Rechnernetz: Sun, DEC	1979/81 1986	2.000 (Drittmittel) 6.164
<u>U_Konstanz</u>			
Rechenzentrum	Anlage: BASF 7/73	1985	3.064
Bibliothek	Ausleihe: Siemens 7.530 F	1987	589
Südwestverbund	Zentralrechner: Siemens 7.541 Ausbau 7.551 erweitert	1981 1983 1985/86	2.297 1.504 639
Hochschulverwaltung	Siemens 7.530 D	1986	457
<u>U_Mannheim</u>			
Rechenzentrum	Rechenanlage: Siemens 7.530-F	1980/84	3.867
Bibliothek	Ausleihe: ND/Dietz 100	1987	470
Hochschulverwaltung	Anlage: Siemens 7.530-D im RZ	1982/84	570
<u>U_Stuttgart</u>			
Rechenzentrum	Vektorrechner: Cray-1	1982	12.000
	Cray-2	1986	2.500 (Drittmittel) 32.700 12.000 (Land)
	Anlage 1: CDC Cyber 835	1975/84	. (Reg.-Pr.)
	Anlage 2: IBM 3083-E IBM 3081 D erweitert	1983 1986 1986	6.000 (Land) 4.000 4.976
Bibliothek	Ausleihe: Norsk Data Dietz 100	1986	1.157
Hochschulverwaltung	Siemens 7.536	1981/83	1.302

Hochschule - Ebene	Gerät - Typ	Jahr (Installation)	Beschaffungskosten nach HBF (abweichende Finan- zierung) - 1.000 DM -
Informatik	Rechnernetz: DEC Motorola	1986	1.240
	Anlage: VAX 780 erweitert	1980 1984	1.270 250
Computer-Anwendung	Anlage: VAX 750/VAX 785	1980	2.200
<u>U_Tübingen</u>			
Rechenzentrum	Anlage 1: Sperry-Univac 1100/81 erweitert	1980 1983	4.631 947
	Anlage 2: BASF 7/88	1984	5.271
	Anlage 3: IBM 4381	1984	.
Bibliothek	Teilnehmer Südwest- Verbund	1987	
	Ausleihe: Dietz 621 *2	1980	1.217
Hochschulverwaltung	Siemens 7.536 erweitert	1985 1985	400 813
Med. DV	Anlage: IBM 4381 erweitert IBM 8083 E	1981/83 1981 1986	. 800 3.500
<u>U_Ulm</u>			
Rechenzentrum	Anlage 1: VAX 8.600 erweitert	1984 1985	1.482 629
	Anlage 2: Siemens 7.550-D erweitert	1984 1986/87	800 829
Bibliothek	Ausleihe: Mitnutzung Siemens 7.550-D im RZ		
Med. DV und Hochschulverwaltung	Mitnutzung Siemens 7.550-D im Rechenzentrum		
<u>Bayern</u>			
<u>U_Augsburg</u>			
Rechenzentrum	Universalrechner: Siemens 7.550-D	1985	1.307
	Rechenanlage: Norsk Data Nord 540	1983	1.125
Bibliothek	Teilnahme Bayerischer Verbund		
	Ausleihe: Norsk Data		.
	Katalogisierung: Siemens 96 xx (Datenstationsrechner)		
Hochschulverwaltung	Mitnutzung Siemens 7.550-D im Rechenzentrum		

Hochschule - Ebene	Gerät - Typ	Jahr (Installation)	Beschaffungskosten nach HBFG (abweichende Finan- zierung) - 1.000 DM -
<u>U_Bamberg</u>			
Rechenzentrum	DV-System: Siemens 7.536-20	1983/85	1.025
Bibliothek	Teilnahme Bayerischer Verbund Siemens 96 xx (Datenstationsrechner)		
Hochschulverwaltung	Mitnutzung Siemens 7.536-20 im Rechenzentrum		
<u>U_Bayreuth</u>			
Rechenzentrum	Rechenanlage: VAX 8600	1986	1.439
Bibliothek	Teilnahme Bayerischer Verbund Siemens 96 xx (Datenstationsrechner)		
Hochschulverwaltung	Kienzle (dedizierter Ver- waltungsrechner) und Mit- nutzung VAX im Rechen- zentrum		
<u>U_Eichstätt</u>			
Rechenzentrum	Zentralrechner: Data General MV/7800	1986	1.011
Bibliothek	Teilnahme Bayerischer Verbund Siemens 96 xx (Datenstationsrechner)		
Hochschulverwaltung	PC		
<u>U_Erlangen-Nürnberg</u>			
Rechenzentrum	DV-Anlage: CDC Cyber 855	1983/86	7.858
	IBM 4361	1983	.
Bibliothek	Teilnahme Bayerischer Verbund Siemens 96 xx (Datenstationsrechner)		
Hochschulverwaltung	DV-Anlage: Siemens 7.536	1984	1.115
Med. DV	DV-System: Siemens 7.531, 7.541 erweitert Siemens 7.551	1979	4.300
		1986	920
Elektrotechnik	DV-System: Siemens 7.536	1983	1.000 (DFG, E.I.S.)
Math. Maschinen und DV	Rechnerbundsystem: Perkin Elmer 3280MPS/ VAX 11/750 Micro-VAX/PCS-Cadmus	1986	4.179

Hochschule Ebene	Gerät Typ	Jahr (Installation)	Beschaffungskosten nach HBF (abweichende Finan- zierung) - 1.000 DM -
<u>München</u>			
Leibniz-Rechenzentrum (LRZ)	Rechensystem: CDC Cyber 180-990 DP	1985	27.117
	Datenfernverarbeitungs- netz (Ersetzung)	1984	4.542
	Datenfernverarbeitungs- netz (Erweiterung)	1986	2.910
Bibliotheken (U und TU)	Teilnahme Bayerischer Verbund 2 x Siemens 96 xx (Datenstationsrechner)		
Gesamtverbund	Mitnutzung Siemens 7.570 der U München	1981/86	4.564 (Kosten für Verbund u. alle Teiln.)
Hochschulverwaltung TU LMU	Siemens 7.536-20 Mitnutzung der Gebiets- rechenstelle der LfStad und der Klinikrechner	1985	1.039
Med. DV (Verbund U und TU)	DV-Systeme: Siemens 7.531 Siemens 7.536 Siemens 7.570 P HP (Frey)	1979 1979/83 1986 1986	2.550 1.804 7.000 1.564
Phys. Chemie (TU)	DV-System: VAX-11/780	1979	1.120
Informatik (TU)	DV-System: Siemens 7.860-E MAR-System Rechnersystem: VAX 11/750 mit 10 Micro-Vax II	1983/85 1983 1984/85	2.925 1.092 2.348
	Vernetzte Mikrorechner: Micro-VAX II (Praktika)	1986	1.327
	Rechnersystem: VAX-Station II/RC	1986	1.798
Informationstechnik (TU)	DV-Systeme: 3 Micro-VAX II, 5 PCS-Cadmus	1986	2.000
Elektrotechnik (TU)	DV-Systeme: VAX-11/750 Siemens 7.530-D	1983 1986	730 737
Maschinenwesen (TU)	DV-Systeme: 7 Micro-VAX II, 8 PCS-Cadmus, Prime 2250, 5 HP 98561/81	1986	3.300
<u>U_Passau</u>			
Rechenzentrum	Zentralrechner: Hewlett-Packard 3000/48	1979/84	892
Informatik (RZ)	DV-Systeme: VAX-11/750 Sun-Systeme Siemens 7.530-D	1983 1985 1986	600 790 755
Bibliothek	Teilnahme Bayerischer Verbund Siemens 96 xx (Datenstationsrechner)		

Hochschule - Ebene	Gerät - Typ	Jahr (Installation)	Beschaffungskosten nach HBF (abweichende Finan- zierung) - 1.000 DM -
Hochschulverwaltung <u>U_Regensburg</u> Rechenzentrum	Mitnutzung HP 3000 im Rechenzentrum Zentralrechner: Siemens 7.860-L VAX 11/750 Siemens 7.536	1985 1983 1983	3.892 413 700
Bibliothek	Teilnahme Bayerischer Verbund Siemens 96 xx (Datenstationsrechner)		
Hochschulverwaltung <u>U_Würzburg</u> Rechenzentrum	Mitnutzung Siemens 7.536 im RZ Zentralrechner: Siemens 7.860-L	1985	4.307
Bibliothek	Teilnahme Bayerischer Verbund Siemens 96 xx (Datenstationsrechner)		
Med. DV	DV-Systeme: Siemens 7.531 Siemens 7.536 Siemens 7.551 HP (Frey)	1979 1983 1986 1986	3.300 . 770 1.142
Hochschulverwaltung	Rechenanlage: Siemens 7.536 (Erw.)	1985	450
<u>Berlin</u> <u>FU_Berlin</u> Rechenzentrum	DV-Anlage: CDC Cyber 180-850 Siemens 7.550-D Siemens 7.580-D	1986 1984 1986	2.877 (Miete) 1.662 (Miete)
Bibliothek	Online- Ausleihverbuchung: Siemens 7.536	1982	833
Hochschulverwaltung	Mitnutzung der Siemens 7.580-D im Rechenzentrum		
Klinikum Steglitz	Rechenanlage: Siemens 7.536-20	1985	934
Klinikum Charlotten- burg	Krankenhausbetriebs- rechner Siemens 7.560-F	1987	2.562
FB Wirtschaftswiss.	IBM 4361-M04	1986	345 (Miete)
<u>TU_Berlin</u> Rechenzentrum	Rechenanlage: CDC Cyber 170-835 CDC Cyber 180-830 Erweiterung: CDC Cyber 180-990 EDV-Anlage: Siemens 7.541 CDC Cyber 175 Norsk Data Nord 100/500 VAX 11/780	1979/82 1984 1988 1981 1976 1982 1984	4.057 . 10.794 2.005 . 1.000 (Miete) (Reg.-Pr.) (Schenkung)

Hochschule - Ebene	Gerät - Typ	Jahr (Installation)	Beschaffungskosten nach HBF (abweichende Finan- zierung) - 1.000 DM -
Bibliothek	Teilnahme Berliner Ver- bund (in Vorbereitung)		
	Mitnutzung RZ für Ausleihe		
Hochschulverwaltung	Mitnutzung der Siemens 7.541 und CD-Anlagen im RZ		
Elektronik	Rechnersystem: Hewlett Packard 3000/950	1985	850
Informatik	IBM 4381-PO 2	1984	2.262
Werkzeugmaschinen	FB-Rechner: IBM 4381 Modell 2	1986	1.744
<u>Konrad-Zuse-Zentrum</u>	Vektorrechner: Cray-X MP/24	1987	9.200
	Vorrechner: Siemens 7.865-3 CDC Cyber 170-825	1985 1983	501 (Miete)
<u>Bremen</u>			
<u>U_Bremen</u>			
Rechenzentrum	Siemens 7.881-2 Siemens 7.865
Bibliothek	Rechner für Ausleihe: Siemens 7.536 Mitnutzung RZ		
Hochschulverwaltung	Mitnutzung Siemens 7.881-2 im Rechenzentrum		
<u>Hamburg</u>			
<u>U_Hamburg</u>			
Rechenzentrum	DV-Anlage: Siemens 7.882	1983	22.430 (Reg.-Pr.)
Bibliothek	Teilnahme Hamburger Verbund		
	Ausleihe: Norsk Data	1982	1.184
	Zentrale Rechenanlage für Verbund: Siemens 7.550 B	1987	1.342
Hochschulverwaltung	Fremdnutzung zentraler Landesrechner. DV über vernetzte PC in Planung.		
Med. DV	DV-Anlage: PDP 11/45	1974	1.020
	Rechenanlage mit Prozeß- rechner: Siemens 7.740/PR 330	1980	1.700
	Rechnersystem: VAX 11/780	1981	1.723
Schiffbau	Rechenanlage: VAX 11/78	1981	1.486
Math. u. DV	2 Rechner: Siemens 7.550-B	1986	4.500

Hochschule - Ebene	Gerät - Typ	Jahr (Installation)	Beschaffungskosten nach HBF (abweichende Finan- zierung) - 1.000 DM -
Meteorologie, Geophysik, MPI für Meteorologie	Laborsystem LABYSOS 2 PDP 11/44 1 PDP 11/23	1986	1.415
<u>TU Hamburg-Harburg</u>	CYBER 173	1977	1.000
Rechenzentrum	DV-System mit Anschluß zum RZ der U Hamburg Prime 9950	1984	1.643
Hochschulverwaltung	Fremdnutzung zentraler Landesrechner. DV über vernetzte PC in Planung.		
Bundeswehrhoch- schule-----			
Rechenzentrum und Bibliothek	Rechenanlage: Sperry-Univac 1100/82	.	
<u>Hessen</u>			
<u>TU Darmstadt</u>			
Rechenzentrum	DV-Anlage: IBM 3081 K 24	1984	9.600
	DV-Großsystem: IBM 3090-200 VF (Aufstockung IBM 3081)	1987	6.463
	Erweiterung: Siemens 7.551	1983/85	1.120
	DV-System Bereichsrech- nerverbund: VAX 8600 hochgerüstet 4 x VAX 11/780	1986 1982	2.016 2.444
Hochschulverwaltung	IBM 4361/5	1987	723
<u>U Frankfurt</u>			
Rechenzentrum	Rechenanlage: DEC-System 10 91 KL	1979/80	4.999
	DV-Anlage: Sperry 1100/91	1982/87	11.614
Hochschulverwaltung	IBM 4361/5	1987	930
Med. DV	Rechner: Tandem TNS I Siemens 7.536	1980/86 1981/86	1.814
<u>U Gießen</u>			
Rechenzentrum	Rechenanlage: CDC Cyber 180 860 (Prozessortausch)	1986	4.200
Bibliothek	CTM 70/900	1984	64
Hochschulverwaltung	IBM 4361/5 (bis 1986: 4321)	1986	895
Med. DV	Labordatensystem: DEC Clinical Lab. ATM Classic MOD. COMP. TANDEM TNS I/II Siemens 7536	1973 1981/1986 1980/87 1981/86	1.500 1.177 . .

Hochschule - Ebene	Gerät - Typ	Jahr (Installation)	Beschaffungskosten nach HBFG (abweichende Finan- zierung) - 1.000 DM -
<u>GH_Kassel</u>			
Rechenzentrum	Prozeßrechnerverbund- netz: 1. Stufe 2. Stufe: 3 Micro-Vax	1983/84	3.055
		1986	1.291
	DV-System: Siemens 7.590-G	1985/87	8.056
Hochschulverwaltung	IBM 4361-3	1985	530
<u>U_Marburg</u>			
Rechenzentrum	DV-Anlage: Sperry Univac 1100/62	1983/85	4.628
	Bereichsrechner: IBM 4361-L4	1984	1.339
	Rechenanlage: 2 x VAX 11/750	1984	1.820
Bibliothek	Rechner für Ausleihe: CTM 70/900	1984	64
Med. DV	DV-System: Tandem T 16 Tandem TNS I	1984	1.675
Hochschulverwaltung	Siemens 7536 IBM 4361-5 (bis 1986:4321)	1981/86	.
		1986	976
<u>Hochschulbibliotheken</u>	DFÜ-Geräte	1986	430
<u>Niedersachsen</u>			
<u>TU_Braunschweig</u>			
Rechenzentrum	DV-Anlage: IBM 4341 2 x Amdahl 470 V/7	1982	
		1986	1.400
Bibliothek	Teilnahme Nieders. Ver- bund Mikro-Computer		
Hochschulverwaltung	Fremdnutzung (Bez.reg.)		
Informatik	Rechensystem: 2 VAX 750	1984	1.922
<u>TU_Clausthal</u>			
Rechenzentrum	DV-Anlage: IBM 4341 IBM 3090-150 CGK TR 440	1987	.
		1987	6.120
		1976	. (Reg.-Pr.)
Bibliothek	Teilnahme Nieders. Verbund		
Hochschulverwaltung	Mitnutzung Verwaltungs- rechner in Göttingen		
<u>U_Göttingen_GWDG</u>			
Rechenzentrum	DV-Anlage: Sperry-Univac 1100/82 Sperry-Univac 1100/83 PDP 11/44 VAX 8600 IBM 3090-300 E (zur Ablösung der Sperry-Systeme)	1979	. (DFG)
		.	. (DFG)
		1976	. (Land, MPG)
		1986	. (Land, MPG)
		1987/88	. (HBFG, DFG, MPG)

Hochschule - Ebene	Gerät - Typ	Jahr (Installation)	Beschaffungskosten nach HBF (abweichende Finan- zierung) - 1.000 DM -
Bibliothek	Verbundzentrum Nieder- sachsen: Siemens 7.551	1982	5.000 (BMFT)
Hochschulverwaltung	Siemens 7.536-20	1986	942
Med. DV	Rechensystem: IBM 3081 D-16 MB	1983	3.735
<u>U_Hannover</u>			
Rechenzentrum	Rechnerausstattung: CDC Cyber 180-810 CDC Cyber 180/990 S CDC Cyber 180-990 D IBM 4381-P12	1984 1986 1986 1986	17.218 1.582
Hochschulverwaltung	Siemens 7.536	1981	.
Bibliothek	Teilnahme Nieders. Ver- bund		
<u>Med.Ho._Hannover</u>			
Rechenzentrum	DV-Anlagen: IBM 4341-12 Amdahl NAS 7000 Nixdorf 8850	1981 1979 1983	1.100 2.300 133
Hochschulverwaltung	Mitnutzung der Anlagen im RZ		
<u>U_Oldenburg</u>			
Rechenzentrum	DV-Anlage: Siemens 7890-C	1985	5.400
Bibliothek	Teilnehmer Nieders. Ver- bund		
Hochschulverwaltung	Mitnutzung Verwaltungs- rechner U Osnabrück		
<u>U_Osnabrück</u>			
Rechenzentrum	DV- Anlagen: GGK TR 440 Siemens 7.550-B	1977 1985/86	6.635 (Reg.-Pr.) 1.500
Bibliothek	Teilnahme Nieders. Ver- bund		
Hochschulverwaltung	Mitnutzung Siemens im RZ		
<u>Nordrhein-Westfalen</u>			
<u>TH_Aachen</u>			
Rechenzentrum	DV-Anlage: 2 x CDC Cyber 175 VAX 11/780	1976 1981	15.700 950 (DFG)
Bibliothek	Rechner für Ausleihe: Siemens 7.536	1982	840
Hochschulverwaltung	Micro-VAX II	1984	162
Med. DV	DV-System: ICL 2904/50	1979	1.307

Hochschule - Ebene	Gerät - Typ	Jahr (Installation)	Beschaffungskosten nach HFBG (abweichende Finan- zierung) - 1.000 DM -	
Ing.-wiss.	Rechenanlage: Prime P 400	1977	1.000	
Informatik	Forschungsrechner: Cellerity C 1260	1986	1.065	
<u>U_Bielefeld</u>				
Rechenzentrum	DV-Anlage: BASF 7/70 3 x HP (200, 310, 320) Siemens 7.536	1985 1985 1981	. 125 1.498	
Bibliothek	Mitnutzung Siemens 7.536 für Katalogisierung			
	Ausleihe: Vorrechner Dietz			
Verwaltung	Mitbenutzung Siemens 7.536			
<u>U_Bochum</u>				
Rechenzentrum	Vektorrechner: CDC Cyber 205	1981	} 21.240	
	Speichererweiterung:	1986		4.600
	Rechner: CDC Cyber 830 CDC Cyber 855 Norsk Data Nord 100	1980 1980 1982/83		120 (BMFT)
Bibliothek	Teilnahme NRW-Verbund			
	Rechner für Ausleihe: Dietz x 3	1977	200	
Hochschulverwaltung	Mitnutzung RZ und Bibliothek			
<u>U_Bonn</u>				
Rechenzentrum	DV-Anlage: IBM 3081-K IBM 4341-PO1 IBM 4331-2 IBM 4361	1983 1984 1985 1984	8.000 . 260 1.200 (DFG)	
Bibliothek	Kein Rechner			
Hochschulverwaltung	Norsk Data CX 100 und Mitnutzung IBM 3081-K im Rechenzentrum			
Med. DV	DV-System Siemens 7.536	1980	1.819	
Tierzucht	DV-Anlage: IBM 4331	1980	1.226	
<u>U_Duisburg</u>				
Rechenzentrum	DV-System: Burroughs 6930	1980	2.520	
Hochschulverwaltung	Siemens 7.536 und Mit- nutzung Siemens 7.760 im Rechenzentrum Düssel- dorf	1986	506	

Hochschule Ebene	Gerät Typ	Jahr (Installation)	Beschaffungskosten nach HFBG (abweichende Finan- zierung) - 1.000 DM -
<u>U_Düsseldorf</u>			
Rechenzentrum	DV-Anlage: Siemens 7.570-S Siemens 7.760	1986 1979	8.553 4.062 (Reg.-Pr.)
Bibliothek	Mitnutzung Siemens 7.570 für Katalogisierung Rechner für Ausleihe: Dietz		
Hochschulverwaltung	Siemens 7.760 (s. RZ)		
<u>U_Dortmund</u>			
Rechenzentrum	DV-Anlage: Siemens 7.890-E Siemens 7.865	1985 1986	8.200 400
Bibliothek	Teilnahme NRW-Verbund (gepl.) Mitnutzung Siemens 7.865 für Katalogisie- rung und Ausleihe		
Hochschulverwaltung	Mitnutzung Siemens 7.865		
Informatik	Rechner: Siemens 7541 PCS Cadmus	1983 1986	1.004 1.159
<u>U_Essen</u>			
Rechenzentrum	Großrechner: 2 x IBM 4341-2 Prime 400 Prime 750	1982 1978 1980	4.549 439 800
Bibliothek	Teilnahme NRW-Verbund Ausleihe: Dietz		
Hochschulverwaltung	Mitnutzung Siemens 7.760 im RZ Düsseldorf		
<u>FU_Hagen</u>			
Rechenzentrum	DV-Anlage: IBM 4381-M11 IBM 4341-NO2	1986 1986	100 (Miete) 500 (Miete)
Bibliothek	Teilnahme NRW-Verbund		
Hochschulverwaltung	Mitnutzung IBM 4381-M11 im RZ		
<u>U_Köln</u>			
Rechenzentrum	DV-System: CDC Cyber 76M CDC Cyber 170-720 CDC Cyber 180/830 A 2 x PDP 11/44	1974 1980 1986 1981/85	15.500 (Reg.-Pr.) 1.300 490
Bibliothek	Rechenanlage: Siemens 7.536 Online-Verbundsystem (im RZ): Nixdorf 8860 22 Siemens 7.570 B	1980 1982 1984	1.951 1.460 2.464

Hochschule Ebene	Gerät Typ	Jahr (Installation)	Beschaffungskosten nach HBF (abweichende Finan- zierung) - 1.000 DM -
Hochschulverwaltung	Fremdnutzung GGRZ Köln (Siemens 7.5xx)		
Med. DV	Prozeßrechnersystem: Siemens 330	1977	2.000
	DV-System: ICL 2904/50	1979	1.696
	Erweiterung:	1987	1.240
<u>U_Münster</u>			
Rechenzentrum	Rechenanlage: IBM 3032/4381-P2 2 x IBM 4381-MO2	1977 1984/85	11.700 1.900 (1xDFG)
Bibliothek	Ausleihe: Mini-Computer IBM		
Hochschulverwaltung	Mitnutzung IBM im RZ		
Med. DV	DV-System: Siemens 7.531/6.600	1980	2.640
<u>U_Paderborn</u>			
Rechenzentrum	DV-Systeme: 2 x Prime 750	1978/81	2.034
Bibliothek	Ausleihe: Dietz		
Hochschulverwaltung	Prime 9650	1985	83
<u>U_Siegen</u>			
Rechenzentrum	Rechnersystem: Honeywell Bull 66/DPS-05 HB-System 6/43 VAX 11/730	1980 1984	2.542 30
Hochschulverwaltung	Prime 9650	1985	83
<u>U_Wuppertal</u>			
Rechenzentrum	Rechenanlage: CDC Cyber 171 6 CDC Cyber 175 316	1978 1985	2.971 1.750
Bibliothek	Ausleihe: Dietz		
Hochschulverwaltung	Prime 2250 und Mitnutzung Siemens 7.760 im Rechen- zentrum Düsseldorf	1985	89
<u>Rheinland-Pfalz</u>			
<u>U_Kaiserslautern</u>			
Rechenzentrum	Vektorrechner: Siemens VP 100	1986	4.993
	DV-Anlage: Siemens 7.551/7.561 Siemens 7.760 Siemens 7.570-P	1981 1986	. (Reg.-Pr.) 1.689 7.007
Bibliothek	Teilnehmer Südwest- Verbund		

Hochschule Ebene	Gerät Typ	Jahr (Installation)	Beschaffungskosten nach HBF (abweichende Finan- zierung) - 1.000 DM -
Hochschulverwaltung Informatik <u>U_Mainz</u> Rechenzentrum	Mitnutzung Siemens 7.561 im Rechenzentrum Rechnersystem: 2 x VAX 11/780 DV-Anlage: Honeywell Bull 66 80 und 7 73 Honeywell Bull DPS 8/70 M. Duplex	1982 1976 1983	1.386 11.100 5.096
Bibliothek	Ausleihe: Teilnahme Hess. Verbund geplant Mini-Computer Nixdorf 88 xx		
Hochschulverwaltung Med. DV Physik	Mitnutzung Siemens 7.5xx (Klinische Daten- zentrale) Siemens 7.5xx DV-Anlage: Mikro VAX II		
<u>U_Trier</u> Rechenzentrum	Rechenanlage: Sperry-Univac 1100/71		
Bibliothek	Kein Rechner		
Hochschulverwaltung	Mitnutzung Sperry 1100 im Rechenzentrum		
<u>Saarland</u>			
<u>U_Saarbrücken</u> Rechenzentrum	DV-Anlage: Siemens 7.760 Siemens 7.570-P Siemens 7.541, 7.561 1 x Siemens 7.536 2 x VAX 11/780	. . 1986 . .	. (Reg.-Pr.) 1.718 . (DFG)
Bibliothek	Nutzung Siemens-Rechner für Katalogisierung		
Hochschulverwaltung Informatik	Siemens 7.536 VAX 8700	1986	2.524
<u>Schleswig-Holstein</u>			
<u>U_Kiel</u> Rechenzentrum	DV-Anlage: DEC-System 1077 KI 2 x DEC-System 1091 KL Siemens 7.760 Siemens 7.536 (DFG) . (DFG)
Bibliothek	Mitbenutzung RZ-Rechner für Ausleihe		

Hochschule - Ebene	Gerät - Typ	Jahr (Installation)	Beschaffungskosten nach HBFG (abweichende Finan- zierung) - 1.000 DM -
Hochschulverwaltung	Mitnutzung Siemens 7.760 im Rechenzentrum		
Med. DV	IBM 370/145	.	.
<u>MH_Lübeck</u>	Nixdorf 8860-50	.	.



Anhang 2

Beispiele für Abrechnungsverfahren an Rechenzentren

Universität Erlangen-Nürnberg

Es besteht seit 1978 ein Rechenzeit-Abrechnungsverfahren, das eine Kostenbeteiligung der Benutzer aus der Hochschule anstrebt, ohne deren DV-Aktivitäten drastisch einzuschränken. Den Instituten wird für Ausbildungszwecke (Programmierkurse, Übungen, Studien- und Diplomarbeiten) ein - knapp bemessenes - Rechenzeitfreikontingent zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus werden ihnen Kontingente in Höhe des tatsächlichen Verbrauchs der letzten drei Jahre plus einer bestimmten Expansionsmarge zugeordnet, deren Kosten von den Instituten ebenso getragen werden müssen wie über die Kontingente hinausgehende Rechenzeiten.

Für drittmittelfinanzierte Projekte gilt im Prinzip das gleiche Verfahren. Der Antrag auf Finanzierung eines Vorhabens durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft muß auch Angaben über die erforderlichen Rechenzeiten enthalten, damit die Fachgutachter hierzu Stellung nehmen können. Da an anderen Hochschulen in der Regel keine vergleichbaren Verfahren bestehen und die Wissenschaftler der Universität nicht gravierend benachteiligt werden sollen, werden seit einigen Jahren in Fällen, in denen der Drittmittelgeber (DFG und vergleichbare Einrichtungen) keine Rechenzeiten finanziert, auch Freikontingente zur Verfügung gestellt.

Neben den Rechenzeiten werden Materialkosten (Papier, Ausgabe auf Microfiche, Laserprinter und Plotter) und Kosten für die Belegung von Massenspeichern in Rechnung gestellt. Für Nachtrechenzeiten werden 10 % der Tagrechenzeiten berechnet.

Die Erfahrungen mit diesem Abrechnungssystem sind nach Auskunft von Vertretern des Rechenzentrums positiv. Die Benutzer würden ihren Rechenzeitverbrauch bewußter kontrollieren. Gleichzeitig würden weniger dringliche Arbeiten vom Zentralrechner ferngehalten und auf diese Weise Kapazitäten für prioritäre Aufgaben freigehalten. Befürchtungen, daß durch die Einführung der Kostenbeteiligung der Rechenzeitverbrauch drastisch zurückgehen werde, hätten sich als unbegründet herausgestellt.

Universität Hannover

Die Nutzer aus der Hochschule werden zwar nicht an den Rechenzeitkosten beteiligt. Für jede einzelne DV-Aktivität erfolgt jedoch eine Mitteilung über ihren Preis - auch den Marktpreis - und den noch zur Verfügung stehenden Rest eines jährlich im voraus festgelegten Rechenzeitkontingents. Bei Überschreitung des Kontingents werden die Aktivitäten des jeweiligen Benutzers mit niedriger Priorität bearbeitet.

Technische Hochschule Darmstadt

Seit vier Jahren werden von allen Nutzern aus der Hochschule Gebühren (CPU-Stunden) für die Nutzung von Bereichsrechnern erhoben. Die damit erzielten Einnahmen sollen zu einem dem Bedarf angepaßten Ausbau der Bereichsrechner beitragen.

Leibniz-Rechenzentrum München

Für die Benutzer des Rechenzentrums werden Verbrauchskonten geführt, die von Bedarfsschätzungen ausgehen und täglich aktualisiert werden. Auf diese Weise werden 60-70 % der Kapazität vergeben. Längere Rechenläufe werden in der Nacht

bearbeitet. Der tatsächliche Verbrauch am Ende der Periode führt gegebenenfalls zu einer Aktualisierung der Benutzerkontingente.

Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung mbH,
Göttingen (GWDG)

Es wird ein internes Benutzerkonto geführt, das in das Betriebssystem integriert ist und nicht umgangen werden kann. Die Belegung von Rechnerressourcen durch Rechenläufe wird auf diesen Konten verbucht (Preise in Recheneinheiten). Der Benutzer gibt selbst die Priorität eines Laufs vor; die "Preise" steigen mit höherer Priorität. Die Zuteilung der Kontingente erfolgt zu Beginn des Quartals proportional zum Verbrauch im vorhergehenden Halbjahr. Universität und Max-Planck-Gesellschaft erhalten je 45 % der Kapazität, die Dispositionsreserve beträgt 5 %. Überschreitet der aktuelle Bedarf das zugeteilte Kontingent, kann an eine Kommission des Beirats ein Antrag auf Zuteilung weiterer Recheneinheiten aus der Dispositionsreserve gestellt werden.

Rechenzentrum der Max-Planck-Gesellschaft, Garching

Die seit 1987 praktizierte Regelung stellt den Nutzern aus der Max-Planck-Gesellschaft nicht die volle Kapazität der Anlage zur Verfügung. Ein jährlich veränderter prozentualer Anteil wird primär für Drittnutzer freigehalten und auch an Nutzer aus der MPG nur gegen Bezahlung aus Haushaltsmitteln des Instituts abgegeben. Kapazitäten des Großrechners müssen von allen Nutzern nach festgelegten Preisen bezahlt werden. Den Instituten werden aufgrund von Bedarfsschätzungen Haushaltsmittel für den Kauf von Rechenzeiten zur Verfügung gestellt, über deren Verwendung sie nach eigenen Prioritätsüberlegungen entscheiden können. Die Bedarfsschätzungen werden unter Beteiligung der Wissenschaftler

festgelegt und in bestimmten Abständen korrigiert. Über die Kontingente hinausgehender Rechenbedarf muß aus Haushaltsmitteln bezahlt werden. Die Mittel für den Kauf von Rechenzeit sind nicht zweckgebunden, eine andere Verwendung - z.B. für Investitionen - ist im Prinzip möglich. Die Preise sind auf der Basis einer Vollkostenrechnung kalkuliert und nach Art des Rechnens differenziert. Eine Preisdifferenzierung wird auch für Tag- und Nachtrechenzeiten angestrebt.

Anhang 3

Modellrechnung

Ziel der folgenden Modellrechnung ist es, die voraussichtlichen jährlichen Investitionskosten für die Beschaffung von dezentralen und zentralen Rechnern abzuschätzen. Dabei wird unterschieden zwischen Geräten:

- in der Grundausbildung der Studenten,
- in der fortgeschrittenen Studentenausbildung,
- an den Arbeitsplätzen der Wissenschaftler,
- in den Fakultäten/Fachbereichen und Instituten sowie
- in den Hochschulbibliotheken, den Medizinischen Einrichtungen und den Hochschulverwaltungen.

Es wird ein Zeitraum von sechs Jahren (1987/88 bis 1993/94) und das voraussichtliche Preisniveau von 1990/91 zugrundegelegt¹. Das Modell schließt die Reinvestitionskosten für die vorhandene Rechnerausstattung und die Erweiterung der Rechnerausstattung ein. Da angenommen wird, daß die Geräte im Durchschnitt nach sechs Jahren ersetzt werden sollten, geht der derzeit vorhandene Ausgangsbestand nicht in die Bedarfsdeckung für das Ende der Programmperiode 1993/94 ein.

- a) Grundausbildung der Studenten (ohne Studenten der Informatik und Studenten der Natur- und Ingenieurwissenschaften im Hauptstudium)

Für die Grundausbildung der Studenten (vgl. Abschnitt A.V.1.) werden PCs für folgende Aufgaben benötigt:

¹ Zu den Annahmen über das Preisniveau vgl. Kapitel A.VI.

- Kursbetrieb (CIP)

Das CIP ist mit einem Volumen von 250 Millionen DM ange-
laufen. Der Wissenschaftsrat hat bereits empfohlen, daß das
Programm weitergeführt wird. Es sind somit Kosten in einer
Höhe anzusetzen, die den derzeitigen Bestand an Geräten für
den Kursbetrieb aufrechterhalten. Hinzu kommen die Kosten
für die Ausweitung der Geräteausstattung, um am Ende der
Programmlaufzeit die angestrebte Versorgungsrelation
erreichen zu können.

- Freies Üben und Nutzung von Lehrprogrammen

Jeder Student soll künftig verstärkt Gelegenheit zur freien
Arbeit mit dem PC haben. Dabei soll er überwiegend üben. Es
wird angenommen, daß diese Arbeiten zum Teil bisherige
studentische Übungsarbeiten ersetzen können. Die Zeitan-
teile werden je nach Fächern unterschiedlich sein.

Die PCs werden in universitäts- oder fakultätsöffentlichen
Räumen unter Einbeziehung des Rechenzentrums und der Uni-
versitätsbibliotheken aufgestellt.

Annahmen für die Grundausbildung (Kursbetrieb und Freies Üben):

- Zahl der Studenten¹ 615.000²
- Angestrebte Relation PC/Studenten 1 : 15
Diese Relation strebt an, die Konkurrenzfähigkeit der deutschen Hochschulen, z.B. mit den Hochschulen in Frankreich, in der Schweiz und den Vereinigten Staaten von Amerika, in der Versorgung der Studenten mit Arbeitsplatzrechnern zu gewährleisten (vgl. Kapitel A.III.).
- Durchschnittliche Kosten einschließlich Software, zusätzlichen Speicher, Druckkapazitäten und anteilige Kosten für ein einfaches PC-Netz 5.000 DM

Ergebnis:

Anzahl der benötigten Geräte insgesamt	Kosten insgesamt	Kosten pro Jahr bei Verteilung auf 6 Jahre
41.000	204 Mio DM	34 Mio DM

Den bisherigen Erfahrungen nach sind die Geräte innerhalb von 6 Jahren einem hohen technischen Verschleiß unterworfen. Es wäre daher unrealistisch, im Durchschnitt von einer längeren Nutzungsdauer auszugehen.

¹ Studienanfänger 1985 an Universitäten und Fachhochschulen, hochgerechnet mit der vom Wissenschaftsrat empfohlenen Planstudienzeit von 4 Jahren. Wissenschaftsrat: Empfehlungen zur Struktur des Studiums, Köln 1986.

² Studienanfänger 1985: $197.200 \times 4 = 788.800$ abzüglich Zahl der Studenten (hochgerechnete Studienanfänger) in der Informatik (25.000) sowie der Studenten der Natur- und Ingenieurwissenschaften im Hauptstudium (mit Faktor 2 hochgerechnete Studienanfänger gleich 150.000).

- b) Fortgeschrittene Studentenausbildung (Studenten der Informatik und Studenten im Hauptstudium der Natur- und Ingenieurwissenschaften)

Für die fortgeschrittene Studentenausbildung (vgl. Abschnitt A.V.1.) werden Arbeitsplatzrechner höherer Leistungsfähigkeit benötigt, die in öffentlichen oder internen Räumen der Fakultäten oder Institute aufgestellt werden.

Annahmen:

- Verfügbarkeit pro Student
 - o 6 h/Woche (Minimum)
(Natur- und Ingenieurw.)
 - o 10 h/Woche (Informatik)
- Nutzung 72 h/Woche
- Somit 1 Arbeitsplatzrechner für
 - o 12 Studenten (Natur- und Ingenieurw.)
 - o 7 Studenten (Informatik)
- Durchschnittliche Kosten einschl. Software, Netzkomponenten am Rechner und Spezialperipherie nach Fach 15.000 DM¹
- Zahl der Studenten an Universitäten und Fachhochschulen im Hauptstudium Natur- und Ingenieurwissenschaften² (ohne Informatik) 150.000
- Zahl der Studenten der Informatik³ 25.000

¹ Die durchschnittlichen Kosten pro CIP-Arbeitsplatz liegen derzeit in den Ingenieurwissenschaften bei 21.000 DM und in den Naturwissenschaften bei 18.200 DM. Der hier angenommene Durchschnittswert bezieht sich auf alle Fächergruppen und entspricht dem angenommenen Preisstand von 1990/91. Vgl. Kapitel A.VI.

² Studienanfänger 1985, hochgerechnet mit Faktor 2 (Studenten im 3. und 4. Studienjahr)

³ Studienanfänger 1985 an Universitäten und Fachhochschulen, hochgerechnet mit der vom Wissenschaftsrat empfohlenen Planstudienzeit von 4 Jahren. Wissenschaftsrat: Empfehlungen zur Struktur des Studiums, Köln 1986.

Ergebnis:

Anzahl der benötigten Geräte insgesamt	Kosten insgesamt	Kosten pro Jahr bei Verteilung auf 6 Jahre
16.000	240 Mio DM	40 Mio DM

In dieser Rechnung ist berücksichtigt, daß eine Reihe von Studenten über eigene Arbeitsplatzrechner verfügt. Ansonsten müßte von einer höheren Versorgungsrelation (Geräte pro 100 Studenten) ausgegangen werden.

c) Arbeitsplatzrechner (einschließlich PC) für Wissenschaftler

Für die Ausstattung von Wissenschaftler-Arbeitsplätzen (vgl. Abschnitt A.V.2.) werden Arbeitsplatzrechner höherer Leistungsfähigkeit benötigt, die in den Arbeitsräumen der Institute aufgestellt werden. Das Modell geht vom Personalbestand der Hochschulen aus und sieht nach Personal- und Fächergruppen differenzierte Versorgungsrelationen vor.

Annahmen:

- Grundlage der Schätzung ist der Personal-Ist-Bestand der Hochschulen 1984 nach Fächergruppen gemäß Personalerhebung des Statistischen Bundesamtes. Dabei wird von 50 % der Professoren und 75 % des Mittelbaus ausgegangen (bei Informatik 100 %). Der Prozentsatz für den Mittelbau ist höher, weil die Arbeit mit neuen Informationstechniken für den in dieser Gruppe enthaltenen wissenschaftlichen Nachwuchs von besonderer Bedeutung ist. Es ist darauf hinzuweisen, daß für die Gruppe der Doktoranden kein gesonderter Ansatz enthalten ist. Da die Doktoranden nur teilweise im Personal-Ist-Bestand statistisch erfaßt sind, hat die hier gewählte Vorgehensweise zur Folge, daß

der angestrebte Versorgungsgrad, bezogen auf die Wissenschaftler insgesamt (einschl. Doktoranden), niedriger ist, als hier angegeben.

- Für die einzelnen Fächergruppen werden unterschiedliche Versorgungsgrade zugrundegelegt, die für die absehbare Entwicklung in den einzelnen Fächern plausibel erscheinen. Die fachspezifische Nutzung von Rechnern hängt von unterschiedlichen Faktoren ab und kann sich - unter Umständen auch relativ schnell - ändern.
- Die durchschnittlichen Kosten eines Arbeitsplatzrechners einschließlich Netzanteil für Wissenschaftler aller Fächer betragen 20.000 DM. Es wird wiederum der voraussichtliche Preisstand von 1990/91 zugrundegelegt (vgl. Kapitel A.VI.).

Bedarf für Arbeitsplatzrechner (ohne zusätzliche PC)

Fächergruppe	Professoren		Mittelbau		Angestrebte Versorgung in % der Spalten 2 und 4	Zahl der Geräte insges.
	insge- samt	davon	insge- samt	davon		
		50 %		75 %		
1	2	3	4			
(1) Hochschulen ohne Fachhochschulen						
Sprach- und Kultur- wissenschaften	5.867	2.933	8.644	6.483	5	471
Rechts-, Wirtschafts- u. Sozialwissensch.	2.744	1.372	5.078	3.808	50	2.590
Mathematik, Natur- wissenschaften (ohne Informatik)	4.957	2.478	13.857	10.393	70	9.010
Informatik	214	214 ¹	812	812 ¹	100	1.026
Humanmedizin	3.106	1.553	16.122	12.091	20	2.729
Agrar-, Forst- und Ernährungswissensch.	445	222	1.507	1.130	50	676
Veterinärmedizin	244	122	677	508	20	126
Ingenieurwissensch.	2.261	1.130	8.632	6.474	80	6.083
Kunst	1.531	765	885	664	5	71
Zentrale Einrichtungen	247	123	3.341	2.506	15	394
Z U S A M M E N	21.616	10.912	59.555	44.869	X	23.176
(2) Fachhochschulen						
Wirtschafts- und So- zialwissenschaften	2.159	1.079	273	205	50	642
Ingenieurwissensch.	4.646	2.323	190	142	80	1.972
Informatik	163 ¹	163 ¹	2	2 ¹	100	165
Übrige Fächergruppen	1.348	674	267	200	15	131
Z U S A M M E N	8.316	4.239	732	549	X	2.910

1 Für Informatik 100 %. Die vom Planungsausschuß für den Hochschulbau ermittelten Personalzahlen für die Informatik sind mit den hier verwendeten Zahlen des Statistischen Bundesamtes infolge von unterschiedlichen Zuordnungen nicht kompatibel.

Von den insgesamt errechneten rund 26.000 Arbeitsplatzrechner wird ein Abschlag in Höhe von 20 % in der Annahme vorgenommen, daß ein Teil der bereits vorhandenen Geräte auch nach 1993/94 noch benutzt werden wird und weitere Geräte über Forschungsaufträge, Kooperationen mit der Industrie und aus sonstigen Quellen finanziert werden.

Ergebnis:

Anzahl der benötigten Geräte insgesamt	Kosten insgesamt	Kosten pro Jahr bei Verteilung auf 6 Jahre
21.000	420 Mio DM	70 Mio DM

Bedarf für zusätzlich benötigte PC's

Künftig werden immer weniger Wissenschaftler ohne irgendeine Form von DV-Nutzung auskommen. Dabei werden aber für die "Einsteiger" der nächsten Jahre Geräte niedriger bzw. mittlerer Funktionalität, aber mit hohem Bedienungskomfort, ausreichend sein; dies sind Geräte der PC-Klasse. Nicht jeder Wissenschaftler braucht einen professionellen Arbeitsplatzrechner. Für die "Einsteiger" werden die elementaren nichtfachspezifischen Nutzungsformen (vgl. Abschnitt A.V.2.) im Vordergrund stehen.

Neben den fortgeschrittenen Nutzern von Arbeitsplatzrechnern sollten daher bei Professoren und wissenschaftlichem Mittelbau "Einsteiger-Ansätze" vorgenommen werden. Teilweise ist hier auch eine Verbindung mit Sekretariat und (Instituts-, Fakultäts- oder Universitäts-) Verwaltung zu sehen.

Annahmen:

- Grundlage einer Schätzung sind die Ausgangsdaten der vorstehenden Übersicht. Es werden nur die Fächergruppen berücksichtigt, die mit einem angestrebten Versorgungsgrad unter 50 % enthalten sind.

Es ist darauf hinzuweisen, daß im Mittelbau für die Gruppe der Doktoranden in der Rechnung kein gesonderter Ansatz enthalten ist. Dies hat zur Folge, daß sich der gewählte Versorgungsgrad, bezogen auf die Wissenschaftler insgesamt (einschließlich Doktoranden) verringert.

- Es wird angenommen, daß Wissenschaftler, die bereits einen Arbeitsplatzrechner erhalten, keinen PC benötigen. Ansonsten wird bei den Professoren ein Versorgungsgrad von 35 % und beim Mittelbau ein Versorgungsgrad von 65 % zugrundegelegt.
- Die durchschnittlichen Kosten (einschließlich Software etc.) der Geräte der PC-Klasse betragen 4.000 DM (vgl. Kapitel A.VI.).

Bedarf für zusätzliche Geräte der PC-Klasse

Fächergruppe	Profes- soren ¹ (50 %)	Anzahl Geräte bei Versorgung von 35 %	Mittel- bau ¹ (75 %)	Anzahl Geräte bei Versorgung von 65 %
--------------	---	---	---------------------------------------	---

(1) Hochschulen ohne Fachhochschulen

Sprach- und Kultur- wissenschaften	2.786	975	6.159	4.003
Humanmedizin	1.242	435	9.673	6.287
Veterinärmedizin	98	34	406	264
Kunst	727	254	631	410
Zentrale Einrichtungen	105	37	2.130	1.385
Z u s a m m e n	4.958	1.735	18.999	12.349

(2) Fachhochschulen

Übrige Fächer- gruppen	573	201	170	111
---------------------------	-----	-----	-----	-----

¹ Abzüglich Wissenschaftler, die mit Arbeitsplatzrechnern versorgt werden sollen.

Von den insgesamt errechneten rund 14.400 PCs wird ebenfalls ein Abschlag in Höhe von 20 % in der Annahme vorgenommen, daß ein Teil der bereits vorhandenen Geräte auch nach 1993/94 noch benutzt werden wird und weitere Geräte über Forschungsaufträge, Kooperationen mit der Industrie und aus sonstigen Quellen finanziert werden.

Ergebnis:

Anzahl der benötigten Geräte insgesamt	Kosten insgesamt	Kosten pro Jahr bei Verteilung auf 6 Jahre
11.500	48 Mio DM	8 Mio DM

Der Gesamtbedarf an Arbeitsplatzrechnern (einschließlich PC) beträgt damit 32.500 Geräte. Hierfür ist ein Finanzierungsbedarf von 468 Millionen DM notwendig. Bei einer Verteilung auf 6 Jahre sind dies 78 Millionen DM jährlich.

d) Universalrechner

Bei den Hochschulrechenzentren ist in den nächsten Jahren vorzugsweise der Ersatzbedarf zu befriedigen.

Nach den Erfahrungen der Kommission für Rechenanlagen der Deutschen Forschungsgemeinschaft kostet eine Neuausrüstung 8 bis 9 Millionen DM (ohne Netzanteil). Zusätzlich sind Dienstleistungsrechner (Server) für verschiedene Aufgabenbereiche erforderlich, die auch auf Fakultäts-/Fachbereichsebene eingesetzt werden können. Hier wird ein Bedarf von jährlich rund 60 Millionen DM an Investitionen für Universalrechner angenommen. Dabei wird unterstellt, daß die zu erwartenden Preissteigerungen dafür genutzt werden, um Rechner höherer Leistungsklasse und eine verbesserte Peripherie finanzieren zu können.

e) Höchstleistungsrechner

Derzeit ist von folgenden Preisen auszugehen:

- Großer Vektorrechner: 35 Mio DM
- Parallelrechner 7 Mio DM

Derzeit sind an fünf Hochschulstandorten Höchstleistungsrechner installiert; für weitere drei Standorte ist die Beschaffung beantragt. Es wird angenommen, daß die Preise für Höchstleistungsrechner wie bereits in den vergangenen Jahren sinken werden, daß andererseits ein Teil dieser Preissenkungen zur Finanzierung von Leistungssteigerungen verwendet werden kann. Im Ergebnis wird hier ein jährlicher Investitionsbedarf von 42 Millionen DM für Neu- und Ersatzbeschaffungen bei Höchstleistungsrechnern unterstellt.

f) Bereichsrechner

Die Nachfrage nach Sondersystemen für Forschung und Lehre einschließlich kleiner Vektor- und Parallelrechner wird, besonders in den Natur- und Ingenieurwissenschaften, ansteigen. In den Jahren 1984 und 1985 wurden außerhalb der Medizin rd. 25 Millionen DM jährlich für diese Geräte investiert. Insbesondere durch die CAD- und CAE-Automatisierungstechnik steigt der Bedarf beträchtlich. Diesen Geräteklassen kommt unter den Gesichtspunkten der Wettbewerbsfähigkeit von Forschung und Lehre eine hohe Bedeutung zu. Daher wird hier mit einem Bedarf von 66 Millionen DM pro Jahr (ohne Medizin und Informatik) gerechnet.

In der Informatik sind zusätzlich zu den Arbeitsplatzrechnern für Studenten und Wissenschaftler Bereichsrechner erforderlich. Zudem werden in den Fachgebieten Künstliche

Intelligenz, Robotik, Telematik und Entwurf-Techniken hochspezifische Sondersysteme benötigt. Dieser Bedarf wird auf 20 Millionen DM jährlich geschätzt.

Es wird davon ausgegangen, daß rund 50 % der Kosten in Höhe von insgesamt 86 Millionen DM durch Sondermaßnahmen der Industrie und der angewandten Forschungsförderung gedeckt werden. Demnach verbleiben rund 43 Millionen DM jährlich, die über das Hochschulbauförderungsgesetz zu finanzieren sind.

g) Rechner für Bibliotheken

Ein von der Universitätsbibliothek und der Technischen Informationsbibliothek Hannover erarbeitetes Konzept zur Einführung eines integrierten Bibliothekssystems (Stand: 21. Januar 1987) rechnet mit Gesamtinvestitionskosten von rund 3,8 Millionen DM zuzüglich (ab dem sechsten Jahr) jährliche Wartungskosten in Höhe von rund 360.000 DM. Geht man demnach für die Ausstattung der 57 Hochschulbibliotheken mit integrierten DV-Systemen durchschnittlich von Investitionen in Höhe von 2 Millionen DM je Bibliothek aus, so erscheint längerfristig ein Gesamtaufwand von rund 120 Millionen DM realistisch. Hinzu kommen Investitionen für die Ausstattung der derzeit bestehenden regionalen Bibliothekszentren in Höhe von 30 bis 40 Millionen DM. Daraus folgt ein jährlicher Bedarf von insgesamt 25 Millionen DM, der über das HBFVG finanziert werden muß, da andere Finanzierungsmöglichkeiten für die Bibliotheken nicht in Sicht sind.

h) Rechner für Medizinische Einrichtungen

Aufgrund praktischer Erfahrungen mit Anwendungen der Medizinischen Informatik an der Universität Göttingen kommt eine Berechnung des gesamten Finanzbedarfs zum Ausbau der

Datenverarbeitung in der Medizin zu dem Schluß, daß - bezogen auf einen Zeitraum von sechs Jahren - pro Jahr Aufwendungen von rund 38 Millionen DM erforderlich sein werden. Von dieser Summe entfallen etwa 18 Millionen DM auf die Versorgung mit dezentralen Rechnern für Studenten und Wissenschaftler, die in den Punkten a) bis c) dieser Modellrechnung enthalten sind. Die verbleibenden 20 Millionen DM decken den Bedarf an Bereichs- und Zentralrechnern für die Medizin (einschließlich spezieller Anwendungen und der Bildverarbeitung) ab. Über den Zeitraum von sechs Jahren entspricht dies einem Finanzvolumen von 120 Millionen DM. Die Größenordnung von jährlich 38 Millionen DM für die medizinische Rechnerausstattung stellt eine untere Grenze dar; sie entspricht für den Zeitraum von sechs Jahren einem Gesamtvolumen von 228 DM oder 10 % der in der Modellrechnung enthaltenen Gesamtsumme. Der vergleichsweise niedrige Ansatz für die Medizin unterstellt, daß für einzelne Aufwendungen der DV in der Medizin die Investitionskosten über Forschungsprojekte und Kooperationen mit der Industrie finanziert werden

i) Rechner für Hochschulverwaltungen

In Anlehnung an eine von der HIS GmbH vorgenommene Bedarfsabschätzung wird angenommen, daß für etwa 50 Universitäten und 40 Fachhochschulen im Durchschnitt je 0,8 bzw. 0,2 Millionen DM Ersatz- und Neuinvestitionen anzusetzen sind. Dies ergibt einen Bedarf von insgesamt 48 Millionen DM für 6 Jahre oder 8 Millionen pro Jahr.

Intelligenz, Robotik, Telematik und Entwurf-Techniken hochspezifische Sondersysteme benötigt. Dieser Bedarf wird auf 20 Millionen DM jährlich geschätzt.

Es wird davon ausgegangen, daß rund 50 % der Kosten in Höhe von insgesamt 86 Millionen DM durch Sondermaßnahmen der Industrie und der angewandten Forschungsförderung gedeckt werden. Demnach verbleiben rund 43 Millionen DM jährlich, die über das Hochschulbauförderungsgesetz zu finanzieren sind.

g) Rechner für Bibliotheken

Ein von der Universitätsbibliothek und der Technischen Informationsbibliothek Hannover erarbeitetes Konzept zur Einführung eines integrierten Bibliothekssystems (Stand: 21. Januar 1987) rechnet mit Gesamtinvestitionskosten von rund 3,8 Millionen DM zuzüglich (ab dem sechsten Jahr) jährliche Wartungskosten in Höhe von rund 360.000 DM. Geht man demnach für die Ausstattung der 57 Hochschulbibliotheken mit integrierten DV-Systemen durchschnittlich von Investitionen in Höhe von 2 Millionen DM je Bibliothek aus, so erscheint längerfristig ein Gesamtaufwand von rund 120 Millionen DM realistisch. Hinzu kommen Investitionen für die Ausstattung der derzeit bestehenden regionalen Bibliothekszentren in Höhe von 30 bis 40 Millionen DM. Daraus folgt ein jährlicher Bedarf von insgesamt 25 Millionen DM, der über das HBBFG finanziert werden muß, da andere Finanzierungsmöglichkeiten für die Bibliotheken nicht in Sicht sind.

h) Rechner für Medizinische Einrichtungen

Aufgrund praktischer Erfahrungen mit Anwendungen der Medizinischen Informatik an der Universität Göttingen kommt eine Berechnung des gesamten Finanzbedarfs zum Ausbau der

Datenverarbeitung in der Medizin zu dem Schluß, daß - bezogen auf einen Zeitraum von sechs Jahren - pro Jahr Aufwendungen von rund 38 Millionen DM erforderlich sein werden. Von dieser Summe entfallen etwa 18 Millionen DM auf die Versorgung mit dezentralen Rechnern für Studenten und Wissenschaftler, die in den Punkten a) bis c) dieser Modellrechnung enthalten sind. Die verbleibenden 20 Millionen DM decken den Bedarf an Bereichs- und Zentralrechnern für die Medizin (einschließlich spezieller Anwendungen und der Bildverarbeitung) ab. Über den Zeitraum von sechs Jahren entspricht dies einem Finanzvolumen von 120 Millionen DM. Die Größenordnung von jährlich 38 Millionen DM für die medizinische Rechnerausstattung stellt eine untere Grenze dar; sie entspricht für den Zeitraum von sechs Jahren einem Gesamtvolumen von 228 DM oder 10 % der in der Modellrechnung enthaltenen Gesamtsumme. Der vergleichsweise niedrige Ansatz für die Medizin unterstellt, daß für einzelne Aufwendungen der DV in der Medizin die Investitionskosten über Forschungsprojekte und Kooperationen mit der Industrie finanziert werden

i) Rechner für Hochschulverwaltungen

In Anlehnung an eine von der HIS GmbH vorgenommene Bedarfsabschätzung wird angenommen, daß für etwa 50 Universitäten und 40 Fachhochschulen im Durchschnitt je 0,8 bzw. 0,2 Millionen DM Ersatz- und Neuinvestitionen anzusetzen sind. Dies ergibt einen Bedarf von insgesamt 48 Millionen DM für 6 Jahre oder 8 Millionen pro Jahr.

j) Investitionen für Kommunikationsnetze als betriebstechnische Einrichtungen

Die Kommission für Rechenanlagen der DFG veranschlagt in ihrem "Netzmemorandum"¹

- bei DV-intensiven Fächern einen Netzanschluß je 10 Hochschulangehörigen und
- bei Fächern mit geringer DV-technischer Durchdringung einen Netzanschluß je 50 Hochschulangehörige.

Zum Aufbau der hochschulinternen Netze ist bei Umlage aller Investitionskosten über alle Hochschulen mit rund 2.500 DM je nutzerbezogenen Netzanschluß zu rechnen. Dies ergibt einen Investitionsbedarf für alle Hochschulen von insgesamt rund 180 Millionen DM (6 Jahre), die als betriebstechnische Einrichtungen über das HBFG zu finanzieren sind.

Für die Wartung der Netze wird für die Hochschulen insgesamt ein Mehraufwand von 10 - 15 Millionen DM pro Jahr kalkuliert.

¹ Mai 1987.

99

99