

Hochschulplanung · Band 148

Herausgegeben von der
HIS Hochschul-Informationssystem GmbH

Bernd Vogel
Henrich Fenner
Tim Frerichs

Elektrotechnik und Informationstechnik an Universitäten und Fachhochschulen

Struktur- und Organisationsplanung
Bedarfsplanung
Programmplanung

HIS GmbH
Hannover 2001

Vorwort

Die Reform der Hochschulen ist in vollem Gange. Betroffen hiervon ist auch der Umgang mit den Ressourcen der fachlichen Einrichtungen. Zugleich sind in den Wissenschaften vielfältige Umbrüche in Forschung und Lehre zu beobachten, die eine Aktualisierung des derzeit vorliegenden Planungsmaterials erfordern: Neue Studiengänge und Studienabschlüsse, neue Forschungsschwerpunkte und damit zusammenhängende Arbeitsweisen erfordern es, sich mit den jeweiligen hochschulspezifischen Besonderheiten und Prioritätensetzungen auseinander zu setzen. Differenzierte Planungsinstrumente gewinnen an Bedeutung, die den Ressourcenbedarf eng mit den jeweiligen ortsspezifischen Besonderheiten abstimmen. Parallel hierzu wird die Bedarfsplanung zur Unterstützung neuer Steuerungsmodelle für den Ressourcenbedarf (Flächenmanagement, Budgetierung etc.) eingesetzt.

HIS greift diese Anforderungen auf und hat in den vergangenen Jahren eine Reihe von Grundlagenuntersuchungen vorgelegt, die differenzierte Planungen für verschiedene Wissenschaftsbereiche ermöglichen (Chemie- und Biowissenschaften, Agrarwissenschaften, Maschinenbau). Im Mittelpunkt der Untersuchungen stehen die strukturellen Entwicklungstendenzen in Forschung, Lehre, Organisation und Personal sowie die hieraus resultierenden Konsequenzen für den zukünftigen materiellen Ressourcenbedarf der fachlichen Einrichtungen.

Der vorliegende Untersuchungsbericht zur Elektrotechnik und Informationstechnik an Universitäten und Fachhochschulen gehört in diese Reihe von Grundlagenuntersuchungen, die wichtige Bausteine für einen neuen Ansatz in der Bedarfsplanung darstellen.

Die Erarbeitung dieses Berichtes wäre nicht möglich gewesen ohne die engagierte Unterstützung einer Vielzahl von Kooperationspartnern:

- *Viele Wissenschaftler haben in Gesprächen und durch Besichtigungen ihrer Forschungseinrichtungen wichtige Einblicke in die Arbeitsweise, die Ressourcenausstattung und die Entwicklungstendenzen der Elektrotechnik gegeben.*
- *Planer aus Hochschulen und Bauämtern stellten eine Fülle von Daten und Materialien zur Verfügung.*
- *Der Arbeitskreis "Nutzung und Bedarf" hat wie immer durch seine Diskussionen die Entstehung des Berichtes konstruktiv begleitet.*
- *Eine Redaktionsgruppe, bestehend aus Vertretern der Elektrotechnik, Wissenschaftsministerien und dem Wissenschaftsrat hat abschließend die Entwurfsfassung des Berichtes ausführlich beraten und viele nützliche Hinweise für die Überarbeitung beigesteuert.*

Allen Beteiligten sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

*Dr. Jürgen Ederleh
Geschäftsführer der HIS GmbH*

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	XI
Summary / Zusammenfassung	XV
Einleitung	1
1 Aktuelle Daten zur Elektrotechnik an Universitäten und Fachhochschulen	9
1.1 Studierende	13
1.2 Personal	16
1.3 Fläche	18
1.4 Relationen	20
1.4.1 Universitäten.....	20
1.4.2 Fachhochschulen	22
2 Forschung	25
2.1 Struktur des Fachgebietes Elektrotechnik	26
2.1.1 Systematik.....	26
2.1.2 Arbeitsbereiche.....	28
2.1.3 Übergreifende Arbeitsgebiete	31
2.2 Strukturprofile	32
2.3 Arbeitsweisen	32
2.3.1 Physikalisch-technische Arbeitsweise (Produktionsmaßstab)	34
2.3.2 Physikalisch-technische Arbeitsweise (Labormaßstab).....	34
2.3.3 Physikalisch-chemisch-technische Arbeitsweise (Labormaßstab).....	35
2.3.4 Software-technische Arbeitsweise	35
2.4 Funktionelle Arbeitsabläufe	36
2.4.1 Hallenbezogene Arbeitsabläufe	36
2.4.2 Laborbezogene Arbeitsabläufe	36
2.4.3 Bürobezogene Arbeitsabläufe.....	36
2.5 Arbeitsprofile	37
2.6 Technische Dienstleistungen	38
2.6.1 Werkstätten	38
2.6.2 Netzadministration	39
2.7 Entwicklungstendenzen	40

3 Lehre	43
3.1 Zahl der Studierenden	44
3.1.1 Studienanfängerzahlen	44
3.1.2 Absolventenzahlen	45
3.1.3 Verlaufsquoten der Studienanfängerzahl	46
3.1.4 Einflussfaktoren auf die Zahl der Studierenden	47
3.2 Studienstruktur	48
3.2.1 Studienangebot	48
3.2.2 Studienpläne	50
3.2.3 Studienorganisation	56
3.2.4 Veranstaltungstypen	60
3.2.5 Bemessung der Zahl der Praktikumsplätze im Laborpraktikum	63
3.2.6 Studienstruktur-Modelle	66
3.3 Entwicklungstendenzen	69
4 Organisation und Personal	71
4.1 Organisationsstrukturen	72
4.1.1 Universitäten	72
4.1.2 Fachhochschulen	74
4.2 Personalstruktur	75
4.2.1 Universitäten	75
4.2.2 Fachhochschulen	76
4.3 Personalausstattung	78
4.3.1 Personalbestand an Universitäten und Fachhochschulen	78
4.3.2 Doktoranden	79
4.4 Personalmodelle	80
4.4.1 Universitäten	80
4.4.2 Lehrkapazitäten und Studienplatzzahlen (Universität)	82
4.4.3 Fachhochschulen	84
4.4.4 Lehrkapazitäten und Studienplatzzahlen (Fachhochschule)	86
4.5 Entwicklungstendenzen	88

5 Flächen- und Raumplanung	89
5.1 Nutzungsbereiche	90
5.1.1 Raumprogramm	91
5.1.2 Raumgrößen ausgewählter Neubauten	92
5.2 Raumarten	93
5.2.1 Bürobereich	93
5.2.2 Laborbereich	94
5.2.2.1 Reinraum	97
5.2.2.2 Versuchshallenbereich	99
5.2.3 Lehrbereich	101
5.2.4 Dienstleistungsbereich	102
5.2.5 Lagerbereich	103
5.2.6 Sozialbereich	103
5.2.7 Raumgrößen im Überblick	103
5.3 Entwicklungstendenzen	105
6 Bedarfsmodelle	107
6.1 Arbeitsprofile Universität	107
6.2 Fachbereichsmodelle Universität	115
6.3 Lehrbereichsprofile Fachhochschule	123
6.4 Fachbereichsmodelle Fachhochschule	131
6.5 Bedarfsrelationen	139
6.5.1 Flächenansätze pro Studienplatz	139
6.5.2 Nutzungsprofile	140
6.5.3 Teilflächenwerte für Studierende- und Wissenschaftler	141
6.5.4 Flächenrelationen Wissenschaftler	142
6.5.5 Forschungsbedingter Flächenbedarf an Fachhochschulen	143
6.6 Baukosten	145
7 Planungsschritte: Checkliste	149
 Anhang	
A Fragebogen	A1
B Flächenberechnungen im Lehrbereich	B1
C Literaturverzeichnis	C1
D Stichwortverzeichnis	D1

Abbildungsverzeichnis

Einleitung

Abb. 1	Beispielhafte Verbindungen der Elektrotechnik zu anderen Wissenschaften	2
Abb. 2	Universitäten mit Studienangebot Elektro- und Informationstechnik	5
Abb. 3	Fachhochschulen mit Studienangebot Elektro- und Informationstechnik	6

1 Aktuelle Daten zur Elektrotechnik an Universitäten und Fachhochschulen

Abb. 4	Erhebungsergebnisse Universitäten	11
Abb. 5	Erhebungsergebnisse Fachhochschulen	12
Abb. 6A	Studierende an Universitäten	14
Abb. 6B	Studierende an Fachhochschulen	15
Abb. 7	Hauptnutzfläche und Personal an Universitäten	18
Abb. 8	Hauptnutzfläche und Personal an Fachhochschulen	19
Abb. 9	Statistische Kennwerte für die Universitäten.....	20
Abb. 10	Statistische Kennwerte für die Fachhochschulen.....	22

2 Forschung

Abb. 11	Systematik der Elektrotechnik	27
Abb. 12	Verteilung von Hochschullehrerstellen an Universitäten und Fachhochschulen	33
Abb. 13	Arbeitsweisen in der Elektrotechnik	34
Abb. 14	Arbeitsprofile in der Elektrotechnik	28
Abb. 15	Entwicklungstendenzen in der Forschung	42

3 Lehre

Abb. 16	Entwicklung der Studienanfängerzahlen.....	44
Abb. 17	Entwicklung der Absolventenzahl	45
Abb. 18	Verlaufsquoten der Studienanfängerzahlen.....	46
Abb. 19	Einflussfaktoren auf die Zahl der Studierenden der Elektrotechnik	47
Abb. 20	Entwicklung der Studienanfängerzahlen nach Studienfächern	47
Abb. 21	Studienangebot Elektro- und Informationstechnik.....	49
Abb. 22	Studienplan Diplom-Elektrotechnik der Universität Ulm	51
Abb. 23	Studienplan Diplom-Elektrotechnik der Fachhochschule Fulda	52
Abb. 24	Studienplan Informations- und Medientechnik an der BTU Cottbus	53
Abb. 25	Studienplan Elektrotechnik und Informationstechnik, Fachhochschule München.....	54
Abb. 26	Studienorganisation der Diplomstudiengänge Elektrotechnik	56
Abb. 27	Praktikumsplanung	63
Abb. 28	Bemessung der Praktikumsplätze an Universitäten.....	64
Abb. 29	Bemessung der Praktikumsplätze an Fachhochschulen.....	65
Abb. 30	Studienstruktur-Modell: Universität	67
Abb. 31	Studienstruktur-Modell: Fachhochschule	68

4 Organisation und Personal

Abb. 32	Organisationsvarianten an Universitäten	72
Abb. 33	Organisationsvarianten an Fachhochschulen	74
Abb. 34	Personalstruktur der Elektrotechnik an Universitäten.....	75
Abb. 35	Personalstruktur der Elektrotechnik an Fachhochschulen.....	76
Abb. 36	Personalbestand der Elektrotechnik-Fachbereiche.....	78
Abb. 37	Bemessung der Zahl der Doktoranden	79
Abb. 38	Personal-Modell: Universität.....	81
Abb. 39	Kapazitätsberechnung Universität	83
Abb. 40	Personal-Modellannahmen: Fachhochschule	85
Abb. 41	Kapazitätsberechnung Fachhochschule	87

5 Flächen- und Raumplanung

Abb. 42	Nutzungsbereiche	90
Abb. 43	Raumprogramm	91
Abb. 44	Flächen der Nutzungsbereiche ausgewählter Neubauten an Hochschulen	92
Abb. 45	Reinraum: Zentrum f. Halbleitertechnik und Optoelektronik, Universität Duisburg	98
Abb. 46	Einrichtungsplan der Hochspannungshalle an der BTU Cottbus.....	100
Abb. 47	Beispiele für Raumgrößen und Arbeitsplatzflächen	104

6 Bedarfsmodelle

Abb. 48	Arbeitsprofil 1 (Universität)	108
Abb. 49	Arbeitsprofil 2 (Universität)	109
Abb. 50	Arbeitsprofil 3 (Universität)	110
Abb. 51	Arbeitsprofil 4 (Universität)	111
Abb. 52	Arbeitsprofil 5 (Universität)	112
Abb. 53	Arbeitsprofil 6 (Universität)	113
Abb. 54	Flächenbedarf der Arbeitsprofile (Übersicht).....	114
Abb. 55	Fachbereichsmodell 1 (Universität)	117
Abb. 56	Fachbereichsmodell 2 (Universität)	118
Abb. 57	Fachbereichsmodell 3 (Universität)	119
Abb. 58	Fachbereichsmodell 4 (Universität)	120
Abb. 59	Fachbereichsmodell 2 (Universität) Schwerpunkt Energietechnik und Automatisierungstechnik	121
Abb. 60	Fachbereichsmodell 2 (Universität) Schwerpunkt Informationstechnik und Mikroelektronik	122
Abb. 61	Lehrbereichsprofil 1 (Fachhochschule)	124
Abb. 62	Lehrbereichsprofil 2 (Fachhochschule)	125
Abb. 63	Lehrbereichsprofil 3 (Fachhochschule)	126
Abb. 64	Lehrbereichsprofil 4 (Fachhochschule)	127
Abb. 65	Lehrbereichsprofil 5 (Fachhochschule)	128
Abb. 66	Lehrbereichsprofil 6 (Fachhochschule)	129
Abb. 67	Flächenbedarf der Lehrbereichsprofile (Übersicht)	130
Abb. 68	Fachbereichsmodell 1 (Fachhochschule)	133
Abb. 69	Fachbereichsmodell 2 (Fachhochschule)	134

Abb. 70	Fachbereichsmodell 3 (Fachhochschule)	135
Abb. 71	Fachbereichsmodell 4 (Fachhochschule)	136
Abb. 72	Fachbereichsmodell 2 (Fachhochschule), Schwerpunkt Energietechnik und Automatisierungstechnik	137
Abb. 73	Fachbereichsmodell 2 (Fachhochschule) Schwerpunkt Informationstechnik und Mikroelektronik	138
Abb. 74	Flächenansätze pro Studienplatz.....	139
Abb. 75	Nutzungsprofile der Bedarfsmodelle.....	140
Abb. 76	Differenzierte Flächenansätze pro Studienplatz und pro Wissenschaftler.....	141
Abb. 77	Flächenrelationen Wissenschaftler	143
Abb. 78	Nutzungsbeispiele der Kostenflächenarten.....	145
Abb. 79	Gebäudekosten an Universitäten.....	146
Abb. 80	Gebäudekosten an Fachhochschulen	147

7 Planungsschritte: Checkliste

Abb. 81	Planungsschritte im Überblick	149
---------	-------------------------------------	-----

Summary

For a number of years the field of electrical engineering and information technology has been subject to fundamental changes which are not without their effects on the future resource requirements of institutions of higher education. New focal points of research are being formed, especially in the fields of information technology and microelectronics. Increased interdisciplinary cooperation with other branches of science, such as mechanical engineering, computer science, and also physics, chemistry and, last but not least, medicine, are changing the subjects of research and working methods. As far as the academic programme is concerned, the drastic drop in the number of university entrants, the reforms in the course structure and the organisation of courses of study are the most significant factors in the change in the requirements for resources.

Against the background of these structural changes, planning indicators are currently being developed with regard to the expected future demands for resources within the field of electrical engineering at universities and universities of applied sciences. The term "resources" includes characteristics concerning both the structural and technical provision and equipment, and also their organisation and personnel. Some of the most important results of the survey, which can be used equally for overall planning and detailed planning, are summarized below:

Research: from the point of view of planning, the field of electrical engineering can be divided into four areas of activity: electric energy technology, automation technology, information technology and microelectronics. The demands for resources are determined, above all, by the working methods characteristic of each of the areas of activity. Three important types can be distinguished here: physical-technical, physical-chemical-technical, and software-technical work. Focal points of research offering good future prospects are mainly to be expected in the fields of computer application, communications and the media, microelectronics, and interdisciplinary questions. The increasing opportunities for construction, modelling and simulation with the aid of the computer are permitting the development of research groups which work almost exclusively at the computer.

Teaching: the number of first-year students fell sharply until 1996. At present their number has again reached a level similar to that at the beginning of the Eighties. Accordingly, the number of students graduating will decline until 2002. Reforms within engineering courses are to be found especially in the forms of instruction and in the degrees obtained. Seminar-type teaching and project studies will become more important in the future, so that students can be provided with key qualifications, such as the ability to work in a team and communicative competence. In addition, the introduction of bachelor's and master's degrees will mean that the higher education scene will become more heterogeneous as far as electrical engineering is concerned.

Organisation and personnel: at the universities the most important unit of planning is the professor's research group, while at the universities of applied sciences (Fachhochschulen) it is the subject area or department. At the universities the personnel structure of the individual organisational units is marked, above all, by the non-professorial co-researchers (mainly doctoral candidates). As a result of the drop in the number of first-year students, their numbers will fall markedly until 2002. In order to aid the planning of future academic departments, the report develops model assumptions for personnel at universities and universities of applied sciences.

The planning of space and rooms: the most important types of space required in electrical engineering can be divided into the following fields of use: offices, laboratories, test halls, service areas, storerooms, teaching area and communal rooms. The requirement for test halls is restricted to research groups working in the physical-technical field. Clean rooms are necessary in individual cases when the focal point is on physical-chemical-technical working methods. All the other requirements for floor space that concern buildings or technical facilities are listed in the report.

Requirement models: requirement models are developed for universities and universities of applied sciences which clearly define the future requirements for rooms and floor space. The most significant development trends as far as research, teaching, organisation and room requirements are concerned have been included in these models. Each requirement model consists of the research groups and/or subject areas/departments and the appropriate joint facilities of the academic department. Depending on the profile of a department, the composition of the model may vary. At the universities between 11 m² and 17 m² HNF (DIN 277) is required per student, and at universities of applied sciences this figure is between 11 m² and 15 m² HNF.

Zusammenfassung

Das Fachgebiet Elektrotechnik und Informationstechnik ist seit einigen Jahren grundlegenden Veränderungen ausgesetzt, die nicht ohne Auswirkungen auf den künftigen Ressourcenbedarf der Hochschulen bleiben. Neue Forschungsschwerpunkte bilden sich insbesondere in den Bereichen der Informationstechnik und Mikroelektronik. Verstärkte interdisziplinäre Kooperationen mit anderen Wissenschaftsbereichen wie dem Maschinenbau, der Informatik aber auch mit der Physik, der Chemie und nicht zuletzt der Medizin, verändern die Forschungsthemen und Arbeitsweisen. Im Bereich der Lehre sind es vor allem die drastisch gesunkene Zahl der Studienanfänger, die Reformen der Studienstruktur und die Studienorganisation, die den Ressourcenbedarf verändern.

Vor dem Hintergrund der strukturellen Veränderungen werden Planungshinweise für den künftig zu erwartenden Ressourcenbedarf des Fachgebietes Elektrotechnik an Universitäten und Fachhochschulen entwickelt. Der Begriff der "Ressourcen" umfasst sowohl bauliche und technische als auch organisatorische und personelle Ausstattungsmerkmale. Einige der wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung, die für Gesamtplanungen ebenso wie für Detailplanungen nutzbar sind, werden im Folgenden zusammengefasst:

- **Forschung:** Unter planerischen Gesichtspunkten lässt sich das Fachgebiet Elektrotechnik in vier Arbeitsbereiche einteilen: Elektrische Energietechnik, Automatisierungstechnik, Informationstechnik und Mikroelektronik. Die Ressourcenanforderungen werden vor allem durch die jeweils für den Arbeitsbereich charakteristische Arbeitsweise bestimmt. Drei wichtige Typen lassen sich unterscheiden: physikalisch-technisches, physikalisch-chemisch-technisches und software-technisches Arbeiten. Zukunftssträngige Forschungsschwerpunkte sind vor allem im Bereich der Rechneranwendung, der Nachrichten- und Medientechnik, der Mikroelektronik und interdisziplinären Fragestellungen zu erwarten. Die zunehmenden Anwendungsmöglichkeiten der Konstruktion, Modellierung und Simulation mit Hilfe des Computers lässt Forschungsgruppen entstehen, die nahezu ausschließlich am Rechner arbeiten
- **Lehre:** Die Zahl der Studienanfänger ist bis 1996 stark zurückgegangen. Bis heute hat deren Zahl erst wieder den Stand wie zu Beginn der 80er-Jahre erreicht. Die Zahl der Absolventen wird zeitversetzt bis zum Jahre 2002 entsprechend zurückgehen. Reformen des Ingenieurstudiums zeichnen sich vor allem bei den Lehrformen und den Studienabschlüssen ab. Seminaristischer Unterricht und Projektstudium gewinnen künftig an Bedeutung, um den Studierenden Schlüsselqualifikationen wie Teamfähigkeit und kommunikative Kompetenzen zu vermitteln. Die Einführung von Bachelor- und Masterabschlüssen wird zusätzlich dafür sorgen, dass die Hochschullandschaft in der Elektrotechnik heterogener wird.
- **Organisation und Personal:** Die Forschungsgruppe des Hochschullehrers ist die wichtigste Planungseinheit an den Universitäten - an den Fachhochschulen ist es der Lehrbereich. Die Personalstruktur der einzelnen Organisationseinheiten ist an Universitäten vor allem durch die wissenschaftlichen Mitarbeiter (überwiegend Doktoranden) geprägt. Ihre Zahl wird als Folge der gesunkenen Zahl an Studienanfängern bis zum Jahre 2002 deutlich zurückgehen. Für die Planung künftiger Fachbereiche werden in dem Bericht Personalmodellannahmen für Universitäten und Fachhochschulen entwickelt.
- **Flächen- und Raumplanung:** Die wichtigsten in der Elektrotechnik benötigten Raumarten lassen sich den Nutzungsbereichen Büro, Labor, Versuchshalle, Dienstleistungsbereich, Lager, Lehrbereich und Sozialräume zu ordnen. Der Bedarf an Versuchshallen beschränkt sich auf physikalisch-technisch arbeitende Forschungsgruppen. Reinräume sind bei der Schwerpunktsetzung auf physikalisch-chemisch-technische Arbeitsweisen im Einzelfall notwendig. Alle übrigen baulich-technischen Raumanforderungen sind im Bericht aufgeführt.
- **Bedarfsmodelle:** Für Universitäten und Fachhochschulen werden Bedarfsmodelle entwickelt, die den zukünftigen Raum- und Flächenbedarf deutlich werden lassen. Die bedeutsamsten Entwicklungstendenzen aus Forschung, Lehre, Organisation und Raumanforderung sind in diese Modelle eingearbeitet. Jedes Bedarfsmodell setzt sich aus den Forschungsgruppen bzw. Lehrbereichen und zugehörigen gemeinsamen Einrichtungen des Fachbereiches zusammen. Je nach Profil eines Fachbereiches kann die Zusammensetzung unterschiedlich ausfallen. Pro Studienplatz werden an Universitäten 11 m² bis 17 m² HNF und an Fachhochschulen 11 m² bis 15 m² HNF benötigt.

Einleitung

Das Fachgebiet Elektrotechnik unterliegt einem tiefgreifenden Prozess der Umstrukturierung, der sowohl die Forschung als auch die Lehre betrifft: Forschungsschwerpunkte wandeln sich in Richtung Informations- und Mikrotechnik; interdisziplinäre Kontakte mit benachbarten Fächern modifizieren die Forschungsthemen und die damit verbundenen Arbeitsweisen. Gleichzeitig musste die Elektrotechnik in den vergangenen Jahren einen deutlichen Rückgang der Studienanfängerzahlen verkraften. Hinzu kommen Reformen in der Struktur des Studiums, vor allem die Einführung von Bachelor- und Masterabschlüssen.

Diese und weitere Veränderungen bleiben nicht ohne Auswirkungen auf den Ressourcenbedarf. Ziel der vorliegenden HIS-Untersuchung ist es, Planungshinweise für den zukünftig zu erwartenden Ressourcenbedarf des Fachgebietes Elektrotechnik an Universitäten und Fachhochschulen zu entwickeln. Der Begriff "Ressourcen" wird dabei weit gefasst und betrifft sowohl bauliche und technische Aspekte als auch organisatorische und personelle Strukturen.

Zur Aktualität des Themas

Mit dem Rückgang der Studienanfängerzahlen seit Ende der 80er Jahre hat sich die Auslastung der Fachbereiche für Elektrotechnik deutlich verringert. Gleichzeitig wird seit Jahren auf den Bedarf an Elektrotechnik-Ingenieuren in der Industrie hingewiesen, der durch die sinkenden Absolventenzahlen nicht mehr abgedeckt werden könne. In der öffentlichen Diskussion wird vor allem der Mangel an Informatikern wahrgenommen, auf den mit einer Greencard-Regelung reagiert wurde. Diese Regelung ermöglicht es Unternehmen, ausländische Fachkräfte befristet zu beschäftigen, um den Mangel an einheimischen Experten zu kompensieren. Zur Computerbranche gehört jedoch nicht nur die Informatik, sondern auch die Elektrotechnik. Auch hier wäre dringend eine öffentliche Diskussion über den Fachkräftemangel an Ingenieuren und die möglichen Konsequenzen erforderlich.

Die Ingenieurwissenschaften generell und die Elektrotechnik speziell stehen vor der Aufgabe, das bisherige Studium den quantitativ und qualitativ veränderten beruflichen Anforderungen anzupassen. Die Veränderung der Studienstruktur (neue Bachelor- und Master-Abschlüsse, Internationalisierung des Studiums etc.) betrifft auch Veränderungen der Studieninhalte und Lehrformen. Die Förderung einer vernetzten Denkweise für Probleme und Produkte der Elektrotechnik wird neben der Vermittlung des Fachwissens immer wichtiger. Dazu gehört beispielsweise, die Vermittlung von Fremdsprachenkenntnissen oder von sogenannten "soft skills" (Teamfähigkeit, Persönlichkeit, soziale Kompetenz etc.) stärker in den Studienplänen zu berücksichtigen. Nicht zuletzt gewinnen fachübergreifende Themen aus der Betriebswirtschaft (Marketing), aus der Psychologie (Verkaufsförderung), aus den Sozialwissenschaften (Arbeits- und Betriebsorganisation) und Jura (Vertrags- und Patentrecht) an Bedeutung. Zusätzlich versuchen die Hochschulen, dem Dilemma sinkender Studierendenzahlen bei gleichzeitig hoher Personalnachfrage durch die Industrie dadurch zu begegnen, dass innovative Themen in den Vordergrund gerückt werden, um die Attraktivität des Studiums zu erhöhen.

Im Bereich der Forschung verlagern sich nicht nur die Forschungsschwerpunkte; neue Arbeitsweisen prägen den Charakter der Elektrotechnik. Zwar gibt es nach wie vor großmaßstäbliche elektrotechnische Systeme, wie beispielsweise in der Energietechnik, doch zunehmend werden elektronische Bauteile miniaturisiert. Viele Arbeitsprozesse, die früher große Labore und Hallen notwendig machten, lassen sich heute durch Software nachbilden und in ihrem Verlauf am Rechner simulie-

ren. Der Anteil des traditionellen experimentellen Arbeitens wird sich weiter verändern, aber nicht überflüssig werden.

Die Gestaltung dieser Umbruchsituation in Forschung und Lehre der Elektrotechnik kann nur mit umfangreichen Strukturveränderungen gelingen. HIS möchte mit der vorliegenden Untersuchung eine Planungshilfe bereitstellen, die diese Prozesse mit Blick auf die Ressourcenplanung sinnvoll begleiten kann.

Interdisziplinarität

Die Elektrotechnik arbeitet an der Schnittstelle von Hardware und Software, sie weist daher eine Vielzahl von inhaltlichen Überschneidungen zu anderen Wissenschaftsbereichen auf. In der Lehre zeigt sich dies bei der Einbeziehung der Naturwissenschaften, Mathematik und Informatik. In der Forschung gewinnen interdisziplinäre Projekte an Bedeutung. Besonders enge Verbindungen ergeben sich zu den Fachgebieten Maschinenbau, Physik und Informatik. Interdisziplinäre Kontakte haben sich aber auch zu technikferneren Gebieten wie beispielsweise zur Medizin (Medizintechnik) oder Chemie herausgebildet.

So stellt beispielsweise die Energie und Automatisierungstechnik ein gemeinsames Arbeitsfeld von Elektrotechnik und Maschinenbau dar. Der Anteil an elektro- und softwaretechnischen Komponenten in Produkten des Maschinenbaus steigt, eine Kooperation beider Bereiche scheint daher mehr und mehr erforderlich.

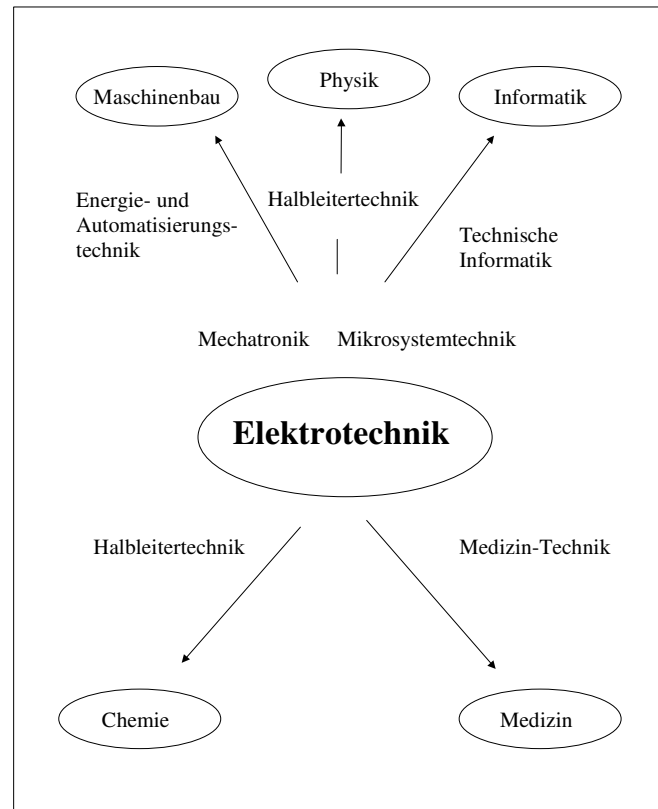


Abb. 1 Beispielhafte Verbindungen der Elektrotechnik zu anderen Wissenschaften

Erkenntnisse aus den naturwissenschaftlichen Fächern (Mathematik, Physik und Chemie) sind traditionell grundlegend für die elektrotechnische Forschung. Aber auch auf wichtigen neuen Forschungsfeldern wie etwa der Mikro- und Nanotechnik bestehen enge Kontakte zu Physik und Chemie. Dieses Fachgebiet, das sich mit der Beschaffenheit von Halbleitern und der Konfigurierung neuer Materialien im atomaren Bereich beschäftigt, ist auf die physikalische Grundlagenforschung angewiesen und arbeitet mit physikalischen und chemischen Methoden.

Enge Verbindungen der Elektrotechnik zur Medizin ergeben sich auf dem Forschungsfeld der Medizintechnik. Hier werden beispielsweise elektronische und elektromechanische Hilfsmittel zur Unterstützung und Wiederherstellung defekter Funktionen des menschlichen Körpers entwickelt. Dazu gehören Hörgeräte und Herzschrittmacher ebenso wie Mess- und Regelungssysteme für Diabetiker sowie technische Prothesen, die immer besser ihren biologischen Vorbildern angepasst werden können. Aus der gemeinsamen Forschung entstehen neue Verfahren, angefangen bei der

medizinischen Diagnose (Ultraschalldiagnose, Computertomographie) bis hin zu Operationsrobotern, die computergesteuert punktgenaue Eingriffe vornehmen können.

Die Informationstechnik, also die Erfassung, Verarbeitung und Weiterleitung von Informationen, nimmt mehr und mehr eine entscheidende Rolle innerhalb der Elektrotechnik ein. Dies hat seine Ursache in den schnellen Erfolgen der Mikroelektronik, die immer größere Anwendungsbereiche der Rechnertechnik eröffnet. Als Folge entstehen gemeinsame Arbeitsgebiete mit der Informatik. Die Methoden, die in diesem Arbeitsbereich angewandt werden, stammen sowohl aus der Elektrotechnik als auch aus der Informatik. Technische Informatik ist für beide Seiten ein Gebiet anwendungsorientierter Forschung geworden. Um diesen veränderten Bedingungen Rechnung zu tragen, haben sich zwischenzeitlich viele Fachbereiche der Elektrotechnik umbenannt in "Elektrotechnik und Informationstechnik".

In der Mikroelektronik verbinden sich Elemente aus dem Maschinenbau, der Physik und der Informatik mit der Elektrotechnik. Hier gibt es zunehmend interdisziplinäre Projekte, in denen die Grundlagenforschung aus Physik und Informatik in technischen Anwendungen genutzt wird, um elektrotechnische Komponenten zu konstruieren.

Die inhaltlichen Überschneidungen der Elektrotechnik mit anderen Wissenschaften haben zu interdisziplinär ausgerichteten Forschungsgruppen und Studiengängen geführt, von denen die Mechatronik als ein wichtiges Beispiel herausgegriffen sei: Die Mechatronik ist ein sehr junges interdisziplinäres Fachgebiet der Ingenieurwissenschaften, welches auf den Grundlagenfächern der Elektrotechnik, des Maschinenbaus und der Informatik aufbaut. Letztlich geht es um die Entwicklung und den Bau mikromechanischer Teile in Verknüpfung mit elektronischen Elementen. Typische Anwendungsbereiche der Mechatronik finden sich in der Automatisierungstechnik, Fahrzeug- und Luftfahrttechnik sowie in der Mikrotechnik. Mechatronische Systeme finden sich beispielsweise bei sensorgeführten Robotern, bei Anti-Blockier-Systemen (ABS) und Elektronischen Stabilitätsprogrammen (ESP) in Fahrzeugen sowie bei Forschungs- oder Kommunikationssatelliten, CD- oder Festplatten-Laufwerken.

Bedarfsplanung

Das Instrumentarium, mit dessen Hilfe der zukünftige Ressourcenbedarf der Elektrotechnik in der vorliegenden Untersuchung abgeschätzt wird, ist die Bedarfsplanung. Bedarfsplanung bedeutet, die Anforderungen von Nutzern in ressourcenbezogene Konzepte zu übersetzen. Eine moderne Bedarfsplanung muss auf qualitative und strukturelle Zusammenhänge eingehen, um daraus bauliche, technische, organisatorische und personelle Anforderungen ableiten zu können. Bedarfsplanung, wie sie im vorliegenden Bericht verstanden wird, bezieht explizit Strukturentwicklungen in Forschung und Lehre ein. Es gilt, strukturelle Entwicklungstendenzen zu interpretieren und für zukünftige Planungsvorhaben ressourcenbezogen zu operationalisieren. In einer integrierenden Sichtweise werden organisatorische und personelle Aspekte zu baulichen und technischen Fragen in Beziehung gesetzt. Bestandteil des integrativen Konzeptes sind:

- Identifizierung von strukturellen Entwicklungstendenzen in Forschung und Lehre
- Analyse organisatorischer und personeller Voraussetzungen
- Interpretation der strukturellen Voraussetzungen für baulich-technische Planungskonzepte
- Operationalisierung der Planungskonzepte in konkrete Flächenbemessungen und Raumprogramme

Die Ergebnisse des vorliegenden Berichtes sollen sowohl für überschlägige Planungen als auch für Detailplanungen, für Neubauplanungen ebenso wie für Umstrukturierungen herangezogen werden können. Durch ein Set von Planungsbausteinen, die für unterschiedliche Anforderungen angepasst werden können, sollen sowohl Detailplanungen wie auch Umstrukturierungen unterstützt werden. Gleichzeitig gilt es, überschlägige Planungshinweise - etwa den Flächenansatz pro Studienplatz - zu aktualisieren und den neuen Gegebenheiten anzupassen. Den Hochschulplanern werden Hinweise und Werkzeuge an die Hand gegeben, die es ihnen erlauben, standortspezifische Lösungsmöglichkeiten für Planungsaufgaben in der Elektrotechnik zu erarbeiten.

Durchführung

Als Gegenstand der vorliegenden Untersuchung wird im Folgenden die Elektrotechnik herangezogen, soweit sie die Arbeitsbereiche Elektrische Energietechnik, Automatisierungstechnik, Informationstechnik und Mikroelektronik umfasst. Zum Maschinenbau hat HIS bereits einen gesonderten Bericht vorgelegt (Vogel/Frerichs 1999).

Die Grundlagenuntersuchung zur Elektrotechnik wurde im September 1999 begonnen. Als erster Schritt wurden die Hochschulen ermittelt, an denen ein einschlägiger Studiengang angeboten wird. Die Recherche ergab, dass insgesamt 32 Hochschulen ein universitäres Studium sowie 79 Hochschulen ein Fachhochschulstudium im Bereich Elektrotechnik und Informationstechnik anbieten. Eine Reihe von Hochschulen (Gesamthochschulen, Universität der Bundeswehr München, Universität Paderborn) bieten sowohl ein universitäres als auch ein Fachhochschulstudium an. Die folgenden Abbildungen 2 und 3 zeigen alle einschlägigen Hochschulen mit Zuordnung zum jeweiligen Bundesland.

Den Hochschulen wurde im November 1999 ein Fragebogen (vgl. Anhang A) übersandt, in dem Daten zur Zahl der Studierenden, des Personals sowie zur Flächenausstattung der Fachbereiche im Studienjahr 1999 abgefragt wurden. Die Ergebnisse dieser Erhebung sind im folgenden Kapitel 1 dargestellt.

Weiterhin wurden Daten über geplante oder abgeschlossene Bauvorhaben der Elektrotechnik-Fachbereiche erhoben. Vorrangig an diesen Standorten wurden Expertengespräche mit Wissenschaftlern geführt, um den aktuellen Stand und die zukünftigen Entwicklungen der Arbeitsweisen, der Lehrformen und Organisationsstrukturen in den einzelnen Arbeitsbereichen der Elektrotechnik kennen zu lernen. Die Ergebnisse dieser Gespräche wurden systematisch ausgewertet, zusammengestellt und im Hinblick auf den Ressourcenbedarf des Faches Elektrotechnik analysiert.



Abb. 2 Universitäten mit Studienangebot Elektro- und Informationstechnik
(Stand: Wintersemester 1999/2000)

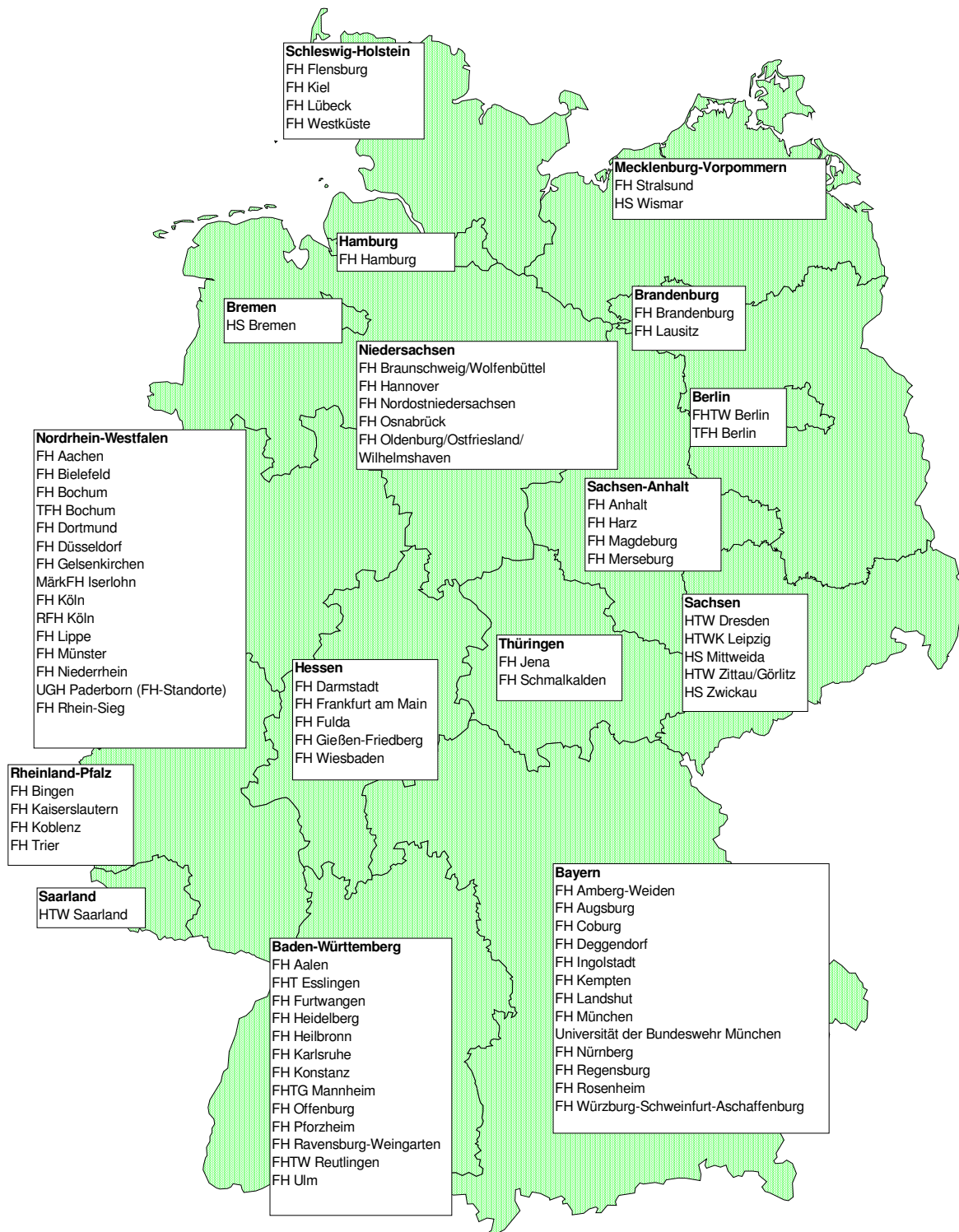


Abb. 3 Fachhochschulen mit Studiengang Elektro- und Informationstechnik
(Stand: Wintersemester 1999/2000)

Struktur des Berichtes

Im **1. Kapitel** "Aktuelle Daten" werden die Ergebnisse der von HIS durchgeführten Erhebung vorgestellt. Dargelegt wird ein Überblick zum aktuellen Bestand an Studierenden, Personal und Fläche der Elektrotechnik-Fachbereiche an Universitäten und Fachhochschulen.

Das **2. Kapitel** "Forschung" systematisiert das Fachgebiet Elektrotechnik und strukturiert die vielfältigen Forschungsfelder nach ihren vorherrschenden Arbeitsweisen. Auf diese Weise wird für Planungszwecke eine Typologie der Elektrotechnik und ihrer profilbildenden Arbeitsweisen entwickelt. Außerdem werden die wichtigsten Forschungstendenzen diskutiert.

Im **3. Kapitel** "Lehre" wird erläutert, welche Faktoren den Ressourcenbedarf aus der Sicht der Lehre beeinflussen. Die Entwicklung der Studierendenzahlen der vergangenen Jahre wird summarisch dargelegt. Anschließend werden strukturelle Aspekte der Lehre diskutiert, besonders die Studienorganisation, die Studieninhalte, die Lehrformen und die neuen Studienabschlüsse (Bachelor und Master). Die Ausführungen zur Lehre werden in der Konstruktion von Strukturmodellen für Studienangebote an Universitäten und Fachhochschulen zusammengeführt. Diese Strukturmodelle werden im weiteren Verlauf der Untersuchung als Grundlage für die Bildung von Flächenmodellen herangezogen.

Im **4. Kapitel** "Organisation und Personal" wird die Frage behandelt, welche Organisations- und Personalstrukturen an den Universitäten und Fachhochschulen zu finden sind und welche Rolle sie für die Flächen- und Raumplanung in der Elektrotechnik spielen? Dabei stehen zunächst die unterschiedlichen Planungsebenen "Fachbereich" und "Forschungsgruppe" (Universität) bzw. "Lehrbereich" (Fachhochschule) im Vordergrund. Die verschiedenen Überlegungen zu Organisation und Personal werden abschließend in Personalmodellen zusammengeführt.

Das **5. Kapitel** "Flächen- und Raumplanung" widmet sich baulich-technischen Ausstattungsfragen. Es werden einzelne Nutzungsbereiche und Raumarten erläutert, die für die Elektrotechnik von Belang sind. In diesem Abschnitt finden sich außerdem Hinweise zur Funktion der einzelnen Raumarten sowie zu Flächenansätzen, die für diese Räume sinnvoll erscheinen.

Im **6. Kapitel** "Bedarfsmodelle" werden die Überlegungen und Ergebnisse der vorangegangenen Kapitel zu Modellen verbunden. Es werden Planungsbausteine für verschiedene Forschungsgruppen an Universitäten bzw. Lehrbereiche an Fachhochschulen entwickelt. Anschließend wird veranschaulicht, wie hieraus beispielhaft komplette Elektrotechnik-Fachbereiche zusammengesetzt werden können. Diese Fachbereichsmodelle illustrieren, wie sich die zukünftig zu erwartenden strukturellen Entwicklungstendenzen im Flächen- und Raumbedarf niederschlagen.

Abschließend werden im **7. Kapitel** "Planungsschritte: Checkliste" die Ergebnisse der Untersuchung zusammengefasst. Hier sind die wesentlichen Planungsschritte und die dazugehörigen Ergebnisse der Untersuchung zusammengestellt. Verweise auf die einschlägigen Kapitel erleichtern das Auffinden der jeweiligen Themen im Untersuchungsbericht.

1 Aktuelle Daten zur Elektrotechnik an Universitäten und Fachhochschulen

Die Beantwortung der Frage nach dem zukünftigen Ressourcenbedarf der Elektrotechnik an Universitäten und Fachhochschulen erfordert zunächst einen Einblick in die aktuelle Situation. Es wurden für das Studienjahr 1999¹ an den Hochschulen, die einen Studiengang Elektrotechnik anbieten, Daten erhoben. Die Auswertung der empirischen Materials verfolgt zwei Ziele:

- Erstens sollen die wichtigsten Basisdaten über Personal, Studierende und Flächen zusammengestellt werden, um einen Einblick in den Gesamtbestand der Elektrotechnik sowie dessen Verteilung auf die Bundesländer zu gewinnen.
- Zweitens sollen die gewonnenen Daten im Verlauf der weiteren Untersuchung als Hintergrundmaterial zur Einschätzung und Interpretation des zukünftigen Bedarfs dienen.

Datengrundlage der HIS-Erhebung

Insgesamt existieren derzeit 32 Universitäten und 79 Fachhochschulen mit einem Studienangebot in Elektrotechnik. Aus der Erhebung wurden einige Standorte ausgenommen, da hier besondere Bedingungen herrschen, die mit anderen Hochschulen schlecht vergleichbar sind:

- Die Universitäten der Bundeswehr in Hamburg und München, die zurzeit nur Offiziersanwärtern offen stehen
- Die Fernuniversität Hagen, die einen vergleichsweise geringen Bedarf an Lehrfläche hat und gleichzeitig sehr viele Studierende ausbildet
- Drei private Fachhochschulen (TFH Bochum, RFH Köln, FH Heidelberg)
- Die Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt-Aschaffenburg hat keine Daten übermittelt. Zudem ist die Fachhochschule Aschaffenburg mit einem Fachbereich Ingenieurwissenschaften und einem Studiengang Elektrotechnik aus dem Verbund der drei Fachhochschulen ausgeschieden und seit dem 1. Oktober 2000 eine selbständige Einrichtung.

Insgesamt wurden die folgenden Angaben von 29 Universitäten und 75 Fachhochschulen für diese Untersuchung ausgewertet:

- Studienanfänger, Studierende und Absolventen getrennt nach Studiengängen und Abschlüssen
- Personal (Stellen und Personen) differenziert nach Personalgruppen und Finanzierungsform (Haushalt oder Drittmittel)
- Gesamtfläche der betreffenden Fachbereiche
- Bauliche und organisatorische Veränderungen in den Fachbereichen

Mit der Befragung waren an einigen Hochschulen mehrere Fachbereiche angesprochen, wenn diese gemeinsam wesentliche Teile des Elektrotechnik-Studiums erbringen. An den Universitäten war dies nur an der TU Ilmenau der Fall. Die 29 universitären Fachbereiche, die in der Erhebung berücksichtigt wurden, führen derzeit folgende Bezeichnungen:

- 7 Fachbereiche bzw. Fakultäten für Elektrotechnik
- 12 Fachbereiche bzw. Fakultäten für Elektrotechnik und Informationstechnik
- 10 Fachbereiche bzw. Fakultäten, in denen weitere Einheiten integriert sind:
 - Technische Fakultät (Universität Erlangen-Nürnberg und Universität Kiel)
 - Ingenieurwissenschaften (Universität Ulm)

¹ Studienanfänger im SS 1999 und WS 1999/2000 zusammen. Studierende im WS 1999/2000. Absolventen im WS 1998/1999 und SS 1999 zusammen.

- Maschinenbau, Elektrotechnik und Wirtschaftsingenieurwesen (BTU Cottbus)
- Physik und Elektrotechnik (Universität Bremen / Universität des Saarlandes)
- Elektrotechnik und Informatik (Universität GH Siegen)
- Angewandte Wissenschaften (Universität Freiburg)
- Informatik und Automatisierung (TU Ilmenau)
- ohne Fachbereichszuordnung (TU Hamburg-Harburg)

An den Fachhochschulen ergibt sich ein wesentlich inhomogeneres Bild. An den 75 Fachhochschulen, die in die Erhebung einbezogen wurden, gab es 89 Fachbereiche mit Studienangeboten aus der Elektrotechnik. Dabei handelt es sich um:

- 40 Fachbereiche für Elektrotechnik
- 10 Fachbereiche für Elektrotechnik und Informatik
- 6 Fachbereiche für Elektrotechnik und Informationstechnik
- 5 Fachbereiche für Nachrichtentechnik
- 4 Fachbereiche für elektrische Energietechnik
- 24 Fachbereiche mit anderen Bezeichnungen, darunter
 - 7 Fachbereiche mit mehreren ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen
 - 8 Fachbereiche mit informationstechnischem Schwerpunkt
 - 4 Fachbereiche mit Schwerpunkt Automatisierungstechnik
 - 2 Fachbereiche mit Schwerpunkt Energietechnik
 - 3 Fachbereiche mit Schwerpunkt Mechatronik

Bei der Auswertung wurden nur Studiengänge berücksichtigt, die überwiegend von einem elektrotechnischen Fachbereich angeboten werden. Studiengänge für das Lehramt und interdisziplinäre Studiengänge (z. B. das Wirtschaftsingenieurwesen oder die informationstechnischen Studiengänge, an denen Informatik-Fachbereiche beteiligt sind) sind nicht berücksichtigt. Weiterhin werden Kurzzeitstudiengänge (Bachelor, Master, Weiterbildung etc.) zwar in der vorliegenden Untersuchung behandelt, zur besseren Vergleichbarkeit in der Statistik aber nicht berücksichtigt. An den Universitäten wurden folgende Studiengänge einbezogen:

- 24 Diplom-Studiengänge Elektrotechnik, darunter 6 gestufte Studiengänge mit Diplom I und II
- 4 Diplom-Studiengänge Elektrotechnik und Informationstechnik
- 1 Diplom-Studiengang Mikrosystemtechnik (Universität Freiburg)
- 8 informationstechnische Studiengänge, die als Zusatzangebot von einigen Fachbereichen angeboten werden (Uni Rostock, Uni Hannover, Uni Dortmund, UGH Duisburg, UGH Siegen, Uni Kaiserslautern, TU Chemnitz, Uni Magdeburg)

An den Fachhochschulen wurden folgende Studiengänge einbezogen:

- 58 Studiengänge der Elektrotechnik
- 6 Studiengänge der Nachrichtentechnik
- 7 Studiengänge der Technischen Informatik
- 6 Studiengänge der Automatisierungstechnik
- 61 weitere spezielle Studiengänge, darunter
 - 43 Studiengänge aus dem Bereich Informations-, Kommunikations- und Medientechnik
 - 9 Studiengänge aus dem Bereich Energietechnik
 - 5 Studiengänge aus dem Bereich Automatisierungstechnik und Mechatronik
 - 3 international ausgerichtete allgemeine Elektrotechnik-Studiengänge
 - 1 Studiengang Biomedizinische Technik

Die Abbildungen 4 und 5 geben einen Überblick über einige Ergebnisse aus der HIS-Erhebung für das Studienjahr 1999. Die Daten wurden für jedes Bundesland zusammengefasst sowie für Universitäten und Fachhochschulen getrennt dargestellt.

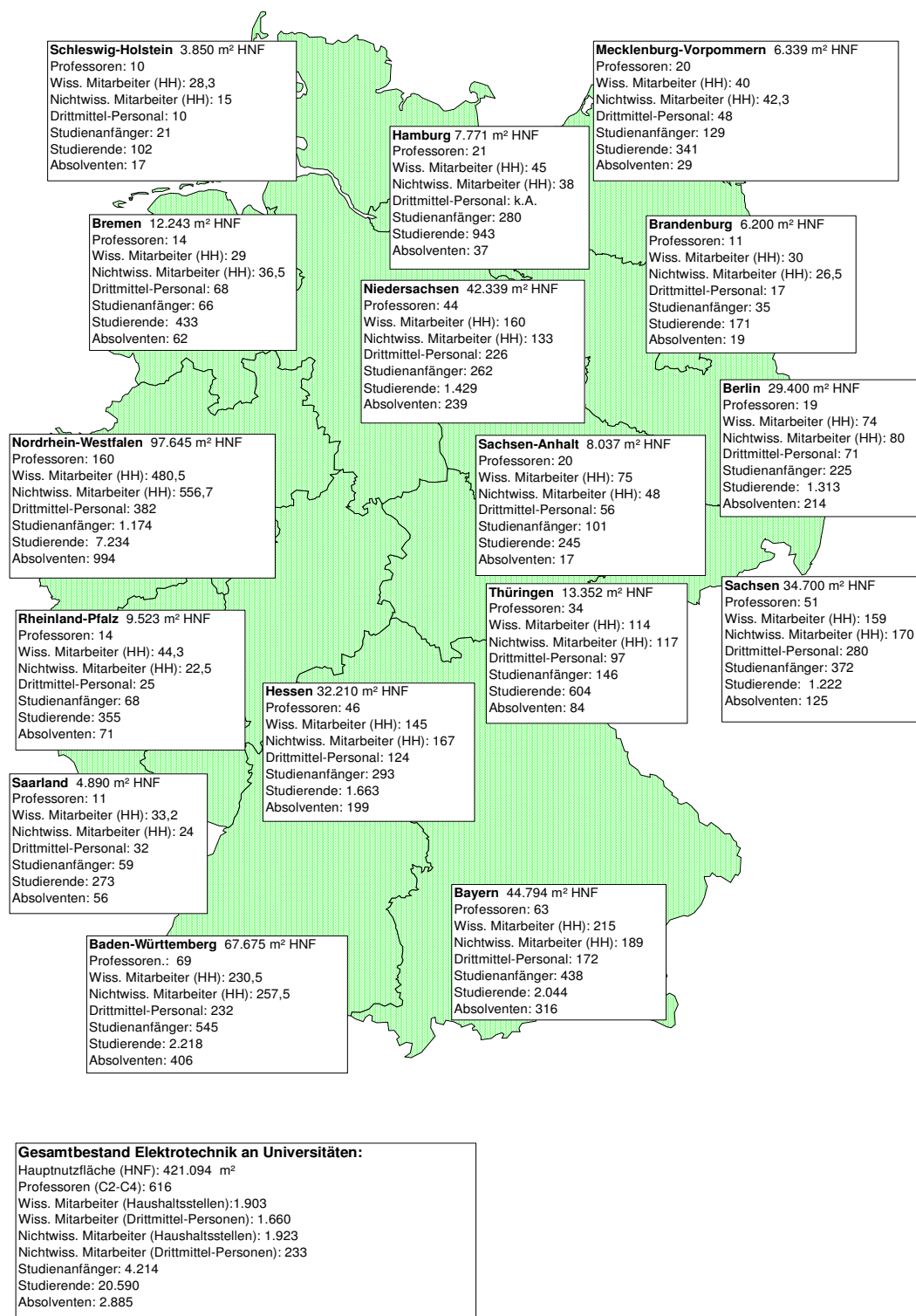
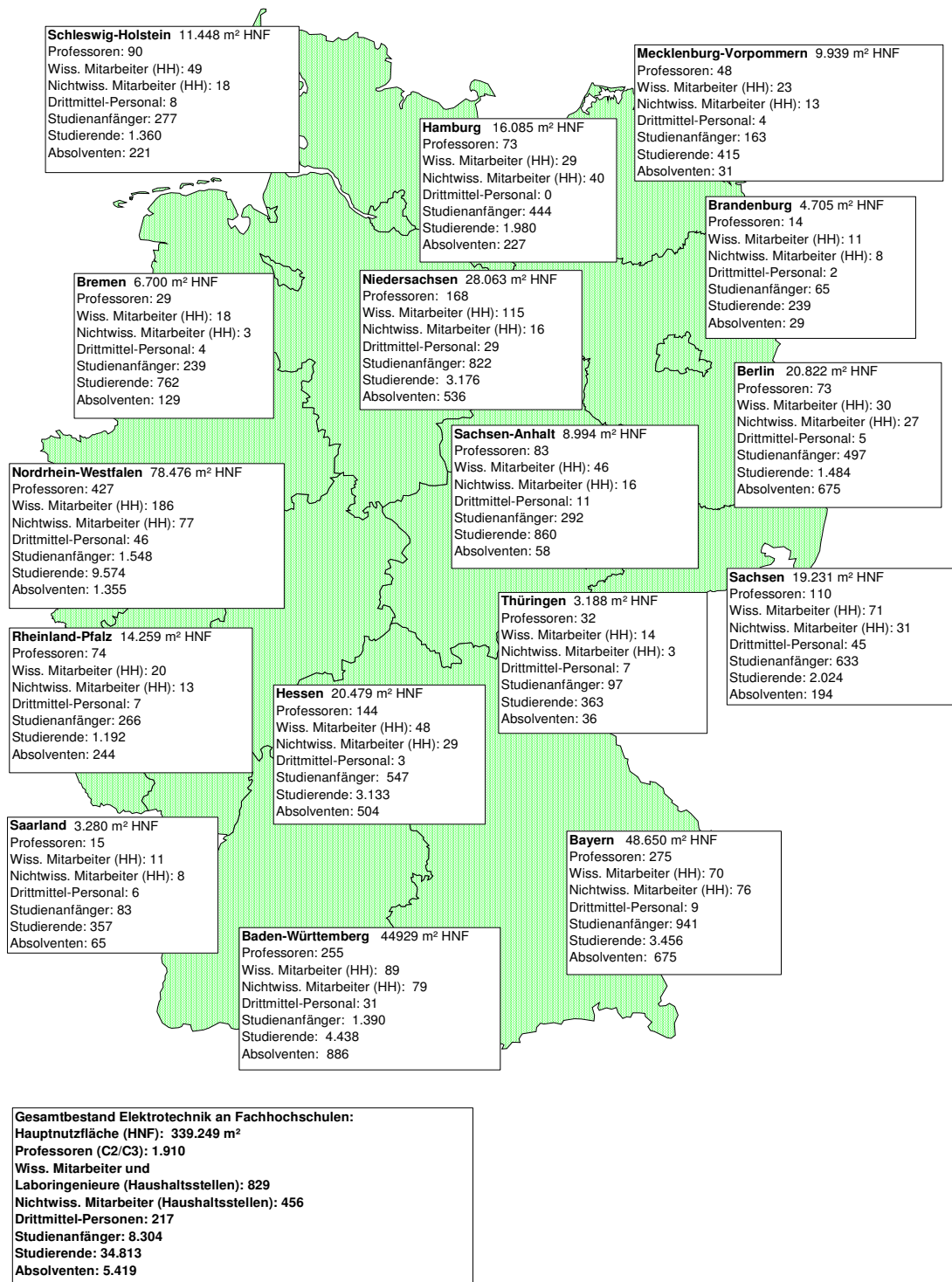


Abb. 4 Erhebungsergebnisse Universitäten (Stand Wintersemester 1999/2000)



* Für das Bundesland Bayern fehlen die Angaben der FH Würzburg-Schweinfurt-Aschaffenburg

Abb. 5 Erhebungsergebnisse Fachhochschulen (Stand Wintersemester 1999/2000)

1.1 Studierende

Abbildungen 6A und 6B zeigen den Bestand an Studierenden, Studienanfängern und Absolventen der Studiengänge Elektrotechnik in den Bundesländern.

Studierende an Universitäten

Insgesamt haben im Wintersemester 1999/2000 20.590 Studierende in den Studiengängen der Elektrotechnik studiert. Mehr als die Hälfte davon sind an den Universitäten der drei Bundesländer Nordrhein-Westfalen (35,1%), Baden-Württemberg (10,8%) und Bayern (9,9%) eingeschrieben.

Aus dem Vergleich der Studierendenzahlen der einzelnen Bundesländer mit ihren Bevölkerungsanteilen ergeben sich Abweichungen. In Nordrhein-Westfalen mit einem Bevölkerungsanteil von 21,9% studieren 35,1% aller Studierenden der Elektrotechnik. Ähnliche Abweichungen nach oben finden sich in den Stadtstaaten Hamburg und Bremen. Abweichungen nach unten ergeben sich aus diesem Vergleich für die Bundesländer Bayern, Baden-Württemberg sowie Niedersachsen und Schleswig-Holstein. In den neuen Bundesländern (ohne Berlin) beträgt der Anteil der Studierenden 12,5%. Er liegt damit deutlich unter dem Bevölkerungsanteil (17,2%). Jeder dritte Studierende in den neuen Bundesländern ist an einer Universität in Sachsen eingeschrieben.

Beim Vergleich der Zahlen der Studienanfänger mit den Gesamtzahlen der Studierenden sind gewisse Verschiebungen festzustellen. In Baden-Württemberg (12,9%) und Bayern (10,9%) ebenso wie in Sachsen (8,8%) und Hamburg (6,6%) ist der Anteil der Studienanfänger höher als der Anteil der Studierenden insgesamt. Am deutlichsten gesunken ist der Anteil der Studienanfänger gegenüber dem Anteil der Studierenden insgesamt in Nordrhein-Westfalen (27,9%). Auch die Universitätsstandorte in Berlin, Hessen und Niedersachsen haben einen niedrigeren Anteil bei den Anfängerzahlen zu verzeichnen.

Im Studienjahr 1999 beendeten insgesamt 2.885 Studierende das Studium mit einem Diplomabschluss. Fast jeder zweite Absolvent kommt aus den Bundesländern Nordrhein-Westfalen (34,5%), Baden-Württemberg (14,1%) und Bayern (11,0%). Der Anteil der Absolventen in den neuen Bundesländern (ohne Berlin) liegt bei 9,5%.

Bachelor- und Masterstudiengänge:

Für das Studienjahr 1999 wurden von den Universitäten 510 Studierende und von den Fachhochschulen 389 Studierende in Bachelor- und Masterstudiengängen gemeldet. Im gleichen Zeitraum legten 146 Absolventen (Universität: 98; Fachhochschule: 48) einen Bachelor- oder Masterabschluss ab. Damit liegt der Anteil von Studierenden in den neuen Studiengängen gegenüber denen mit Studienziel Diplom bei unter 2%. Besonders viele Studierende zog der neue Bachelor- und Masterstudiengang Informations- und Medientechnik an der BTU Cottbus an, der bereits im ersten Jahr 118 Studienanfänger verzeichnen konnte.

Zu Beginn des WS 2000/2001 werden an Universitäten 10 Bachelor- und 23 Masterstudiengänge (davon 11 als Aufbaustudium), an Fachhochschulen 15 Bachelor- und 34 Masterstudiengänge (davon 24 als Aufbaustudium) angeboten.

Frauen in der Elektrotechnik:

Zur Steigerung der Studierendenzahlen wird verstärkt bei jungen Frauen darum geworben, ein Studium in den Ingenieurwissenschaften zu beginnen. Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes hat der Frauenanteil in der Elektrotechnik bei der Zahl der Studierenden im 1. Hochschulsemester für Fachhochschulen und Universitäten im Zeitraum von 1993 bis 1998 von 4,3% auf 7,6% zugenommen. Dabei wuchs der Frauenanteil an den Studiengängen der Universitäten von 5,6% auf 9,0% während er sich an den Fachhochschulen von 3,3% auf 6,6% steigerte. Ihr Anteil an der Zahl der Hochschulabsolventen (Diplom) blieb nahezu konstant zwischen 2% und 2,5%. An den Universitäten lag ihr Anteil unter 1%, an den Fachhochschulen bei ca. 3% (Diplom).

Bundesland (Bevölkerungsanteil)	Universitäten					
	Studierende gesamt	(%)	Studienanfänger (1.Fachsem.)	(%)	Absolventen Gesamt	(%)
Baden-Württemberg (12,7%)	2.218	10,8%	545	12,9%	406	14,1%
Bayern (14,7%)	2.044	9,9%	438	10,4%	316	11,0%
Berlin (4,1%)	1.313	6,4%	225	5,3%	214	7,4%
Brandenburg (3,2%)	171	0,8%	35	0,8%	19	0,7%
Bremen (0,8%)	433	2,1%	66	1,6%	62	2,1%
Hamburg (2,1%)	943	4,6%	280	6,6%	37	1,3%
Hessen (7,4%)	1.663	8,1%	293	7,0%	199	6,9%
Mecklenburg-Vorpommern (2,2%)	341	1,7%	129	3,1%	29	1,0%
Niedersachsen (9,6%)	1.429	6,9%	262	6,2%	239	8,3%
Nordrhein-Westfalen (21,9%)	7.234	35,1%	1.174	27,9%	994	34,5%
Rheinland-Pfalz (4,9%)	355	1,7%	68	1,6%	71	2,5%
Saarland (1,3%)	273	1,3%	59	1,4%	56	1,9%
Sachsen (5,5%)	1.222	5,9%	372	8,8%	125	4,3%
Sachsen-Anhalt (3,3%)	245	1,2%	101	2,4%	17	0,6%
Schleswig-Holstein (3,4%)	102	0,5%	21	0,5%	17	0,6%
Thüringen (3,0%)	604	2,9%	146	3,5%	84	2,9%
Summe	20.590	100%	4.214	100%	2.885	100%

Studierende im Wintersemester 1999/2000

Studienanfänger im Sommersemester 1999 und Wintersemester 1999/2000

Absolventen im Wintersemester 1998/99 und Sommersemester 1999

Abb. 6 A Studierende an Universitäten (Stand Wintersemester 1999/2000)*Studierende an Fachhochschulen*

An den Fachhochschulen belegten im Wintersemester 1999/2000 34.813 Studierende einen Studiengang in Elektrotechnik. Wie schon im Falle der Universitäten haben sich an den Fachhochschul-Standorten der drei Bundesländer Nordrhein-Westfalen (27,5%), Baden-Württemberg (12,7%) und Bayern (9,9%) die Hälfte der Studierenden immatrikuliert. Jeder zweite Studierende in den neuen Bundesländern ist an einer Fachhochschule in Sachsen eingeschrieben.

Vergleicht man die Zahl der Studierenden in den einzelnen Bundesländern mit den jeweiligen Bevölkerungsanteilen, so liegen in den Flächenländern Nordrhein-Westfalen, Hessen, Schleswig-Holstein und Sachsen sowie in den Stadtstaaten Hamburg, Bremen und Berlin die Anteile der Stu-

dierenden über dem Bevölkerungsanteil. In den neuen Bundesländern Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen sowie in den südlichen Bundesländern Bayern und Rheinland-Pfalz dagegen liegt der Anteil der Studierenden unter dem Bevölkerungsanteil.

In der Gegenüberstellung von Studienanfängerzahlen und Studierendenzahlen werden Verschiebungen sichtbar: ein niedrigerer Anteil der Anfängerzahlen insbesondere für die Standorte in Nordrhein-Westfalen, Hessen und Schleswig-Holstein, ein höherer Anteil der Anfängerzahlen dagegen in den Bundesländern Baden-Württemberg, Bayern sowie Berlin, Bremen und die neuen Bundesländer (ohne Berlin).

Bundesland (Bevölkerungsanteil)	Fachhochschulen					
	Studierende gesamt	(%)	Studienanfänger (1.Fachsem.)	(%)	Absolventen Gesamt	(%)
Baden-Württemberg (12,7%)	4.438	12,7%	1.390	16,7%	886	16,3%
Bayern * (14,7%)	3.456	9,9%	941	11,3%	675	12,5%
Berlin (4,1%)	1.484	4,3%	497	6,0%	229	4,2%
Brandenburg (3,2%)	239	0,7%	65	0,8%	29	0,5%
Bremen (0,8%)	762	2,2%	239	2,9%	129	2,4%
Hamburg (2,1%)	1.980	5,7%	444	5,3%	227	4,2%
Hessen (7,4%)	3.133	9,0%	547	6,6%	504	9,3%
Mecklenburg-Vorpommern (2,2%)	415	1,2%	163	2,0%	31	0,6%
Niedersachsen (9,6%)	3.176	9,1%	822	9,9%	536	9,9%
Nordrhein-Westfalen (21,9%)	9.574	27,5%	1.548	18,6%	1.355	25,0%
Rheinland-Pfalz (4,9%)	1.192	3,4%	266	3,2%	244	4,5%
Saarland (1,3%)	357	1,0%	83	1,0%	65	1,2%
Sachsen (5,5%)	2.024	5,8%	633	7,6%	194	3,6%
Sachsen-Anhalt (3,3%)	860	2,5%	292	3,5%	58	1,1%
Schleswig-Holstein (3,4%)	1.360	3,9%	277	3,3%	221	4,1%
Thüringen (3,0%)	363	1,0%	97	1,2%	36	0,7%
Summe	34.813	100%	8.304	100%	5.419	100%

* Ohne Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt-Aschaffenburg

Studierende im Wintersemester 1999/2000

Studienanfänger im Sommersemester 1999 und Wintersemester 1999/2000

Absolventen im Wintersemester 1998/99 und Sommersemester 1999

Abb. 6 B Studierende an Fachhochschulen (Stand Wintersemester 1999/2000)

Insgesamt 5.419 Absolventen beendeten ihr Fachhochschulstudium im Studienjahr 1999. Jeder Vierte legte seine Diplomprüfung an einer Fachhochschule in Nordrhein-Westfalen, jeder Sechste in Baden-Württemberg (16,3%) und jeder Achte in Bayern (12,5%) ab. Der Anteil der Absolventen in den neuen Bundesländern (ohne Berlin) liegt bei 6,5%.

1.2 Personal

Gelöscht: ¶
¶

Bei der Erhebung zur Personalsituation wurde neben der Zahl der Stellen und der Zahl der auf diesen Stellen beschäftigten Personen auch nach Art der Finanzierung (Haushalts- und Drittmittel) unterschieden. Als Kategorien der Personalgruppen waren vorgegeben: Professoren (C4 oder C3/C2), wissenschaftliche Mitarbeiter (Dauerstellen oder Zeitstellen), Laboringenieure sowie nicht wissenschaftliche Mitarbeiter (technische Aufgaben oder Verwaltungsaufgaben).

Folgende Vereinfachungen wurden vorgenommen:

- An Universitäten wurden die "Laboringenieure" den nicht wissenschaftlichen Mitarbeitern zugeordnet, da mit Laboringenieuren in der Regel Diplom-Ingenieure (FH) gemeint sind, die an Universitäten normalerweise nicht selbständig mit wissenschaftlichen Projekten beschäftigt sind.
- An Fachhochschulen wurden wissenschaftliche Mitarbeiter und Laboringenieure zu einer Kategorie zusammengefasst. Dies ist damit zu begründen, dass diese Mitarbeiter je nach Fachhochschule entweder als Laboringenieure oder als wissenschaftliche Mitarbeiter bezeichnet werden. Eine Trennung dieser Mitarbeitergruppen wäre in der Auswertung relativ willkürlich gewesen. Um die Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten, blieb letztlich nur die Möglichkeit, die Angaben zusammenzufassen.
- Da nur wenige Hochschulen die Drittmittelbeschäftigten in Stellenäquivalenten angeben konnten, wird in dieser Kategorie nur die Zahl der Personen ausgewertet.
- Im Fachhochschulbereich werden die Drittmittelbeschäftigten nicht in weitere Kategorien unterteilt, da die Teilwerte zu niedrig wären.

Personal an Universitäten

Derzeit gibt es 616 Haushaltsstellen für Hochschullehrer in den Fachbereichen für Elektrotechnik, davon fast zwei Drittel C4-Professuren (62%). Die meisten Professoren sind in Nordrhein-Westfalen tätig (26,0%). Es folgen die Bundesländer Baden-Württemberg (12,1%) und Bayern (10,2%). In den neuen Bundesländern beschäftigt Sachsen die meisten Hochschullehrer (8,3%).

An Haushaltsstellen bestehen 1.903 für wissenschaftliche und 1.923 für nicht wissenschaftliche Mitarbeiter. Damit entfallen rechnerisch auf einen Hochschullehrer drei wissenschaftliche und drei nicht wissenschaftliche Mitarbeiter. Jeder vierte wissenschaftliche Mitarbeiter (25,3%) ist in Nordrhein-Westfalen beschäftigt, gefolgt von Baden Württemberg (12,1%) und Bayern (11,3%). Ebenso sieht es bei den nicht wissenschaftlichen Mitarbeitern aus: 28,9% sind in Nordrhein-Westfalen, 13,4% in Baden-Württemberg und 9,8% in Bayern beschäftigt. Unterscheidet man die nicht wissenschaftlichen Mitarbeiter nach ihren Aufgaben, so ergibt sich, dass rund ein Drittel von ihnen im Verwaltungsbereich und zwei Drittel im Bereich der technischen Dienstleistungen beschäftigt sind.

Die Summe aller aus Drittmittel finanzierten wissenschaftlichen Mitarbeiter (ohne Hamburg) liegt bei 1.660 und damit unter der Zahl der Mitarbeiter der gleichen Personalgruppe auf Haushaltsstellen. In Nordrhein-Westfalen (21,5%) arbeitet jeder fünfte aller bundesweit über Drittmittel finanzierten wissenschaftlichen Mitarbeiter. Es folgen Baden-Württemberg (14%) und Bayern (9,6%). Ver-

glichen mit dem Anteil an Haushaltstellen für wissenschaftliche Mitarbeiter weisen Baden-Württemberg, Sachsen und Niedersachsen im Vergleich zu den anderen Bundesländern einen besonders hohen Anteil an Drittmittel-Mitarbeitern innerhalb des wissenschaftlichen Personals aus.

Bundesland (Bevölkerungs- anteil)	(m² HNF)	(%)	Prof. C2-C4 (HH- Stellen)	(%)	Wiss. Mitarb. (HH- Stellen)	(%)	Nicht wiss. Mitarb. (HH- Stellen)	(%)	Personal gesamt (HH- Stellen)	(%)	Wiss. Personal (DM- Personen)	(%)	Nicht wiss. Mitarb. (DM- Personen)	(%)
Baden- Württemberg (12,7%)	67.675	16,1%	69	11,2%	230,5	12,1%	257,5	13,4%	557	12,5%	232	14,0%	53	22,7%
Bayern (14,7%)	44.794	10,6%	63	10,2%	215	11,3%	189	9,8%	467	10,5%	160	9,6%	12	5,2%
Berlin (4,1%)	29.490	7,0%	28	4,5%	74	3,9%	80	4,2%	182	4,1%	59	3,6%	12	5,2%
Brandenburg (3,2%)	6.200	1,5%	11	1,8%	30	1,6%	26,5	1,4%	67,5	1,5%	14	0,8%	3	1,3%
Bremen (0,8%)	12.243	2,9%	14	2,3%	29	1,5%	36,54	1,9%	79,54	1,8%	59	3,6%	9	3,9%
Hamburg (2,1%)	7.771	1,8%	21	3,4%	45	2,4%	38	2,0%	104	2,3%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Hessen (7,4%)	32.210	7,6%	46	7,5%	145	7,6%	167	8,7%	358	8,1%	92	5,5%	32	13,7%
Mecklenburg- Vorpommern (2,2%)	6.339	1,5%	20	3,2%	40	2,1%	42,25	2,2%	102,25	2,3%	46	2,8%	2	0,9%
Niedersachsen (9,6%)	42.339	10,1%	44	7,1%	160	8,4%	133	6,9%	337	7,6%	203	12,2%	23	9,9%
Nordrhein- Westfalen (21,9%)	97.645	23,2%	160	26,0%	480,5	25,3%	556,7	28,9%	1.197,2	27,0%	357	21,5%	25	10,7%
Rheinland- Pfalz (4,9%)	9.523	2,3%	14	2,3%	44,25	2,3%	22,5	1,2%	80,75	1,8%	25	1,5%	0	0,0%
Saarland (1,3%)	4.890	1,2%	11	1,8%	33,17	1,7%	24	1,2%	68,17	1,5%	28	1,7%	4	1,7%
Sachsen (5,5%)	34.700	8,2%	51	8,3%	159	8,4%	170	8,8%	380	8,6%	239	14,4%	41	17,6%
Sachsen- Anhalt (3,3%)	8.073	1,9%	20	3,2%	75	3,9%	48	2,5%	143	3,2%	52	3,1%	4	1,7%
Schleswig- Holstein (3,4%)	3.850	0,9%	10	1,6%	28,25	1,5%	15	0,8%	53,25	1,2%	10	0,6%	0	0,0%
Thüringen (3,0%)	13.352	3,2%	34	5,5%	114	6,0%	117	6,1%	265	6,0%	84	5,1%	13	5,6%
Summe	421.094	100%	616	100%	1.903	100%	1.923	100%	4.442	100%	1.660	100%	233	100%

Abb. 7 Hauptnutzfläche und Personal an Universitäten (Stand: Wintersemester 1999/2000)

Personal an Fachhochschulen

1.910 Hochschullehrer, damit dreimal so viele wie an den Universitäten, sind an den Fachhochschulen beschäftigt. Die meisten Professoren (C3 und C2) sind in Nordrhein-Westfalen tätig (22,4%), es folgen Baden-Württemberg (14,4%) und Bayern (13,4%). In den neuen Bundesländern beschäftigt Sachsen (5,8%) die meisten Professoren an seinen Fachhochschulen.

Die Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter bzw. Laboringenieure ist an Fachhochschulen deutlich niedriger als an Universitäten. Auf einen Hochschullehrer entfällt rechnerisch eine halbe Haushaltsstelle. Nordrhein-Westfalen beschäftigt die größte Zahl an wissenschaftlichen Mitarbeitern, gefolgt von Niedersachsen. In den neuen Bundesländern nimmt das Bundesland Sachsen eine besondere Stellung ein: Hier liegt die Relation bei 0,75 wissenschaftlichen Mitarbeitern pro Hochschullehrerstelle. Interessant auch die Zahl der Beschäftigten auf Drittmittel-Stellen. Diese Zahl ist ein Hinweis darauf, in welchem Umfang die Fachhochschulen bereits Personal für anwendungsbezogene Forschung beschäftigen. Im Vergleich der Personen auf Drittmittelstellen mit der Gesamtzahl an Haushaltsstellen für das wissenschaftliche und nicht wissenschaftliche Personal ergibt sich für die Mehrzahl der Bundesländer eine Verhältniszahl, die zwischen 1:10 bis 1:20 liegt. Besonders günstig sind die Relationen in Sachsen (1:4), im Saarland (1:4) und in Thüringen (1:7). Deutlich unter den durchschnittlichen Relationen liegen Bayern (1:38) und Hessen (1:64).

Auch bei den nicht wissenschaftlichen Mitarbeitern weisen die Fachhochschulen im Vergleich zu den Universitäten erheblich niedrigere Personalzahlen aus. Insgesamt sind 456 Haushaltsstellen vorhanden. Jeder sechste nicht wissenschaftliche Mitarbeiter arbeitet an einer Fachhochschule in Baden-Württemberg (17,4%), dicht gefolgt von Nordrhein-Westfalen (16,8%) und Bayern (16,7%).

1.3 Fläche

In dieser Rubrik wurden die Gesamtflächen der jeweiligen Fachbereiche erhoben. In mancherlei Hinsicht kann es hier zu Unschärfen kommen, da insbesondere im Bereich der Hörsäle und Seminarräume sowie in Dienstleistungsbereichen wie Werkstätten und Bibliotheken einzelne Hochschulen diese Flächen den Fachbereichen zuordnen, während andere diese Räume als zentrale Flächen ansehen und daher für die Statistik nicht angegeben haben.

Flächen an Universitäten

Die Fläche aller Fachbereiche der Elektrotechnik an Universitäten beträgt rund 421.000 m² Hauptnutzfläche (unbewertet). Davon entfallen fast ein Viertel (23,2%) auf die Universitäten in Nordrhein-Westfalen, 16,1% auf Baden-Württemberg, 10,6% auf Bayern und 10,1% auf Sachsen. Bezogen auf den Bevölkerungsanteil der Bundesländer ergeben sich deutliche Abweichungen nach oben für Baden-Württemberg, Sachsen und Berlin. Abweichungen nach unten finden sich in Bayern, Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt.

Flächen an Fachhochschulen

Die Hauptnutzfläche (HNF) aller Fachhochschulen für die Fachbereiche der Elektrotechnik umfasst rund 340.000 m². Auf Grund der deutlich höheren Zahl an Fachhochschulen verfügt daher jede von ihnen über eine vergleichsweise geringere Fläche als die universitären Fachbereiche. Ein Viertel der Flächen entfallen auf Nordrhein-Westfalen (23,1%), gefolgt von Bayern (14,3%) und Baden-

Württemberg (13,2%). Bezogen auf den Bevölkerungsanteil sind Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg, Sachsen und die Stadtstaaten Berlin, Hamburg und Bremen überdurchschnittlich versorgt, während die Bundesländer Thüringen und Brandenburg im Osten sowie Niedersachsen und Hessen im Westen unterdurchschnittlich versorgt sind.

Bundesland (Bevölkerungs- anteil)	(m² HNF)	(%)	Prof. C2-C4 (HH- Stellen)	(%)	Wiss. Mitarb. u. Laboring. (HH- Stellen)	(%)	Nicht wiss. Mitarb. (HH- Stellen)	(%)	Personal gesamt (HH- Stellen)	(%)	Personal (DM- Personen)	(%)
Baden- Württemberg (12,7%)	44.929	13,2%	255	13,4%	89	10,7%	79	17,4%	423	13,2%	31	14,3%
Bayern *	48.650	14,3%	275	14,4%	70	8,4%	76	16,7%	421	13,2%	9	4,1%
Berlin (4,1%)	20.822	6,1%	73	3,8%	30	3,6%	27	5,9%	130	4,1%	5	2,3%
Brandenburg (3,2%)	4.705	1,4%	14	0,7%	11	1,3%	8	1,8%	33	1,0%	2	0,9%
Bremen (0,8%)	6.700	2,0%	29	1,5%	18	2,2%	3	0,5%	50	1,5%	4	1,8%
Hamburg (2,1%)	16.085	4,7%	73	3,8%	29	3,5%	40	8,8%	142	4,4%	0	0,0%
Hessen (7,4%)	20.479	6,0%	144	7,5%	48	5,8%	29	6,4%	222	6,9%	3	1,4%
Mecklenburg- Vorpommern (2,2%)	9.939	2,9%	48	2,5%	23	2,8%	13	2,9%	84	2,6%	4	1,8%
Niedersachsen (9,6%)	28.063	8,3%	168	8,8%	115	13,9%	16	3,4%	299	9,3%	29	13,4%
Nordrhein- Westfalen (21,9%)	78.476	23,1%	427	22,4%	186	22,5%	77	16,8%	690	21,6%	46	21,2%
Rheinland- Pfalz (4,9%)	14.259	4,2%	74	3,9%	20	2,4%	13	2,8%	107	3,3%	7	3,2%
Saarland (1,3%)	3.280	1,0%	15	0,8%	11	1,3%	8	1,8%	34	1,1%	6	2,8%
Sachsen (5,5%)	19.231	5,7%	110	5,8%	71	8,5%	31	6,9%	212	6,6%	45	20,7%
Sachsen- Anhalt (3,3%)	8.994	2,7%	83	4,3%	46	5,5%	16	3,4%	144	4,5%	11	5,1%
Schleswig- Holstein (3,4%)	11.448	3,4%	90	4,7%	49	5,9%	18	3,8%	157	4,9%	8	3,7%
Thüringen (3,0%)	3.188	0,9%	32	1,7%	14	1,6%	3	0,7%	49	1,5%	7	3,2%
Summe	339.249	100,0%	1.910	100,0%	829	100,0%	456	100,0%	3.195	100,0%	217	100,0%

* Ohne FH Würzburg-Schweinfurt-Aschaffenburg

Abb. 8 Hauptnutzfläche und Personal an Fachhochschulen (Stand: Wintersemester 1999/2000)

1.4 Relationen

Auf der Grundlage der oben dokumentierten Daten können eine Reihe von statistischen Kennwerten gebildet werden. Diese Relationen werden jeweils auf eine Fallzahl bezogen, die für die Universitäten maximal 29 und für die Fachhochschulen maximal 75 beträgt. Die Relationen werden als gewichtetes arithmetisches Mittel, die Variationsbreite als Streuungswert der beiden mittleren Quartile ausgewiesen (Abb.9 und 10).

1.4.1 Universitäten

Personalrelationen

Bezogen auf die Stelle eines Hochschullehrers (C4/C3) sind im Schnitt 3 Stellen für wissenschaftliche Mitarbeiter vorhanden (arithmetisches Mittel von 3,1). Weiterhin entfallen auf eine Hochschullehrer-Stelle durchschnittlich rund 3 Stellen für wissenschaftliche Mitarbeiter (2,8), die über Drittmittel finanziert werden, und 3 Stellen für nicht wissenschaftliche Mitarbeiter (3,1). Zwei Stellen hiervon sind in der Regel für technische Dienstleistungen vorgesehen und eine Stelle für Verwaltungsaufgaben.

Studierendenrelationen

Im Durchschnitt begannen rund 7 Studierende (6,7) pro Hochschullehrer mit einem Diplomstudengang Elektrotechnik. Der Wert schwankt je nach Hochschule zwischen 4,7 und 8 Studienanfängern. Rund 33 Studierende insgesamt und rund 5 Absolventen entfallen rechnerisch auf einen Hochschullehrer. Bezogen auf die Gesamtzahl der Wissenschaftler (inklusive Drittmittelbeschäftigte) ergibt sich ein durchschnittliches Verhältnis der Studierenden pro Wissenschaftler von 5,7.

In der Relation zwischen Studienanfängern und Absolventen spiegelt sich die zeitliche Entwicklung der Studierendenzahlen wieder. Um eine konstante Zahl von Studierenden zu erreichen müsste es, bei einer Verbleibquote von 50% (vgl. Kap. 3.1.3), doppelt so viele Studienanfänger wie Absolventen geben. Tatsächlich liegt die Relation bei 0,7, die Zahl der Studienanfänger ist folglich gesunken. Die mittlere Variationsbreite von 0,5 bis 1,0 zeigt, wie unterschiedlich stark die Universitäten von dem Rückgang der Studierendenzahlen betroffen sind. Gegen den allgemeinen Trend der sinkenden Studienanfängerzahlen können nur sechs von 29 Universitäten ihre Studierendenzahlen halten bzw. steigern.

Flächenrelationen

Bei der derzeitigen Flächenausstattung der Fachbereiche Elektrotechnik entfallen rechnerisch 691 m² Hauptnutzfläche (HNF) auf eine Hochschullehrer-Stelle. Die mittlere Variationsbreite liegt bei 395 bis 878 m² und verdeutlicht die Ausstattungsunterschiede für die einzelnen Hochschulen. Bezogen auf eine Haushaltsstelle für wissenschaftliches Personal sind durchschnittlich 167 m² HNF vorhanden. Unter Einbeziehung des aus Drittmitteln finanzierten wissenschaftlichen Personals verringert sich der Flächenwert pro Person auf 111 m² HNF.

Die durchschnittliche empirische Flächenausstattung pro Studierenden liegt bei rund 23 m² HNF, die mittlere Variationsbreite liegt zwischen 16 m² und 33 m².

Relation		Fallzahl (max 29)	Arithmetisches Mittel (gewichtet)	Variationsbreite (mittlere 50%)
1 Personalrelation				
1.1	Wiss. Mitarbeiter (HH-Stellen) / Hochschullehrer (HH-Stellen)	29	3,1	2,2 bis 3,3
1.2	Wiss. Mitarbeiter (DM-Personen) / Hochschullehrer (HH-Stellen)	28	2,8	1,3 bis 3,6
1.3	Wiss. Mitarbeiter (HH-Personen) / Wiss. Mitarbeiter (HH-Stellen)	29	1,0	0,9 bis 1,1
1.4	Wiss. Mitarbeiter (DM-Personen) / Wiss. Mitarbeiter (HH-Stellen)	28	0,9	0,5 bis 1,0
1.5	Nichtwiss. Mitarbeiter (HH-Stellen) / Hochschullehrer (HH-Stellen)	29	3,1	2,0 bis 3,4
1.6	Nichtwiss. Mitarbeiter (HH-Stellen) / Wiss. Personal (HH-Stellen)	29	0,7	0,6 bis 0,8
1.7	Nichtwiss. Mitarbeiter (Pers. gesamt) / Wiss. Personal (Personen gesamt)	27	0,6	0,4 bis 0,6
1.8	Personal (DM-Personen) / Personal (HH-Stellen)	28	0,4	0,3 bis 0,5
2 Studierendenrelationen				
2.1	Studienanfänger (Diplom) / Hochschullehrer (HH-Stellen)	29	6,7	4,7 bis 8,0
2.2	Studierende (Diplom) / Hochschullehrer (HH-Stellen)	29	33,2	21,1 bis 41,6
2.3	Absolventen (Diplom) / Hochschullehrer (HH-Stellen)	29	4,7	1,9 bis 5,5
2.4	Studierende (Diplom) / Wiss. Personal (HH-Stellen)	29	8,2	5,7 bis 11,5
2.5	Studierende (Diplom) / Wiss. Personal (Personen gesamt)	29	5,7	3,0 bis 7,5
2.6	Absolventen (Diplom) / Studienanfänger (Diplom)	29	0,7	0,5 bis 1,0
3 Flächenrelationen				
3.1	m ² HNF / Hochschullehrer	29	691	395 bis 878
3.2	m ² HNF / Wiss. Personal (HH-Stellen)	29	167	118 bis 2144
3.3	m ² HNF / Wiss. Personal (Personen gesamt)	29	111	80 bis 129
3.4	m ² HNF / Studierende (Diplom)	29	23	16 bis 33

Abb. 9 Statistische Kennwerte für die Universitäten (Stand Wintersemester 1999/2000)

1.4.2 Fachhochschulen

Personalrelationen

Auf jeden Hochschullehrer entfällt rechnerisch eine halbe Stelle für wissenschaftlichen Mitarbeiter bzw. einen Laboringenieur. Die geringe Schwankung der Mittelwerte (mittlere Variationsbreite) zwischen 0,4 und 0,6 Stellen zeigt, dass diese Stellenausstattung an den Fachhochschulen bundesweit relativ ähnlich ist. Hinzu kommt durchschnittlich auf je zehn Hochschullehrer ein weiterer wissenschaftlicher Mitarbeiter, der aus Drittmitteln finanziert wird. Bei der Personalgruppe der nicht wissenschaftlichen Mitarbeiter entfallen anteilig 0,2 Stellen für Verwaltungs- und Dienstleistungsaufgaben auf einen Hochschullehrer. Insgesamt zeigt der Ausstattungsvergleich mit Haushalts- und Drittmittelstellen an den Fachhochschulen eine deutliche andere Personalstruktur als an den Universitäten.

Studierendenrelationen

Pro Hochschullehrer begannen im Studienjahr 1999 durchschnittlich 4 bis 5 Studierende mit einem Diplomstudium Elektrotechnik. Die mittlere Variationsbreite (4,1 bis 5,5) fällt im Vergleich zu den Universitäten kleiner aus und zeigt, dass die Unterschiede bei den Studienanfängern zwischen den einzelnen Fachhochschulen nicht so ausgeprägt sind. Rund 17 Studierende und 3 Absolventen (2,6) entfallen anteilig auf einen Hochschullehrer.

In der Relation zwischen Absolventen und Studienanfängern spiegelt sich die Entwicklung der Studierendenzahlen wieder. Um die Zahl der Studierenden konstant zu halten, müsste es bei einer Verbleibquote von 70 % rund 1,4-mal soviel Studienanfänger wie Absolventen geben. Tatsächlich liegt die Relation bei 0,65, was gleichbedeutend mit einer Abnahme der Studienanfänger ist. Betrachtet man die mittlere Variationsbreite (0,6 bis 0,8), so wird deutlich, dass der Rückgang der Studienanfänger eine allgemeine Entwicklung für die große Mehrzahl der Fachhochschulen ist. Nur 29 der insgesamt 75 Fachhochschulen haben es im Studienjahr 1999 geschafft, gegen den Trend sinkender Studienanfängerzahlen ihre Studierendenzahlen zu halten (17 Fachhochschulen) oder gar zu erhöhen (12 Fachhochschulen).

Flächenrelationen

Die derzeitige Flächenausstattung der Fachbereiche ergibt einen Durchschnittswert pro Hochschullehrer von rund 187 m² Hauptnutzfläche (HNF). Damit ist an den Fachhochschulen im Vergleich zu den Universitäten pro Hochschullehrer rechnerisch rund 500 m² weniger Fläche für Forschung und Lehre vorhanden. Auch die mittlere Variationsbreite (183 bis 220 m²) fällt gegenüber der Spanne, die an den Universitäten festgestellt wurde, geringer aus, was darauf hindeutet, dass die Flächenausstattung der Fachhochschulen bundesweit ähnlicher ist als zwischen den Universitäten. Pro Haushaltsstelle des wissenschaftlichen Personals sind im Mittel 130 m² HNF vorhanden. Werden neben dem wissenschaftlichen Personal auch die durch Drittmittel finanzierten Stellen einbezogen, verringert sich der Flächenwert geringfügig auf 110 m² HNF pro Person.

Der durchschnittliche Flächenwert pro Studierenden beträgt 13 m² HNF, die mittlere Variationsbreite liegt zwischen 10 m² und 17 m².

Relation	Fallzahl (max 75)	Arithmetisches Mittel (gewichtet)	Variations- breite (mittlere 50%)
-----------------	------------------------------	--	--

1 Personalrelation

1.1	Wiss. Mitarbeiter (HH-Stellen) / Hochschullehrer (HH-Stellen)	74	0,5	0,4 bis 0,6
1.2	Wiss. Mitarbeiter (DM-Personen) / Hochschullehrer (HH-Stellen)	74	0,1	0,06 bis 0,14
1.3	Wiss. Mitarbeiter (HH-Personen) / Wiss. Mitarbeiter (HH-Stellen)	74	1,0	1,0 bis 1,1
1.4	Wiss. Mitarbeiter (DM-Personen) / Wiss. Mitarbeiter (HH-Stellen)	74	0,2	0,1 bis 0,3
1.5	Nichtwiss. Mitarbeiter (HH-Stellen) / Hochschullehrer (HH-Stellen)	74	0,2	0,1 bis 0,3
1.6	Nichtwiss. Mitarbeiter (HH-Stellen) / Wiss. Personal (HH-Stellen)	74	0,2	0,1 bis 0,2
1.7	Nichtwiss. Mitarbeiter (Pers. gesamt) / Wiss. Personal (Personen gesamt)	74	0,2	0,2 bis 0,3
1.8	Personal (DM-Personen) / Personal (HH-Personen)	74	0,1	0,0 bis 0,1

2 Studierendenrelationen

2.1	Studienanfänger (Diplom) / Hochschullehrer (HH-Stellen)	74	4,3	4,1 bis 5,5
2.2	Studierende (Diplom) / Hochschullehrer (HH-Stellen)	74	17,2	17,0 bis 22,9
2.3	Absolventen (Diplom) / Hochschullehrer (HH-Stellen)	74	2,6	1,7 bis 3,5
2.4	Studierende (Diplom) / Wiss. Personal (HH-Stellen)	74	12,0	11,9 bis 15,0
2.5	Studierende (Diplom) / Wiss. Personal (Personen gesamt)	74	9,9	11,5 bis 15,0
2.6	Absolventen (Diplom) / Studienanfänger	74	0,7	0,6 bis 0,8

3 Flächenrelationen

3.1	m ² HNF / Hochschullehrer (HH-Stellen)	74	187	183 bis 220
3.2	m ² HNF / Wiss. Personal (HH-Stellen)	74	130	127 bis 153
3.3	m ² HNF / Wiss. Personal (Personen gesamt)	74	110	126 bis 159
3.4	m ² HNF / Studierende (Diplom)	74	13	10 bis 17

Abb. 10 Statistische Kennwerte für die Fachhochschulen (Stand Wintersemester 1999/2000)

2 Forschung

In der Elektrotechnik wird der Ressourcenbedarf maßgeblich durch die experimentelle Forschung verursacht. Das Experiment, das praktische Arbeiten an Versuchsaufbauten, spielt eine wesentliche Rolle im Forschungsprozess. Auch zukünftig ist - trotz des wachsenden Einsatzes von Simulationsprogrammen an Computern - in erheblichem Umfang mit experimentellen Untersuchungen zu rechnen, besonders im Rahmen von Auftragsprojekten aus der Industrie. In diesem Kapitel wird die Forschung in der Elektro- und Informationstechnik unter systematischen Gesichtspunkten betrachtet, um den Ressourcenbedarf typisieren und differenziert abschätzen zu können.

Der Stellenwert der Forschung unterscheidet sich zwischen Universitäten und Fachhochschulen erheblich: An Universitäten steht die Forschung neben der Lehre gleichberechtigt im Mittelpunkt, während an Fachhochschulen die Lehre nach wie vor dominiert. Wenn Forschung an Fachhochschulen betrieben wird, dann in geringerem Umfang, in kürzer terminierten Projekten und als ausgeprägt anwendungsorientierte Forschung. Unterschiede in der Forschungsintensität ergeben sich auch deshalb, weil die Universitäten mit ihren wissenschaftlichen Mitarbeitern über einen "akademischen Mittelbau" verfügen, der in hohem Maße die praktische Forschungstätigkeit durchführt, zumeist im Rahmen einer Weiterqualifizierung (Doktorarbeit). An den Fachhochschulen dagegen fehlen wissenschaftliche Mitarbeiter weitgehend, die Forschung wird überwiegend durch die Professoren selbst sowie durch wenige Diplomanden, im Rahmen ihrer Abschlussarbeit, getragen. Die übrigen Mitarbeiter des Fachbereichs ("Laboringenieure") werden zur Unterstützung der Lehre eingesetzt und stehen nur eingeschränkt für Forschungsprojekte zur Verfügung. Ziel ist die Ausweitung der anwendungsbezogenen Forschung an den Fachhochschulen. Hierfür werden, beispielsweise in Nordrhein-Westfalen, spezielle Förderprogramme aufgelegt, mit deren Hilfe befristete Stellen für wissenschaftliche Mitarbeiter an Fachhochschulen eingerichtet werden können.

In diesem Kapitel wird zunächst eine Systematik des Fachgebietes Elektrotechnik und Informationstechnik entwickelt. Hiermit soll dem Planer ein Überblick über die vielfältigen Forschungsgebiete der Elektrotechnik und ihre Einordnung in größere Zusammenhänge erleichtert werden. Anschließend werden typische Arbeitsweisen herausgearbeitet und in Beziehung zu den grundlegenden Arbeitsbereichen gesetzt. Hieraus lassen sich verschiedene Arbeitsprofile ableiten, die in der Forschungsarbeit der Elektrotechnik dominieren. Es wird deutlich, dass je nach Arbeitsbereich unterschiedliche Ressourcenanforderungen aufgrund unterschiedlicher Arbeitsweisen entstehen. Im weiteren Verlauf der Untersuchung wird diese systematische Betrachtung für die modellhaften Zusammenstellungen von Raumprogrammen (vgl. Kap. 5) herangezogen.

2.1 Struktur des Fachgebietes Elektrotechnik

Das Fachgebiet Elektrotechnik umfasst ein breites Spektrum an Arbeitsbereichen, Forschungsschwerpunkten und einschlägigen Institutsbezeichnungen. Um für den Planer einen Überblick über die vielfältigen Bereiche und eine Einordnung spezieller Arbeitsgebiete in das Gesamtspektrum zu ermöglichen, wird eine systematische Strukturierung vorgeschlagen. Für die Bedarfsplanung erscheint es sinnvoll, Typen von Arbeitsbereichen mit ähnlichem Arbeitsprofil und ähnlichem Ressourcenbedarf zusammen zu fassen. Von inhaltlichen Forschungsschwerpunkten wird abstrahiert, stattdessen kommt es bei dieser Systematik auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede bei den Arbeitsplatzanforderungen, Raumausstattungen, betrieblichen Abläufen etc. an.

Interdisziplinäre Forschung:

Die interdisziplinäre Forschung gewinnt in der Elektrotechnik zunehmend an Bedeutung. Durch Neustrukturierungen von Fachbereichen und Forschungsschwerpunkten wird dieser Tendenz Rechnung getragen. Elektrotechnische Fachbereiche werden beispielsweise mit angrenzenden Wissenschaften wie der Physik (Universität des Saarlandes, Universität Bremen), der Informatik (Universitäten Siegen und Kiel) oder dem Maschinenbau (BTU Cottbus) organisatorisch zusammengefasst.

2.1.1 Systematik

Eine unter Planungsgesichtspunkten erstellte Systematik der Elektrotechnik wird in Abbildung 11 dargestellt. Folgende vier Arbeitsbereiche werden dabei unterschieden: Energietechnik, Automatisierungstechnik, Informationstechnik und Mikroelektronik. Diese Arbeitsbereiche können auch als die "Kernfächer" der Elektrotechnik bezeichnet werden. Generell handelt es sich bei der Systematik um eine idealtypische Unterscheidung nach Grundlagenfächern, Spezialfächern und produktorientierten Fächern. In der Praxis sind die Übergänge fließend, es entstehen immer wieder Forschungsschwerpunkte mit Querschnitts-Charakter.

Grundlagenfächer	Bei den Grundlagenfächern handelt es sich zumeist um theoriebetonte Fächer, die in der Lehre - vor allem im Grundstudium - von Bedeutung sind. Ihnen kommt gegenüber den Arbeitsbereichen ein vielfach übergreifender und grundlagenorientierter Charakter zu, d. h., sie spielen als theoretische Grundlage in vielen Spezialfächern eine wichtige Rolle.
Spezialfächer	Die Spezialfächer umfassen prinzipiell die möglichen Forschungsschwerpunkte, die in den Instituten bzw. Lehrstühlen an den Hochschulen bearbeitet werden. Um eine Zuordnung der Spezialfächer zu den Arbeitsbereichen zu ermöglichen, sind die Fächer den üblicherweise vorhandenen Schwerpunkten zugeordnet. Die Aufzählung von Spezialfächern kann sich nur exemplarisch auf die wichtigsten Forschungsschwerpunkte konzentrieren, Vollständigkeit wird nicht angestrebt.
Produktorientierte Fächer	Ausgesprochen integrativen und bereichsübergreifenden Charakter besitzen produktorientierte Fächer, die primär Forschung zu einzelnen Produktgattungen betreiben. Deren Entwicklung umfasst in der Regel alle Aspekte der Elektrotechnik von der Bauteilkonstruktion über die Wahl der Materialien bis zur Planung der Fertigungsabläufe.

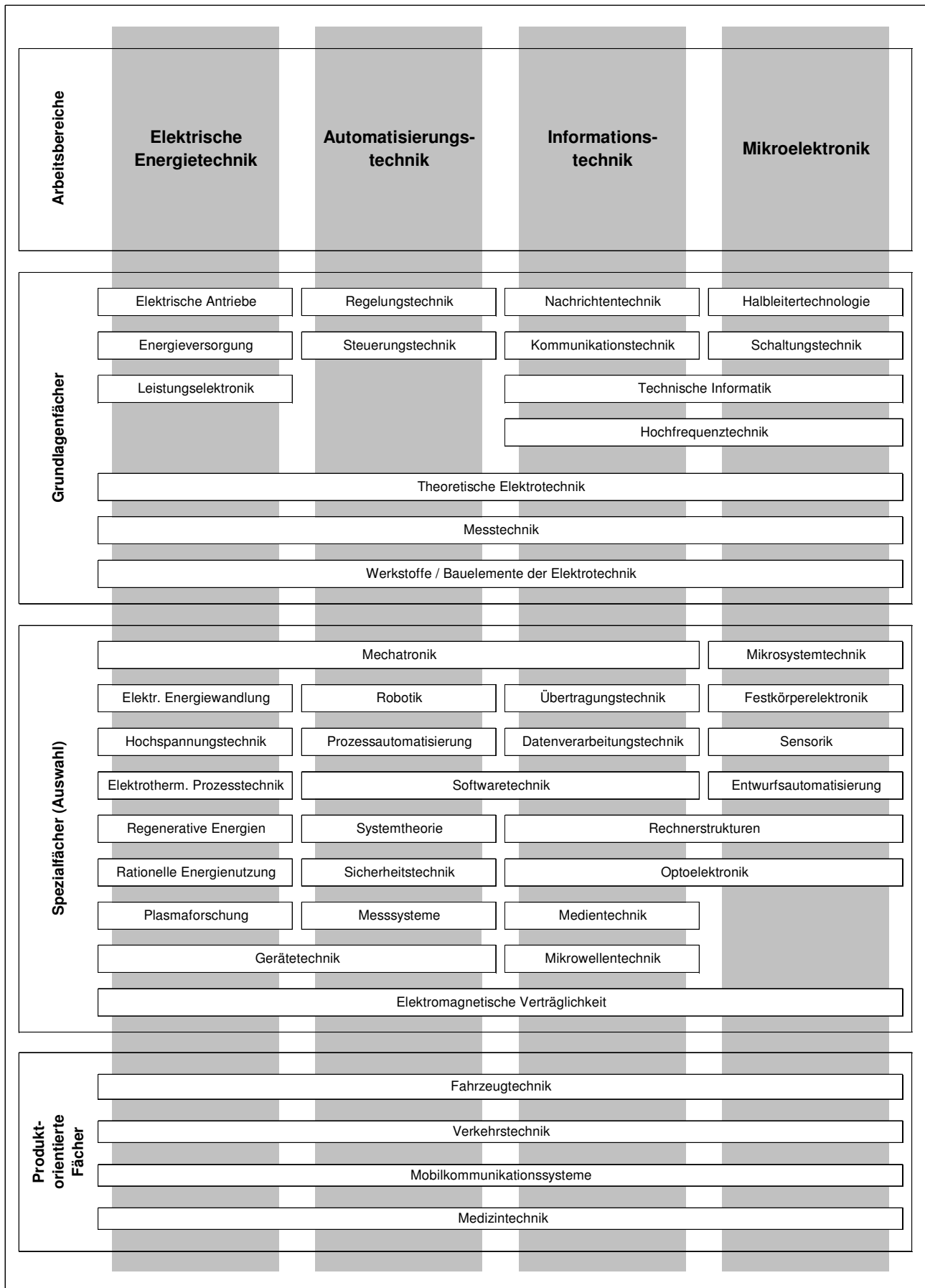


Abb. 11 Systematik der Elektrotechnik

2.1.2 Arbeitsbereiche

Die vier Arbeitsbereiche der Elektrotechnik lassen sich zusammenfassend wie folgt beschreiben:

Elektrische Energietechnik

Dieser Forschungsbereich beschäftigt sich vorrangig mit Fragen der Erzeugung, der Übertragung und der Verarbeitung von elektrischer Energie. Diese Themenstellungen sind das klassische Feld elektrotechnischer Forschung. Die Bandbreite der Elektrischen Energietechnik reicht von der konventionellen oder regenerativen Energieerzeugung, deren Übertragung, Verteilung und Speicherung bis hin zur intelligenten Anwendung beispielsweise im industriellen oder privaten Bereich oder in elektrischen Verkehrsmitteln. Zentrale Teilbereiche der Energietechnik sind die elektrischen Antriebe, die Leistungselektronik sowie die Hochspannungstechnik. Innerhalb der elektrischen Energietechnik befasst sich

- die *Energieerzeugung* mit Forschungen zu elektrischen Energieanlagen (z. B. Solaranlagen), um eine möglichst effiziente Erzeugung und Wandlung elektrischer Energie zu erreichen;
- der Bereich *elektrische Antriebe* mit Untersuchungen der Betriebseigenschaften von Motoren (z. B. Gleich- und Wechselstrommotoren), von Motoransteuerschaltungen (z. B. Frequenzumformer, Gleichstromsteller), von Energieversorgungssystemen (z. B. Solaranlagen) bis hin zu messtechnischen Sensorsystemen beispielsweise zur Feststellung von Geräuschbildung und Schwingungen;
- die *Hochspannungstechnik* mit dem Aufbau von Schaltungen zur Übertragung von elektrischer Energie, der Beschaffenheit der Leitungen, der Isolation bei hohen Spannungen und der Minimierung von Störgrößen;
- die *Leistungselektronik* mit Fragestellungen zur Verarbeitung elektrischer Energie, beispielsweise bei der Steuerung und dem Einsatz im industriellen Produktionsprozess.

Die Forschung in diesem Arbeitsbereich ist vorrangig experimentell ausgerichtet und verursacht im Vergleich zu den übrigen Arbeitsbereichen der Elektrotechnik einen besonders hohen Ressourcenbedarf. Dies gilt insbesondere für die Hochspannungstechnik, die für ihre experimentellen Versuchsanlagen vielfach größere Hallen nutzt. Gleiches gilt für die Forschung an Elektromotoren, die bei industrienaher Forschung ebenfalls in vielen Fällen große Flächen beansprucht.

Automatisierungstechnik

Die Automatisierungstechnik tritt in praktisch allen Geräten und Anlagen in Erscheinung, vor allem in Form von Verfahren, weniger in Form konkreter Produkte. Die Automatisierung von bisher manuellen Vorgängen ermöglicht es, Prozesse durch elektronische Regelungs-, Steuerungs- und Messtechnik selbsttätig ablaufen zu lassen. Die Automation von Produktionsprozessen umfasst vielfältige, automatisierte Fertigungs- und Montagesysteme. Die vollständige Systemintegration verlangt ein Zusammenspiel von mechanischen Komponenten, Aktoren (z. B. Motoren), Sensoren und Steuerungseinrichtungen, um den Automationsprozess zu initiieren und zu optimieren.

- Als spezielles Forschungsfeld der Automatisierungstechnik gewinnt die Entwicklung der *Robotik* an Bedeutung. Lange Zeit ging es in der Robotik vor allem um komplexe Bewegungsprozesse

in industriellen Produktionsverfahren. Dies führte beispielsweise zur Entwicklung von Schweiß-, Lackier- und Montage-Robotern. Inzwischen können Roboter über Bild-, Ton- oder Tastsensoren auch ihre Umgebung erkennen und darauf reagieren. Hierdurch eröffnen sich neue Perspektiven für die Robotik, die den Einsatz automatisierter Systeme auf weitere Bereiche ausdehnen werden: Medizin (operative Eingriffe), Reinigungsautomaten etc.

Die Dynamik der Automatisierungstechnik ist vor allem auf die Möglichkeiten zur Kosteneinsparung sowie zur Steigerung der Produktionssicherheit zurückzuführen. Sie ist auch eine Folge des Prozesses zunehmender Miniaturisierung von Bauteilen und Produkten, die zugleich eine immer größere Leistungsdichte aufweisen. Dies bringt neuartige Sensoren und Messgeräte, verbesserte elektronische Steuerungen und Schaltungen für elektronische Antriebe etc. hervor. Eine zentrale Stellung nimmt die Programmierung der benötigten Software ein, die beispielsweise zur Produktionssteuerung, auch fern vom Produktionsstandort, zur Simulation von Produktionsabläufen bis hin zur Produktionsüberwachung eingesetzt wird.

In der Automatisierungstechnik treffen zwei unterschiedliche Arbeitsfelder aufeinander: Zum einen die Steuerung und Regelung der Produktionsprozesse, wobei in hohem Maße mit Softwaretechnik gearbeitet wird. Es gibt enge Berührungspunkte zum Arbeitsgebiet Informationstechnik. Zum anderen arbeitet die Automatisierungstechnik experimentell am Aufbau von Produktionsanlagen und dabei eingesetzten Industrierobotern.

Informationstechnik

Unter *Informationstechnik* wird die elektronische Umwandlung, Übermittlung und Verarbeitung von Informationen verstanden. Die Erkenntnisse und Methoden der Informationstechnik sind zwischenzeitlich zu einem wichtigen Bestandteil aller Arbeitsbereiche geworden. So ist beispielsweise die Forschung im Bereich der Energieübertragung und -verarbeitung ohne Informationstechnologie heute nicht mehr denkbar. Noch stärker gilt dies für die Automatisierungstechnik, die sich im besonderen Maße informationstechnischer Methoden bedient.

- Die *Datenübertragung* ist ein wichtiger Bereich innerhalb der Informationstechnik. Die sich ausweitenden Anwendungsgebiete der *Kommunikationstechnik* (Internet) steigern das Interesse, wichtige Teilbereiche sind beispielsweise die Übertragung von Bild- und Tonsignalen in Mobilfunknetzen. Auf dem Gebiet der elektronischen Medien wachsen früher getrennte Bereiche wie Rundfunk und Fernsehen auf der einen Seite und die Rechnertechnik auf der anderen Seite zusammen. Die Medienlandschaft wird durch bereits eingeleitete Entwicklungen wie digitaler Hörfunk, digitales Fernsehen und interaktives Fernsehen weiter verändert. Heute schon werden digitale Speichermedien wie die CD-ROM als Datenträger für Wörterbücher, Lexika, Schulungsprogramme, Unterhaltungsprodukte etc. verwendet. Die vielfältigen Möglichkeiten der Informationsübertragung durch Bild, Ton und Text eröffnen eine breite Palette neuer Anwendungen. Der Telekommunikationssektor und die Medienwirtschaft gelten als führende Wachstumsbranchen. Dies bringt einen entsprechenden Forschungsaufwand mit sich. Die Forschung in diesem Arbeitsbereich ist sowohl experimentell bzw. apparativ als auch software-technisch ausgerichtet.

Mikroelektronik

Die *Mikroelektronik* hat sich zu einer wichtigen Grundlagendisziplin der Elektrotechnik entwickelt. Sie beschäftigt sich im weiten Sinne mit elektronischen Schaltungen, Halbleitern und integrierten Schaltkreisen, deren Aufbau, Zusammensetzung und Produktion. Aus der experimentellen Forschung gingen in den letzten Jahren eine Vielzahl wichtiger Produkte beispielsweise in den Bereichen Kommunikationstechnik, Mess-, Steuer- und Regeltechnik, der Kraftfahrzeugelektronik, Software und Medizintechnik hervor.

Mit der Arbeit an immer kleineren und leistungsfähigeren Schaltungen verbessern sich stetig die Anwendungsoptionen der Informationstechnik. Insofern ist die Mikroelektronik eine wichtige Grundlage für weitere Entwicklungen auf dem Gebiet der Informationstechnologie.

- Ein wichtiges Teilgebiet der Mikroelektronik ist die *Halbleitertechnik*. Die elektrische Leitfähigkeit kristalliner Stoffe (z.B. Silizium) kann durch Licht, Wärme, Druck und vor allem durch gezielte Verunreinigungen (Dosierung) beeinflusst werden. Angefangen von Dioden, Transistoren bis zu integrierten Schaltkreisen ist dieses Prinzip Bestandteil elektrotechnischer Bausteine. Kombiniert zu komplexen Schaltkreissystemen entstehen daraus beispielsweise der Rechnerchip des PC ebenso wie verschiedene Techniken in der Sensorik und Datenspeicherung.

Die Forschung hat hierbei zwei Ausrichtungen: auf der einen Seite die software-technische Forschung, in der durch rechnergestützte Verfahren der Entwurf von Schaltungen erstellt und deren Funktion simuliert wird; auf der anderen Seite das experimentelle Arbeiten zur Entwicklung von mikroelektronischen Strukturen. Dies geschieht in wachsendem Umfang unter Bedingungen der Reinraumtechnik.

- Die *Mikrosystemtechnik* ist eine Erweiterung der Mikroelektronik. Nicht nur elektrische, sondern auch mechanische, optische und biologische Komponenten werden in der Mikrosystemtechnik integriert. Allerdings steigt die Komplexität der Effekte, wenn die elektrische Ebene verlassen wird. Neben Miniaturmaschinen wie etwa miniaturisierten Motoren werden beispielsweise Mikrosensoren entwickelt, die auf einer Breite von 40 Mikrometern 38 Sensoren versammeln und wie eine "künstliche Nase" arbeiten.
- Ein weiterer Schritt in Richtung Miniaturisierung über die Mikrosystemtechnik hinaus ist die *Nanotechnologie*. Auf diesem Gebiet arbeitet die Elektrotechnik eng mit der Physik zusammen. Ziel ist es, auf der atomaren Ebene Bausteine je nach Bedarf zusammensetzen zu können.
- Ein weiteres wichtiges Vertiefungsgebiet der Elektrotechnik stellt die *Optoelektronik* dar. Optoelektronische Komponenten nehmen im Alltag bereits an vielen Stellen eine zentrale Funktion ein: beispielsweise bei Lichtschranken, Laserdruckern, CD-Playern oder Digitalkameras. Weitere Entwicklungsfelder sind absehbar: Einsatz von Lasern in der Chirurgie und der Augenheilkunde, leistungsfähigere Übertragung von Informationen mit Hilfe von Glasfaser-Kabeln, Flüssigkristall-Bildschirme etc.

Neben den genannten Gebieten gilt etwa die Weiterentwicklung von "intelligenten" Maschinen - beispielsweise für die Verkehrstechnik (Hochgeschwindigkeit, Autopiloten) - als Zukunftstechnologie, die einen entsprechenden Forschungsbedarf nach sich zieht.

2.1.3 Übergreifende Arbeitsgebiete

Elektromagnetische Verträglichkeit

Das Forschungsgebiet Elektromagnetische Verträglichkeit befasst sich übergreifend mit Fragen der gegenseitigen Störung elektrotechnischer Systeme. Den Effekt der Funktionsbeeinflussung durch elektromagnetische Verkopplung kennt man im Alltag beispielsweise als Störgeräusch im Rundfunkgerät, wenn im Umfeld eine Bohrmaschine oder ein Staubsauger betrieben wird. Aus dem gleichen Grund dürfen Funktelefone zum Beispiel in der Nähe medizinischer Gerätschaften oder in Flugzeugen nicht benutzt werden. Dieses Problem der wechselseitigen Beeinflussung bis hin zur Funktionsuntüchtigkeit von elektronischen Systemen gewinnt an Bedeutung, je mehr elektronische Komponenten eingesetzt werden bzw. je näher diese Komponenten als Folge der Miniatürisierung zusammengelegt werden. Jedes elektronische System ist zugleich Quelle und Empfänger von Störsignalen. Hier entsteht ein wachsendes Forschungsfeld, das die Feststellung und Vermeidung von Störemissionen bzw. Störfestigkeiten quer zur allen Arbeitsbereichen der Elektrotechnik untersucht.

Mechatronik

Mechatronik ist ein interdisziplinäres Gebiet der Ingenieurwissenschaften, das auf den Grundlagen der Elektrotechnik, des Maschinenbaus und der Informatik basiert. Mechatronische Fragestellungen ergeben sich überall dort, wo durch die geeignete Verknüpfung von Methoden und Werkzeugen der Einzeldisziplinen eine Verbesserung in der Entwicklung und technischen Umsetzung vorhandener Maschinen und Aggregate erreicht werden kann bzw. neue integrierte mechanisch-elektronische Systeme entwickelt werden. Typische Anwendungsgebiete der Mechatronik sind die Automatisierungstechnik/Robotik, Mikrosystemtechnik/Finwerktechnik, Fahrzeugtechnik und Medizintechnik.

Fahrzeug- und Verkehrstechnik

Seit Jahren wächst im Kraftfahrzeugbereich der Anteil elektronischer Komponenten kontinuierlich an. Das Einsatzfeld reicht von elektronischen Tachometern, Zündanlagen und Einspritzungen über Anti-Blockier-System (ABS) und Elektronischem Stabilitätsprogramm (ESP) bis hin zur Lenkung eines Fahrzeuges über Global Positioning-System (GPS). Im Bereich der Verkehrstechnik geht es beispielsweise um Entwicklungen zur Lenkung, Steuerung und Überwachung des Verkehrs oder um elektronische Fahrgastinformationen in U- und S-Bahnen.

Medizintechnik

Ein wichtiges gemeinsames Arbeitsfeld zwischen Elektrotechnik und Medizin erschließt sich über die Medizintechnik. Hier werden elektronische und elektromechanische Geräte zur Diagnose (Ultraschalldiagnose, Computertomographie etc.), Therapie (Mess- und Regelungssysteme für Diabetiker etc.) sowie verschiedene medizinische Hilfsmittel entwickelt. Dazu gehören Hörgeräte und Herzschrittmacher ebenso wie technische Prothesen, die den biologischen Vorbildern angepasst werden. Ein weiteres Feld ist die Entwicklung von Operationsrobotern, die computergesteuert punktgenaue operative Eingriffe vornehmen können.

2.2 Strukturprofile

Die Hochschulen haben prinzipiell die Möglichkeit, durch unterschiedliche Gewichtungen der oben dargestellten Arbeitsbereiche ein eigenes Profil herauszubilden. Die zunehmende Bedeutung der Informationstechnik wurde bereits angesprochen. Die Umbenennungen der Fachbereiche in "Elektrotechnik und Informationstechnik" in den vergangenen Jahren gingen in der Regel mit derartigen Profilierungen einher.

Die folgende Abbildung 12 zeigt eine Übersicht über die derzeitige Verteilung der Hochschullehrerstellen ausgewählter Hochschulen auf die Arbeitsbereiche. Sie zeigt deutlich, dass die Lehrstühle relativ gleichmäßig über die Arbeitsbereiche verteilt sind, wobei sich im Durchschnitt ein leichter Überhang der Hochschullehrer-Stellen im Bereich Informationstechnik und Mikroelektronik abzeichnet, der zukünftig weiter steigen könnte. Es ist allerdings zu beachten, dass die jeweilige Einordnung eines Hochschullehrers auf der Bezeichnung seines "Lehrstuhls" basiert. Dennoch ermöglichen die dargelegten Profile einen Einblick in die grundsätzlichen Ausrichtungen und Schwerpunkte der Elektrotechnik an der jeweiligen Hochschule.

Profilierung:

An vielen Fachbereichen hat bereits eine verstärkte Konzentration auf einzelne Arbeitsbereiche begonnen. Die BTU Cottbus hat z. B. als Universität in einer durch Bergbau, also Energietechnik, geprägten Region (Lausitz) ein stark energietechnisch geprägtes Profil aufgebaut. Hier sind 4 bis 5 der insgesamt 11 Lehrstühle der Energietechnik zuzuordnen, während z. B. die Universität des Saarlandes (11 Professuren) nur einen Lehrstuhl in der Energietechnik besitzt.

2.3 Arbeitsweisen

Die Elektrotechnik ist nicht nur durch ihre verschiedenen Arbeitsbereiche und deren vielfältige interdisziplinäre Verknüpfungen mit anderen Wissenschaften gekennzeichnet, sondern auch durch eine Reihe unterschiedlicher Arbeitsweisen und funktionaler Abläufe, die sich zu Arbeitsprofilen verknüpfen lassen. Unter dem Begriff *Arbeitsweisen* werden die methodischen und ressourcenbezogenen Merkmale wissenschaftlicher Forschung verstanden, insbesondere die unterschiedlichen Arten experimentellen Arbeitens. Die einfache dichotome Unterscheidung in theoretische und experimentelle Arbeitsweisen erweist sich als zu grob, um die Spannweite der Arbeitsweisen in der Elektrotechnik abzudecken. Der Begriff der *funktionalen Arbeitsabläufe* umfasst die innerbetrieblichen Arbeitsprozesse, die die Durchführung der Forschungsarbeiten gewährleisten sollen. In der Regel sind diese Arbeitsabläufe durch - wenn auch gering differenzierte - arbeitsteilige Strukturen und Verantwortlichkeiten gekennzeichnet. Die jeweiligen Arbeitsplatz- und Raumanforderungen stehen in engem Zusammenhang mit den Arbeitsweisen und funktionalen Abläufen. *Arbeitsprofile* schließlich definieren sich als eine Konfiguration aus Arbeitsweisen, funktionalen Arbeitsabläufen und daraus resultierenden Arbeitsplatz- und Raumanforderungen.

Arbeitsweisen lassen sich nicht eindeutig den einzelnen Arbeitsbereichen der Elektrotechnik zuordnen. Vor allem in der Praxis finden sich in den Forschungsgruppen mehrere Arbeitsweisen parallel. Für die Bedarfsplanung ist eine Typisierung der Arbeitsweisen jedoch besonders relevant, da sich mit ihnen jeweils spezifische Flächen-, Raum- und Ausstattungsanforderungen verbinden.

Hochschule	Elektrische Energietechnik	Automatisierungstechnik	Informationstechnik	Mikroelektronik
Universität Hannover	23%	23%	36%	18%
RWTH Aachen	19%	10%	48%	24%
Universität Dortmund	20%	13%	40%	27%
TU München	21%	17%	31%	31%
TU Dresden	22%	22%	22%	34%
Durchschnitt	21%	17%	35%	27%
Fachhochschule Hannover	22%	29%	32%	17%
Fachhochschule Düsseldorf	21%	14%	31%	34%
Fachhochschule Wiesbaden	26%	17%	43%	13%
Fachhochschule Regensburg	16%	31%	28%	25%
Fachhochschule Kempten	23%	14%	36%	27%
Durchschnitt	21%	21%	34%	23%

Abb. 12 Verteilung der Hochschullehrerstellen an Universitäten und Fachhochschulen

In der Elektrotechnik lassen sich drei typische Arbeitsweisen identifizieren:

- physikalisch-technisches Arbeiten (Produktionsmaßstab - Labormaßstab)
- physikalisch-chemisch-technisches Arbeiten
- software-technisches Arbeiten

Im Folgenden werden diese Arbeitsweisen charakterisiert und beispielhaft illustriert. Diese Typologie soll es ermöglichen, einzelne Forschungsgruppen mit ihrem aus der jeweiligen Forschungsarbeit resultierenden Ressourcenbedarf besser einordnen zu können. Zu betonen ist aber auch, dass die hier vorgenommene Zuordnung von Forschungsgebieten zu Arbeitsweisen nur eine tendenzielle Einschätzung sein kann. Durch besondere Forschungsschwerpunkte können einzelne Forschungsgruppen im konkreten Fall durchaus abweichend einzuordnen sein.

Abbildung 13 zeigt eine Übersicht der verschiedenen Arbeitsweisen sowie Beispiele für mögliche Anwendungsbereiche, in denen diese schwerpunktmäßig zum Einsatz kommen können.

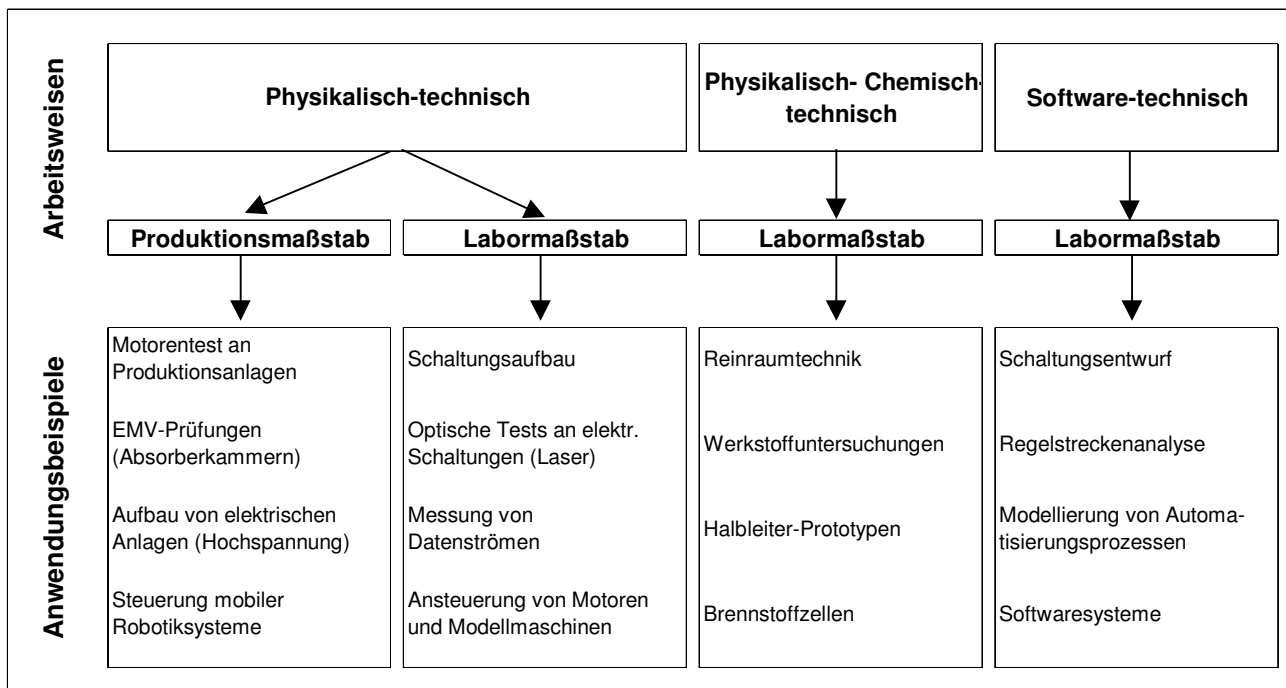


Abb. 13 Arbeitsweisen in der Elektrotechnik

2.3.1 Physikalisch-technische Arbeitsweise (Produktionsmaßstab)

Die physikalisch-technische Arbeitsweise im Produktionsmaßstab kommt in der Elektrotechnik vorrangig in der Elektrischen Energietechnik und in der Automatisierungstechnik zum Einsatz. Das wesentliche Merkmal dieser Arbeitsweise liegt darin, dass Versuchsstände im originalen Industriemaßstab aufgebaut und untersucht werden. Hierzu werden Versuchshallen, Schwerlabore und sonstige große technologische Labore benötigt. Eine Serienfertigung im industriellen Maßstab findet allerdings nicht statt.

In der Elektrischen Energietechnik bezieht sich die Forschung häufig unmittelbar auf elektrische Ströme in großmaßstäblichen Energieanlagen. Zumeist werden einzelne Komponenten zunächst am Rechner und im Labor untersucht (physikalisch-technische Arbeitsweise im Labormaßstab) und dann auf ihre Funktionen hin im Produktionsmaßstab getestet. Zu den Anwendungsbereichen gehören innerhalb der Energietechnik insbesondere die elektrischen Antriebe, die Hochspannungstechnik und die Energieversorgung. Diese Forschungsbereiche benötigen für anwendungsorientierte Forschungen so genannte "fullscale-Aufbauten", die im Regelfall nur in großen Laborräumen (Schwerlaboren) bzw. Versuchshallen untergebracht werden können.

Ein weiterer Arbeitsbereich, bei dem die physikalisch-technische Arbeitsweise im Produktionsmaßstab vorherrscht, ist die Automatisierungstechnik. Hier wird die Automatisierung von Produktions- und Steuerungsprozessen untersucht. Während ein Teil der Forschungen durchaus in Laboren bzw. am Rechner stattfinden kann, untersuchen die Wissenschaftler die Anwendung der entwickelten Systeme im Produktionsmaßstab. Dafür werden je nach Forschungsgegenstand größere Flächen benötigt, z. B. für mobile Robotertechnik.

2.3.2 Physikalisch-technische Arbeitsweise (Labormaßstab)

Das physikalisch-technische Arbeiten im Labormaßstab ist die klassische elektrotechnische Arbeitsweise, die in den meisten Forschungsgebieten angewandt wird. Zumeist geht es um den Auf-

bau von Schaltungen oder das Messen von Stromflüssen, Feldern etc. Unter diese Arbeitsweise können aber auch Versuche subsummiert werden, die vollständige elektronische Produktionssysteme abbilden. Voraussetzung hierfür ist, dass es sich um hinreichend kleine Systeme handelt, die in entsprechenden Räumen (elektronischen und technologischen Laboren) untersucht werden können (z. B. Kleinmotoren etc.).

Vor allem in der Energie- und Automatisierungstechnik gibt es enge Verbindungen zwischen den physikalisch-technischen Arbeitsweisen im Produktions- und im Labormaßstab. Umgekehrt ist es durchaus denkbar, dass in einigen speziellen Forschungsgebieten ausschließlich physikalisch-technisch in den entsprechenden Laboren gearbeitet wird. Dies gilt z. B. für Forschungen in der Informations- und Kommunikationstechnik sowie in der Regelungstechnik, die eine wichtige Grundlage für die Automatisierungstechnik darstellt.

2.3.3 Physikalisch-chemisch-technische Arbeitsweise (Labormaßstab)

Die physikalisch-chemisch-technische Arbeitsweise kommt in der Elektrotechnik bei einer Reihe von speziellen Forschungsarbeiten zur Anwendung. Zentrales Anwendungsgebiet ist die Forschung in der Halbleitertechnik, z. B. die Entwicklung von Mikrochips. Hier wird in vielen Fällen unter Reinraumbedingungen mit chemischen Methoden der Aufbau von Mikro- und Nanostrukturen untersucht bzw. deren Anwendbarkeit für elektrotechnische Entwicklungen analysiert. In solchen Fällen nähert sich die Forschungsarbeit den Produktionsbedingungen in der Industrie an. Da sich die Nanoelektronik zu einem immer wichtigeren Feld der Elektrotechnik zu entwickeln scheint, ist mit einer zunehmenden Bedeutung dieser Arbeitsweise zu rechnen.

Die physikalisch-chemisch-technische Arbeitsweise wird in erster Linie dort eingesetzt, wo neue Werkstoffe und Produktionsverfahren entwickelt werden. Dies ist zwar in erster Linie im Halbleiterbereich der Fall, gilt aber auch in anderen Forschungsgebieten, z. B. in der optischen Nachrichtentechnik oder der Hochspannungstechnik bei der Entwicklung von Isolationsstoffen für Hochspannungsleitungen.

2.3.4 Software-technische Arbeitsweise

In allen Arbeitsbereichen nimmt die software-technische Arbeit einen zunehmend wichtigen Stellenwert ein. Der Begriff "software-technisch" ist hier als Beschreibung einer Tätigkeit zu verstehen, die vorwiegend am Rechner stattfindet und zunächst keine experimentellen, d. h. praktischen Untersuchungen im Labor einschließt.

Gerade in einzelnen Forschungsgebieten der Informationstechnik und der Mikroelektronik ist die software-technische Arbeitsweise zur Haupttätigkeit geworden. Die Programmierung, Modellierung und Simulation von Abläufen und Prozessen am Computer hat viele ehemals experimentelle Arbeiten im Labor abgelöst. Beispielhafte Forschungen sind etwa die Modellierung energietechnischer Abläufe, die Entwicklung von Steuerungsmodellen automatisierter Fertigungen, der Entwurf elektronischer Schaltungen oder die Programmierung von Fertigungsanlagen.

2.4 Funktionelle Arbeitsabläufe

Die Durchführung von Forschungsarbeiten wird durch innerbetriebliche Arbeitsprozesse strukturiert. Die wichtigsten Kriterien sind hierbei

- die räumlich und zeitlich abgestimmte Organisation der Arbeitsabläufe,
- die Zuordnung von Verantwortlichkeiten und Entscheidungsbefugnissen und
- die Zuordnung von Arbeitsplätzen.

Hierzu werden verschiedene räumliche Bereiche (Hallen, Labore, Büros etc.) benötigt, denen arbeitsteilig spezifische Aufgaben und Ressourcen zugewiesen sind. Es lassen sich drei Typen von funktionalen Arbeitsabläufen unterscheiden, die im folgenden kurz charakterisiert werden. Für die jeweiligen Arbeitsläufe fallen mit unterschiedlicher Anteilen Arbeiten in den Bereichen Büro, Labor, Versuchshalle und Werkstatt an.

2.4.1 Hallenbezogene Arbeitsläufe

Die hallenbezogenen Arbeitsabläufe bringen den größten Ressourcenbedarf mit sich. Im Mittelpunkt steht das experimentelle Arbeiten in der Versuchshalle sowie das begleitende theoretische Arbeiten im Bürobereich. Labor und Werkstätten erbringen in der Regel Dienstleistungen für das experimentelle Arbeiten in der Halle.

Bürobereich: Die festen, personengebundenen Arbeitsplätze der Wissenschaftler befinden sich im Bürobereich. Auch für fortgeschrittene Studierende und Diplomanden sind im Bürobereich Rechnerarbeitsplätze untergebracht.

Versuchshalle, Labore: Die experimentelle wissenschaftliche Arbeit findet vorwiegend in Versuchshallen statt. Hier arbeiten Doktoranden und Studierende an großmaßstäblichen Versuchsaufbauten. In den Laboren finden überwiegend Service- und Ergänzungsarbeiten statt. In den Laboren ist aber ebenso Raum für Experimente im kleineren Maßstab. Hier sind in der Regel die festen Arbeitsplätze der Techniker bzw. der Laboringenieure untergebracht.

Werkstätten: Werkstätten übernehmen technische Dienstleistungen zur Unterstützung der Forschungsgruppen. Sie fertigen Werkstücke für die Versuchsaufbauten. Die Werkstattmitarbeiter haben ihre personengebundenen Arbeitsplätze unmittelbar in den Werkstätten.

2.4.2 Laborbezogene Arbeitsabläufe

Die laborbezogenen Arbeitsabläufe ähneln denen der hallenbezogenen Abläufe. Die experimentellen Arbeiten finden jedoch in den Laboren und nicht in der Versuchshalle statt. Die personenbezogenen festen Arbeitsplätze der Wissenschaftler befinden sich auch hier im Bürobereich. Einzelne Versuchsaufbauten in den Laboren können sowohl einzelnen als auch mehreren Mitarbeitern zugeordnet sein.

2.4.3 Bürobezogene Arbeitsabläufe

Rein bürobezogene Arbeitsläufe finden sich bei software-technisch arbeitenden Forschungsgruppen. Alle festen und wechselnden Arbeiten werden in Büro- oder Rechnerräumen ausgeführt. Der

Bedarf an Labor- und Hallenflächen sowie an Werkstattheleistungen ist - wenn überhaupt - nur zeitweilig vorhanden und wird zumeist in Kooperation mit experimentellen Forschungsgruppen wahrgenommen.

2.5 Arbeitsprofile

Abbildung 14 zeigt die Verbindung der Arbeitsbereiche (Abb. 11) mit den skizzierten Arbeitsweisen (Abb. 13). Die Arbeitsbereiche werden mit den Arbeitsweisen, die als profilbildend eingeschätzt werden, kombiniert. So wird beispielsweise im Arbeitsprofil 1 auch physikalisch-technisch im Labormaßstab und selbstverständlich (wie in allen Profilen) software-technisch gearbeitet. Die physikalisch-technische Arbeitsweise im Produktionsmaßstab wird aber als profilbildend hervorgehoben, da sie wesentlich den Ressourcenbedarf derartiger Forschungsgruppen bestimmt. Aus diesen Kombinationen ergeben sich sechs unterschiedliche Arbeitsprofile. Die Arbeitsprofile werden in den folgenden Abschnitten zur Bedarfsermittlung die zentralen Kategorien sein, für die Bedarfsmodelle entwickelt werden.

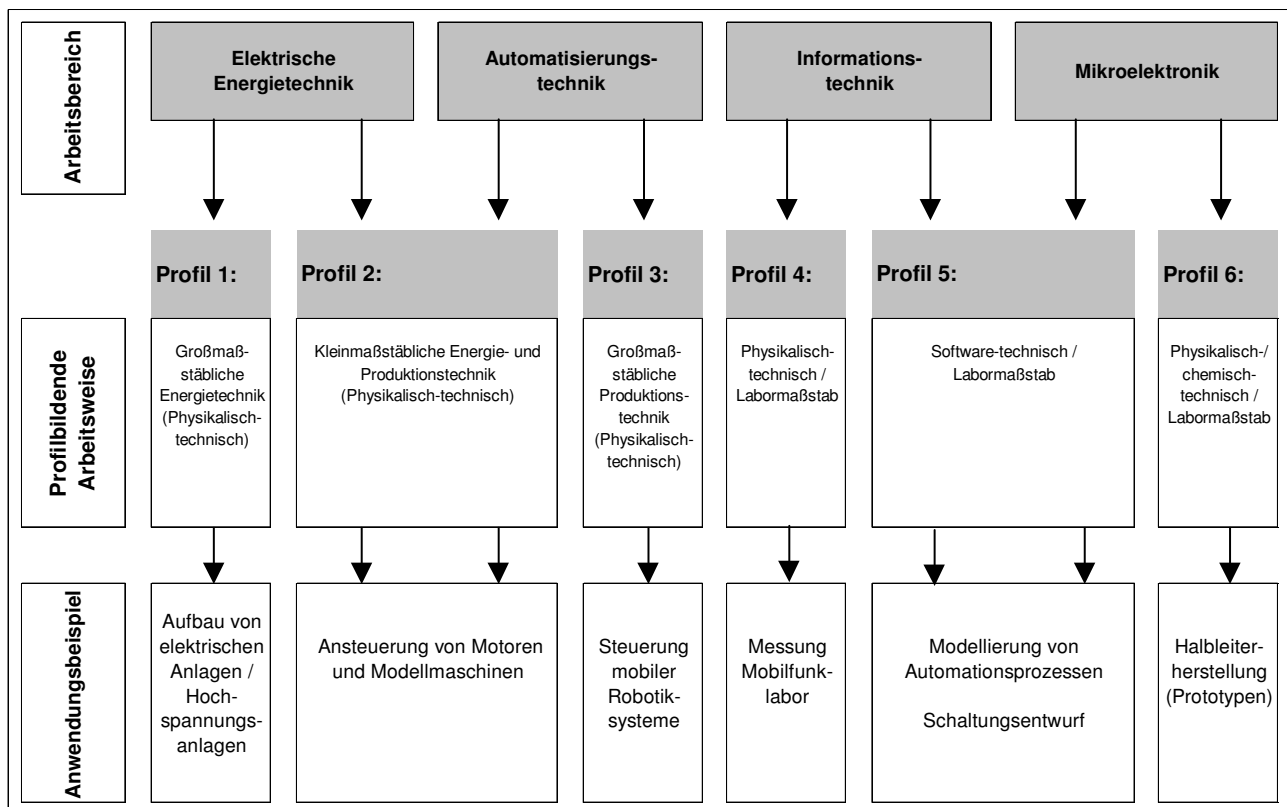


Abb. 14 Arbeitsprofile in der Elektrotechnik

Profil 1: Die Elektrische Energietechnik arbeitet in vielen Fällen großmaßstäblich im industriellen Produktionsmaßstab. Dies ist immer dann erforderlich, wenn Entwicklungen der Energietechnik industrienah realisiert werden sollen. Die Bereitstellung entsprechender Ressourcen ist daher ein wesentlicher Faktor für die Einwerbung von Drittmitteln. Beispiele für dieses Profil sind die Forschungsgebiete Hochspannungstechnik oder elektrische Antriebe und Systeme.

Profil 2: Die physikalisch-technische Arbeitsweise mit kleinmaßstäblichem Arbeiten im Labor dominiert weite Bereiche der Elektrotechnik. In der Energie- und der Automatisierungs-

technik ähnelt sich diese Arbeitsweisen relativ stark. Hier wird einerseits an typisierten Laborarbeitsplätzen gearbeitet, andererseits ist für die Durchführung von Experimenten freie Fläche erforderlich, auf der Versuchsanordnungen frei aufgestellt werden können. Beispiele sind die Leistungselektronik oder die Regelungstechnik.

- Profil 3:** Die physikalisch-technische Arbeitsweise im Produktionsmaßstab mit Bedarf an Versuchshallen tritt vor allem in der Automatisierungstechnik auf. Es wird neben den üblichen elektrotechnischen Laboren vor allem Freiraum für die Unterbringung von Produktionselementen und Produktionsanlagen benötigt, z. B. für mobile Fertigungsroboter.
- Profil 4:** Das physikalisch-technische Arbeiten im Labormaßstab weist bei der Informationstechnik spezielle Charakteristika auf. Die Wissenschaftler benötigen meist ausschließlich standardisierte elektrotechnische Labore, d. h. elektrotechnische Arbeitstische mit entsprechender Stromversorgung sowie Stellplätze für elektronische Messgeräte, z. B. in der Hochfrequenztechnik. Größere Flächen zum Aufbau von Versuchsanlagen dagegen werden in der Regel nicht benötigt.
- Profil 5:** Software-technisch wird zwischenzeitlich in allen Forschungsgruppen der Elektrotechnik gearbeitet. In der Informationstechnik und der Mikroelektronik gibt es jedoch Forschungsgebiete, die schwerpunktmäßig oder gar ausschließlich softwaretechnisch, d. h. am Rechner arbeiten. Hierzu gehören beispielsweise Forschungsgebiete wie die Datenverarbeitungstechnik oder der Schaltungsentwurf. Diese Forschungsgruppen arbeiten in der Regel mit experimentell tätigen Wissenschaftlern zusammen, wenn experimentelle Daten oder Anwendungen benötigt werden. Im Zuge der zunehmenden Ausdifferenzierung der Forschungsgebiete werden zukünftig solche Forschungsgruppen wahrscheinlich vermehrt eingerichtet.
- Profil 6:** Die physikalisch-chemisch-technische Arbeitsweise ist im Normalfall in der Mikroelektronik vorzufinden, d. h. in erster Linie in der Halbleitertechnik und der Optoelektronik. Diese Forschungsgruppen nutzen neben physikalisch-technischen auch chemische Verfahren zur Herstellung und Untersuchung von Werkstoffen und für die Produktionsverfahren von Halbleiter-Bauelementen im Mikro- und Nanobereich.

2.6 Technische Dienstleistungen

Als technische Dienstleistungen werden Einrichtungen definiert, die den Forschungsprozess durch standardisierte Prozesse und die Fertigung von Teilen unterstützen. Sie können auf der Ebene der Forschungsgruppe, des Fachbereichs oder der Hochschule organisiert sein, in vielen Fällen aber auch an Auftragnehmer außerhalb der Hochschule vergeben werden (Outsourcing).

Die Elektrotechnik-Fachbereiche greifen für die Forschung in der Regel nur auf wenige standardisierte Dienstleistungen zurück. Wichtigste Einrichtungen sind die Werkstätten (elektronische und mechanische Werkstätten) sowie die Pflege/Administration des Rechnernetzes. Im Folgenden werden diese typischen Dienstleistungen der Elektrotechnik genauer betrachtet.

2.6.1 Werkstätten

HIS hat bereits 1997 eine umfangreiche Studie zur Versorgung mit wissenschaftlichen Werkstätten vorgelegt (Vogel / Scholz 1997). In dieser Studie finden sich Angaben zur Ausstattung und zur Organisation von Mechanik- und Elektronikwerkstätten. Die vorliegende Untersuchung bezieht sich auf die dort getroffenen Flächenrichtwerte und gibt Hinweise zum Bedarf an Werkstätten, der in den unterschiedlichen elektrotechnischen Forschungsgebieten entsteht.

Der Werkstattbedarf in der Elektrotechnik ist in den vergangenen Jahren generell stark zurückgegangen. Allerdings variiert der Bedarf an Werkstätten innerhalb der Elektrotechnik stark zwischen den jeweiligen Arbeitsbereichen und Forschungsgruppen. Grundsätzlich besteht in energietechnischen Forschungsgebieten sowie in der Automatisierungstechnik, wenn im Produktionsmaßstab gearbeitet wird, ein überdurchschnittlicher Bedarf an Dienstleistungen mechanischer Werkstätten.

Die Übergänge zwischen den klassischen Elektronikwerkstätten und den elektrotechnischen Laboren sind zunehmend fließend geworden. Nur wenige Forschungsgebiete verfügen über eine explizit als Elektronikwerkstatt bezeichnete Dienstleistungseinrichtung, auch fachbereichszentrale Elektronikwerkstätten werden eher selten benötigt. Dagegen ist es üblich, dass in den Forschungsgebieten nicht-wissenschaftliche Mitarbeiter beschäftigt werden, die diese Dienstleistungen übernehmen. Diese arbeiten in der Regel in den technischen Laboren bzw. Elektroniklaboren. Diese Räume werden ebenso von den wissenschaftlichen Mitarbeitern, Diplomanden und studentischen Hilfskräften genutzt. Die Trennung zwischen Werkstatt und Labor ist daher relativ schwer zu ziehen. Es lässt sich aber festhalten, dass viele praktische elektrotechnische Arbeiten von wissenschaftlichen Mitarbeitern übernommen worden sind.

Zusammenfassend kann für den Werkstattbedarf festgehalten werden, dass in den Arbeitsbereichen, in denen physikalisch-technisch im Produktionsmaßstab gearbeitet wird, ein hoher Bedarf an Dienstleistungen einer Mechanikwerkstatt vorhanden ist. Diese Werkstätten sollten so organisiert sein, dass sie weiteren Forschungsgruppen offen stehen. In den übrigen Forschungsgebieten entsteht nur selten Bedarf an mechanischen Werkstattleistungen. Im Bedarfsfall stünde die zentrale Werkstatt zur Verfügung. Die Größe der mechanischen Werkstatt hängt vom Profil des Fachbereichs und der Zahl der einschlägigen Forschungsgruppen ab.

Organisation von Dienstleistungen:

Der Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik der Universität Stuttgart hat den beiden energietechnischen Instituten (Institut für Energieübertragung und Hochspannungstechnik / Institut für elektrische Maschinen und Antriebe) eine zentrale mechanische Werkstatt zugeordnet. Sie sind gemeinsam für die Werkstatt verantwortlich, auf die auch die anderen Institute des Fachbereichs zugreifen können. Der Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik der Universität Hannover plant, im Zuge von Umstrukturierungen Werkstätten mehreren Instituten gleichzeitig zuzuordnen und Institutswerkstätten nur noch abhängig von der Standortsituation der Institute zu erhalten.

Im Falle der Elektronikwerkstätten ist zu beachten, dass in allen experimentell arbeitenden Forschungsgebieten ein hoher Bedarf an elektronischen Arbeiten auftritt. Die eigentliche Entwicklungsarbeit aber ist Aufgabe der wissenschaftlichen Mitarbeiter. Daher besteht vor allem Bedarf an einer entsprechenden personellen und räumlichen Ausstattung (Arbeitsplatz) innerhalb einer Forschungsgruppe. Die Arbeitsplätze sind in einem elektrotechnischen Labor entsprechend herzurichten. Der Aufgabenbereich für evtl. vorhandene Techniker in einer Forschungsgruppe liegt je nach Profil entweder vorrangig im Bereich der elektronischen Unterstützung (z. B. Aufbau von Schaltungen) oder im Hard- und Softwarebereich (Wartung und Pflege der Rechnerausstattung, Aufbau von neuen Systemen etc.). Eine spezielle Leiterplattenfertigung erscheint heutzutage häu-

fig entweder nicht mehr erforderlich oder lediglich als fachbereichszentrale Einrichtung sinnvoll. In vielen Fällen kann die Fertigung von Leiterplatten an private Firmen vergeben werden.

2.6.2 Netzadministration

Die Bedeutung von Rechnernetzen wird auch in den kommenden Jahren weiter steigen und damit der Bedarf nach Betreuung dieser Netze und der angeschlossenen Rechner. Wie bereits im Rahmen der Darstellung der Arbeitsbereiche erläutert wurde, nimmt die Informationstechnik in allen Arbeitsbereichen der Elektrotechnik einen zunehmend hohen Stellenwert ein. Alle Forschungsgebiete nutzen daher umfangreiche Rechnernetze, für die Wartungs- und Installationsarbeiten anfallen. Durch die Einführung neuer Technologien wie beispielsweise Funk-Netzen wird sich die Bedarfslage erweitern.

Aus diesem Grund gehört in vielen Forschungsgruppen inzwischen die EDV-Administration zu den Aufgaben wissenschaftlicher und nicht wissenschaftlicher Mitarbeiter. Während das Rechnernetz für einige Forschungsgebiete im Wesentlichen eine Grundlage für den Datenaustausch darstellt, ist es in anderen Forschungsgebieten, z. B. in der Informations- und Kommunikationstechnik, ein wesentlicher Bestandteil des Forschungsgegenstands.

2.7 Entwicklungstendenzen

Im Folgenden werden die wichtigsten Entwicklungstendenzen in der Forschung noch einmal zusammengefasst:

- X *Energietechnik:* Im Zuge der zunehmenden Bedeutung der Informationstechnik innerhalb der Elektrotechnik werden andere, traditionelle Bereiche wie die elektrische Energietechnik etwas in den Hintergrund gerückt. Es besteht dennoch weiterhin Bedarf an Forschungsergebnissen in den Bereichen der Energieübertragung oder der energietechnischen Systeme, wie das stetig hohe Drittmittelaufkommen dieser Forschungsgebiete zeigt. Die *Energiegewinnung und -nutzung* aus neuen, zumeist regenerativen Energiequellen (z. B. aus Sonne, Wind oder Wasserstoff) und die rationelle Energienutzung haben in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen. Dieser Trend wird sich in den kommenden Jahren fortsetzen.
- X *Robotik:* Innerhalb des Arbeitsbereichs Automatisierungstechnik ist die Robotik in den kommenden Jahren von besonderem Interesse. Während in den letzten Jahren vorrangig an stationären Industrierobotern geforscht wurde, hat nun die Forschung an mobilen Robotern zugenommen. In diesem Forschungsbereich werden wesentliche Entwicklungen erwartet, die den Einsatz von Robotern auch im Dienstleistungsbereich ermöglichen sollen.
- X *Informations- und Kommunikationstechnik:* Seit längerem bereits hat die Informations- und Kommunikationstechnik einen hohen Stellenwert erreicht. Sie ist nicht nur ein eigenständiges Forschungsgebiet, sondern ein elementarer Bestandteil aller Forschungstätigkeiten in der Elektrotechnik. Durch den entsprechenden Zusatz "Informationstechnik" tragen viele Fachbereiche dieser Entwicklung Rechnung. Insbesondere die Potenziale digitaler Kommunikationswege wurden erheblich erweitert. Auch in den kommenden Jahren wird diesen Forschungsrichtungen eine erhebliche Bedeutung zukommen. Erhebliches Wachstum wird der Unterhaltungsbranche prophezeit.
- X *Medientechnik:* Im Zusammenhang mit der steigenden Bedeutung der Informations- und Kommunikationstechnik haben die elektronischen Medien in den vergangenen Jahren einen

beispiellosen Aufschwung erlebt. Insbesondere die Bereiche Mobilkommunikation und Internet sind zu nennen. Die Übertragung von Daten in Bild und Ton ist in den Mittelpunkt der elektrotechnischen Forschung gerückt. Ziel der Forschungen ist derzeit eine Datenverarbeitung, die eine verbesserte und leistungstärkere Übertragung beispielsweise von Bild und Tonsignalen über Mobiltelefone oder das Internet ermöglicht.

- X *Mikro- und Nanotechnik:* Die Umsetzung elektronischer Schaltungen in Mikrochips gewinnt in der elektrotechnischen Forschung an Bedeutung. Während vor einigen Jahren die Strukturgröße von Chips einige Mikrometer betrug, sind es heute in der Spitze der Forschung nur noch einige zehn Nanometer. Für diese Forschungen, die eng mit der Physik und der Chemie verbunden sind, ist eine besonders hochwertige Ausstattung erforderlich. Messgeräte müssen immer feinere Messungen durchführen, Beschichtungen bewegen sich im atomaren Bereich. Dies kann nur in nahezu staubfreier Umgebung, also in Reinräumen umgesetzt werden, die für Institute, die in der Halbleitertechnik arbeiten, große Bedeutung besitzen.
- X *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV):* Elektrotechnische Produkte müssen auf Grund des Gesetzes zur Elektromagnetischen Verträglichkeit von 1992 vor ihrer Positionierung auf dem Markt auf ihre elektromagnetische Verträglichkeit geprüft werden. Daraus hat sich in den vergangenen 10 Jahren ein stetig wachsendes Forschungsgebiet entwickelt. Da in allen elektrischen Systemen elektromagnetische Strahlungen entstehen, ist die EMV in allen Arbeitsbereichen der Elektrotechnik ein wichtiges Thema. Viele Hochschulen treten darüber hinaus als Dienstleister für Unternehmen auf, die einen wachsenden Bedarf an Prüfungen der elektromagnetischen Verträglichkeit haben.
- X *Netze:* Forschungen zu Rechner- bzw. Datennetzen werden in Zukunft einen weiteren Zuwachs erfahren. Die steigende Bedeutung der Informationstechnik führt dazu, dass die Ansprüche an die Rechnerleistung und die verbindenden Netze ständig wachsen. Die Leistung der Rechnernetze in den Instituten gewinnt an Bedeutung. Zukünftig wird die notwendige Software direkt über die Rechnernetze der Hochschulen abgerufen und genutzt.
- X *Interdisziplinarität:* Die Arbeitsbereiche der Elektrotechnik überschneiden sich mehr und mehr mit angrenzenden Forschungsgebieten. Deutlich wird dies dadurch, dass Themen an Gewicht gewinnen, die nur interdisziplinär bewältigt werden können. Beispiele dafür sind die Mechatronik, die Halbleitertechnik oder die technische Informatik. Interdisziplinäre Kooperationen zwischen Elektrotechnik, Maschinenbau, Informatik, Physik etc. werden die Forschungsarbeiten prägen.
- X *Profilbildung:* Immer mehr Hochschulen versuchen, ein besonderes Profil ihrer elektrotechnischen Fachbereiche zu entwickeln und zu fördern. Viele Schwerpunkte verlagern sich in Richtung Informationstechnik und Mikroelektronik. Einige Hochschulen richten Fachbereiche ein, die bereits durch ihre Bezeichnung auf ihren Schwerpunkt aufmerksam machen (z. B. "Angewandte Automatisierungstechnik" an der Fachhochschule Nordostniedersachsen). Zukünftig ist damit zu rechnen, dass viele Fachbereiche nicht mehr das gesamte Spektrum der Elektrotechnik vorhalten.
- X *Forschung an Fachhochschulen:* Wie auch in den anderen ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen, so widmen sich die elektrotechnischen Fachbereiche an den Fachhochschulen zunehmend eigenständigen Forschungsaufgaben. Die Forschung an den Fachhochschulen ist im Vergleich zu den Universitäten stärker an den Bedürfnissen der Industrie ausgerichtet, d. h. an kurzfristigen Projekten und der schnellen Anwendung der Ergebnisse. Da die Forschung bislang von den Professoren selbst durchgeführt wurde, unterstützt von Diplomanden und Laboringenieuren, ist mit zunehmender Forschungsnachfrage ein steigender Bedarf an wissenschaftlichen Mitarbeitern absehbar. Zu bedenken ist aber, dass der Ausweitung

der Forschung an Fachhochschulen durch die hohen Lehrdeputate der Hochschullehrer Grenzen gesetzt sind.

Entwicklungstendenzen Forschung	
Elektrische Energietechnik	Konstanter bis leicht abnehmender Forschungsbedarf; Industriennahe Forschung im Produktionsmaßstab
Energiegewinnung und -nutzung	Hoher Bedarf an der Nutzung neuer/regenerativer Energien und rationeller Energienutzung
Automatisierungstechnik	Konstant hoher Forschungsbedarf; Industriennahe Forschung im Produktionsmaßstab
Robotik	Zunehmende Forschung an mobilen Robotern
Informationstechnik	Wachsender Forschungsbedarf; steigende Bedeutung in allen Arbeitsbereichen der Elektrotechnik
Nachrichtentechnik	Erzeugung, Übermittlung, Verarbeitung von Daten; Umbenennung in Kommunikationstechnik
Medientechnik	Wachsendes Interesse an schneller Datenübertragung (Internet, E-Commerce)
Mikroelektronik	Wachsender Forschungsbedarf; Aufstieg zur Schlüsseltechnologie der Elektrotechnik
Mikro- und Nanotechnik	Miniaturisierung von Elektronikbauteilen; Komplexere Schaltungen und Systemintegration
Generelle Entwicklungstendenzen	
Elektromagnetische Verträglichkeit	Hohe Bedeutung in der Industrie durch EMV-Normen; Querschnittsfach
Netze	Höherer Anspruch an Rechnerausstattung; mehr Prozesssimulation
Interdisziplinäre Forschung	Verstärkte Verknüpfungen u.a. mit Informatik, Physik, Mathematik, Biologie, Maschinenbau und Medizin
Profilbildung	Verstärkte Schwerpunktbildung an den Fachbereichen (Spezialisierung); Kooperationen
Forschung an Fachhochschulen	Forschungsauftrag, erhöhte Zahl wissenschaftlicher Mitarbeiter an FH; Anwendungsorientierte Forschung

Abb. 15 Entwicklungstendenzen der Forschung

3 Lehre

Neben der Forschung wird der Ressourcenbedarf in der Elektrotechnik durch die Lehre und ihre verschiedenen quantitativen und qualitativen Merkmale beeinflusst. Hierbei sind im Kern zwei Parameter von entscheidender Bedeutung:

- Zum einen wird der Ressourcenbedarf in der Lehre durch die Zahl der Studierenden beeinflusst, besonders durch die Zahl der Studienanfänger, den sich im Verlauf des Studiums ergebenden Schwund, die Dauer des Studium und schließlich die Zahl der Diplomanden bzw. Absolventen.
- Zum anderen wird der Ressourcenbedarf in der Lehre durch die qualitative Struktur des jeweiligen Studienganges beeinflusst, das heißt vor allem durch die Art der Lehrveranstaltungen, deren Verteilung auf die einzelnen Semester und die Organisation des Lehrbetriebes insgesamt.

Der Stellenwert der Lehre unterscheidet sich an Universitäten und Fachhochschulen erheblich. Für die Universitäten steht neben der Lehre die Forschung mit ihrem erheblichen Ressourcenaufwand im Mittelpunkt; an den Fachhochschulen dagegen ist die Lehre Hauptaufgabe. Dies wird wohl auch zukünftig so bleiben, obwohl die Forschungstätigkeit der Professoren an Fachhochschulen zunehmend als wichtige Grundlage für eine anwendungsorientierte Lehre betrachtet wird.

Ein weiterer entscheidender Unterschied in der Lehre zwischen Universitäten und Fachhochschulen, der einen entsprechenden Ressourcenbedarf nach sich zieht, liegt in der unterschiedlichen Profilierung der Studiengänge. Beide Hochschultypen unterscheiden sich sowohl im Studienangebot als auch in der Studienstruktur. Während an den Universitäten vor allem Einblicke in die naturwissenschaftlich-technischen Zusammenhänge vermittelt werden, erheben die Fachhochschulen den Anspruch, praxisorientiert auszubilden. Dies wird einerseits durch ein obligatorisches Praxissemester, andererseits durch einen hohen Anteil an praktischen Lehrveranstaltungen, die innerhalb der Hochschule durchgeführt werden, unterstrichen. Auf diese Weise sollen die Studierenden über den praktischen Umgang mit elektrotechnischen Verfahren und Problemstellungen an ihr zukünftiges Berufsfeld herangeführt werden.

In diesem Kapitel wird zunächst auf die Zahl der Studierenden und die damit verbundenen quantitativen Aspekte eingegangen. Anschließend werden in den folgenden Abschnitten die verschiedenen strukturellen Aspekte des Studiums und ihre Auswirkungen auf den Ressourcenbedarf diskutiert. Dabei spielen insbesondere die praktischen Studienanteile sowie mögliche strukturelle Veränderungen durch die Einführung von Bachelor- und Masterabschlüssen eine wichtige Rolle.

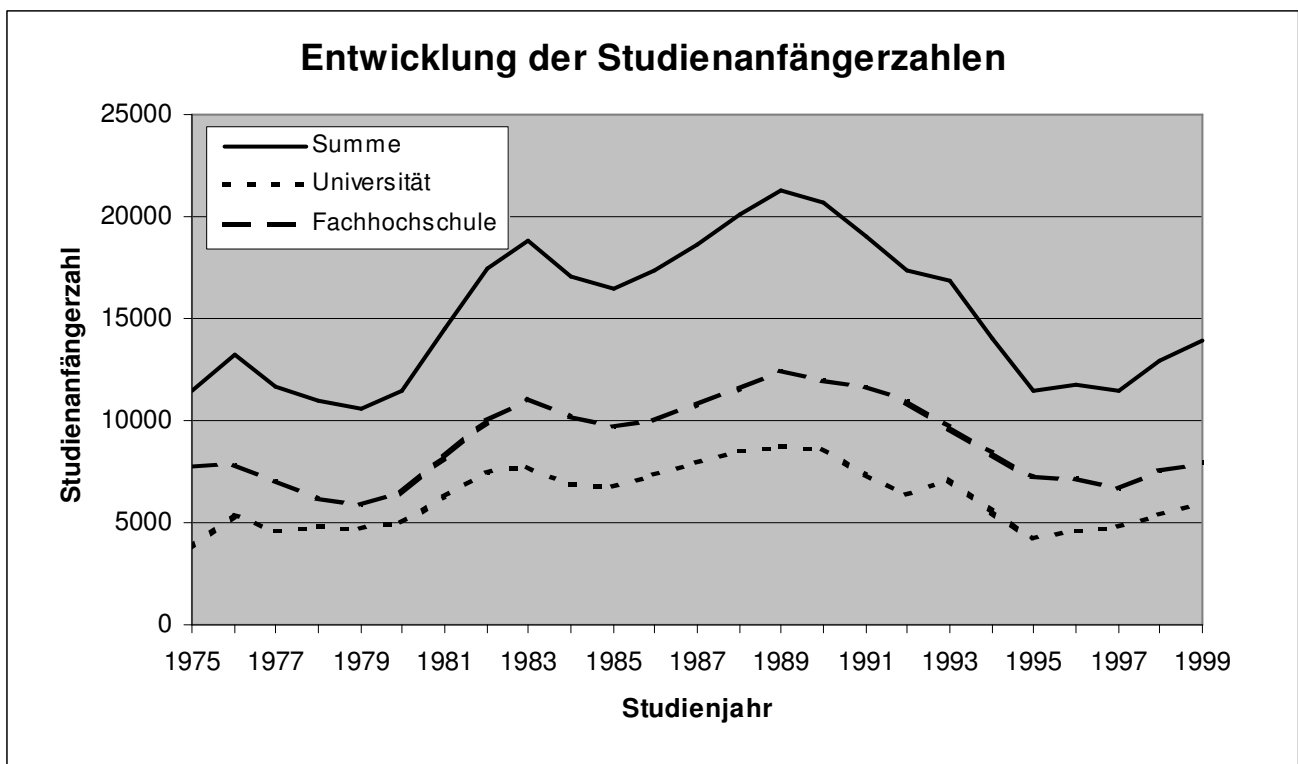
Die verschiedenen Elemente, die bei der Bedarfsplanung in der Lehre zu beachten sind, werden abschließend in Strukturmodellen für Studiengänge zusammengeführt.

3.1 Zahl der Studierenden

3.1.1 Studienanfängerzahlen

Das Studium der Elektrotechnik hat vor allem seit Beginn der 80er Jahre einen starken Zuspruch erfahren, so dass sich die Zahl der Studienanfänger zwischen 1979 und 1989 etwa verdoppelt hat. Zwischen 1989 und 1995 verringerte sich die Zahl der Studienanfänger um rund 50 % auf das Niveau Ende der 70er Jahre. Diese Entwicklung ist gleichermaßen bei Universitäten und Fachhochschulen zu beobachten. Auch die Umstellung in der amtlichen Statistik, die ab dem Studienjahr 1993 auch die Studienanfänger in den neuen Bundesländern zusätzlich einrechnet, hat den Abwärtstrend nur kurzfristig gebremst.

Seit 1995 hat sich die Zahl der Studienanfänger stabilisiert. Für das Studienjahr 1999 wurde gegenüber den Tiefpunkten von 1995 bis 1997 ein erster deutlicher Anstieg um 22 % erzielt. Dies kann jedoch verschiedene Ursachen haben, nicht zuletzt durch eine Reihe von Zusatzangeboten in Form neuer Studiengänge.



(Quelle: Statistisches Bundesamt)

Abb. 16 Entwicklung der Studienanfängerzahlen (ab Studienjahr 1993 inkl. neue Länder)

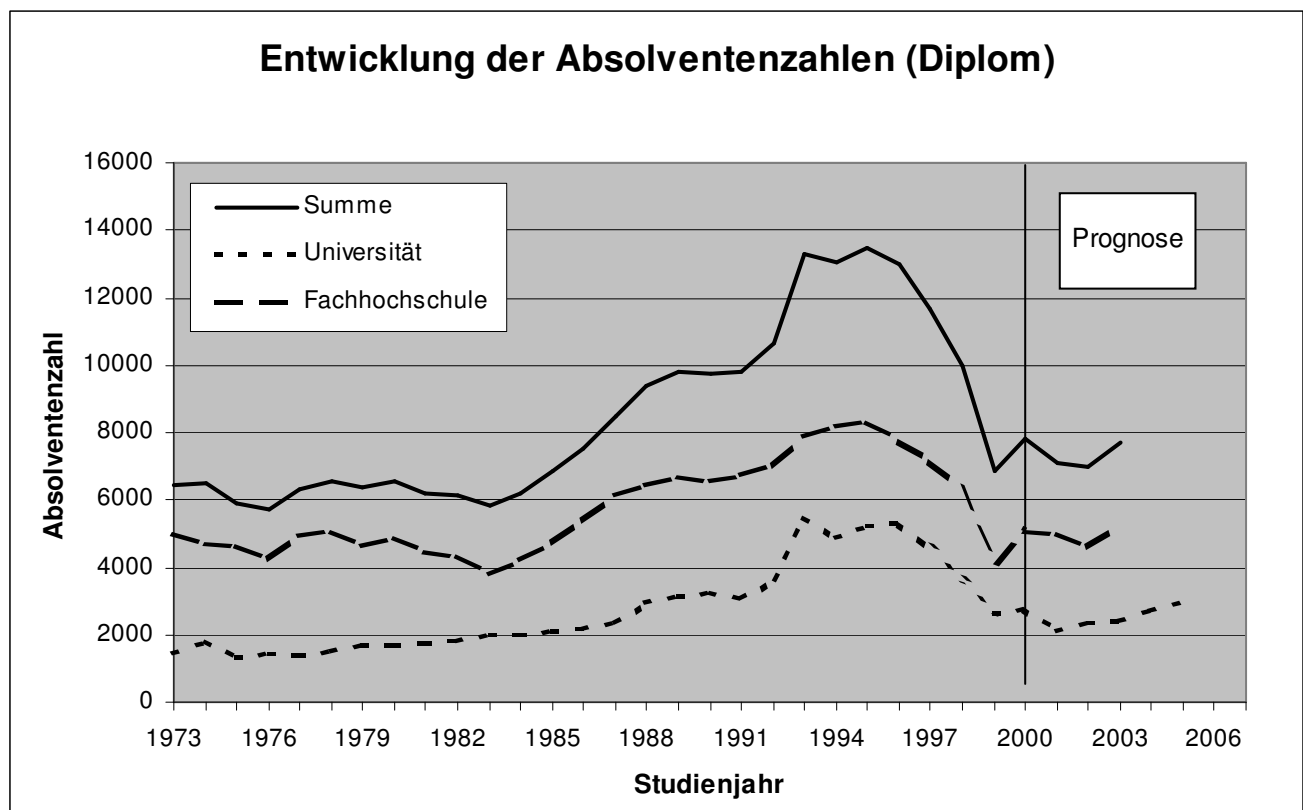
3.1.2 Absolventenzahlen

Die Entwicklung der Absolventenzahlen folgt, mit einer zeitlichen Verzögerung von 5 Jahren, der Entwicklung der Zahl der Studienanfänger. Die Regelstudienzeit beträgt an den Universitäten 9 Semester, an den Fachhochschulen 8 Semester. Die tatsächliche Studiendauer ist zwischen 1994 und 1998 an den Universitäten von 11,5 Semester auf 12,3 Semester gestiegen. An den Fachhochschulen liegt sie bei rund 10 Semestern.

Die Zahl der Absolventen befindet sich daher mit der entsprechenden Verzögerung in einer Abwärtsbewegung. Die höchste Absolventenzahl wurde 1995 erreicht (13.494). Seitdem ist dieser Wert um ca. 50 % auf rund 7.000 Absolventen gesunken.

Aufgrund der bis zum Studienjahr 1999 bekannten Zahl der Studienanfänger lässt sich die Zahl der Absolventen an den Universitäten bis zum Jahre 2005, an den Fachhochschulen bis 2004 prognostizieren. Hierfür wird davon ausgegangen, dass an den Universitäten rund 50 % der Studienanfänger das Diplom abschließen, an den Fachhochschulen rund 70 %. Setzt man diese Verbleibsquoten als konstant an, so ist mit einem zeitversetzten Rückgang der Absolventenzahl bis auf ca. 6.900 im Jahre 2002 zu rechnen, davon ca. 2.300 an Universitäten und ca. 4.600 an den Fachhochschulen. Danach ist mit einer Stabilisierung bzw. einem leichten Anstieg der Absolventenzahlen zu rechnen.

Nach einer Studie des Verbandes der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (VDE 2000) gibt es in den kommenden Jahren von Seiten der Industrie Bedarf für rund 13.000 Neueinstellungen jährlich. Der VDE warnt daher vor der "Ingenieurlücke", die sich durch die Diskrepanz zwischen Absolventen und Bedarf am Arbeitsmarkt auf-tue.



(Quelle: Statistisches Bundesamt)

Abb. 17 Entwicklung der Absolventenzahlen (ab WS 1992/93 inkl. neue Länder)

3.1.3 Verlaufsquoten der Studienanfängerzahl

Die im vorangegangenen Abschnitt dargelegten Prognosen der Absolventenzahlen bis zum Jahr 2005 beruhen auf der Annahme, dass nicht alle Studienanfänger, sondern nur ein bestimmter Anteil einen Abschluss erlangen. Auf der Grundlage statistischer Auswertungen und nach Gesprächen mit Fachvertretern ist davon auszugehen, dass wie in den vergangenen Jahren an den Universitäten rund 50 %, an den Fachhochschulen rund 30 % der Studienanfänger das Studium vorzeitig abbrechen.

Dieser Schwund verteilt sich nicht gleichmäßig auf alle Semester, sondern ist überwiegend auf die ersten Semester des Grundstudiums konzentriert. Es lassen sich daher für Universitäten und Fachhochschulen typische Verlaufskurven ableiten, die den Schwund der Studienanfänger in Elektrotechnik abbilden und die für die Planung des Bedarfs an Lehrflächen von großer Bedeutung sind.

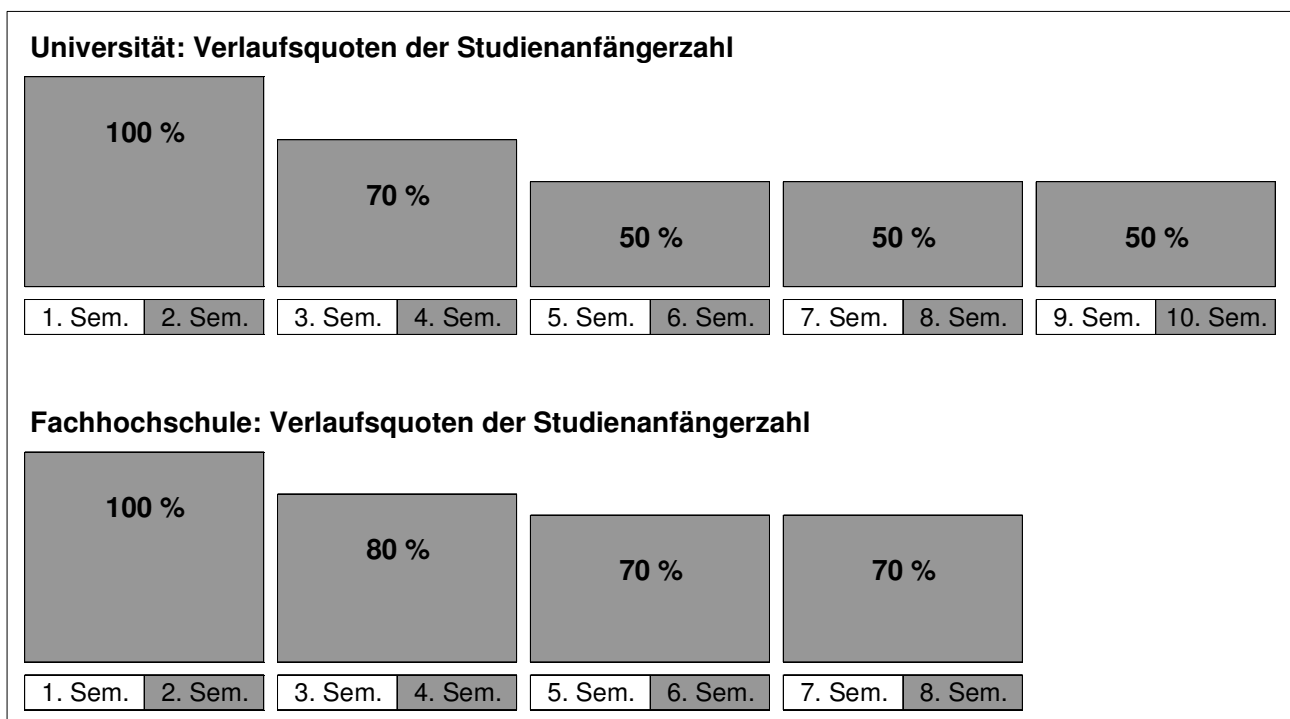


Abb. 18 Verlaufsquoten der Studienanfängerzahl

Durch die Einführung neuer Studienabschlüsse (Bachelor, Master) sind Veränderungen dieser modellhaften Verlaufsquoten möglich. Vor allem die Einführung von Bachelor-Abschlüssen nach dem 6. oder 7. Semester könnte dazu führen, dass ein noch nicht näher quantifizierbarer Anteil der Studierenden die Hochschule mit diesem Abschluss verlässt. Andererseits erhofft man sich durch die Einführung dieser neuen Abschlüsse eine Verringerung der Schwundquote.

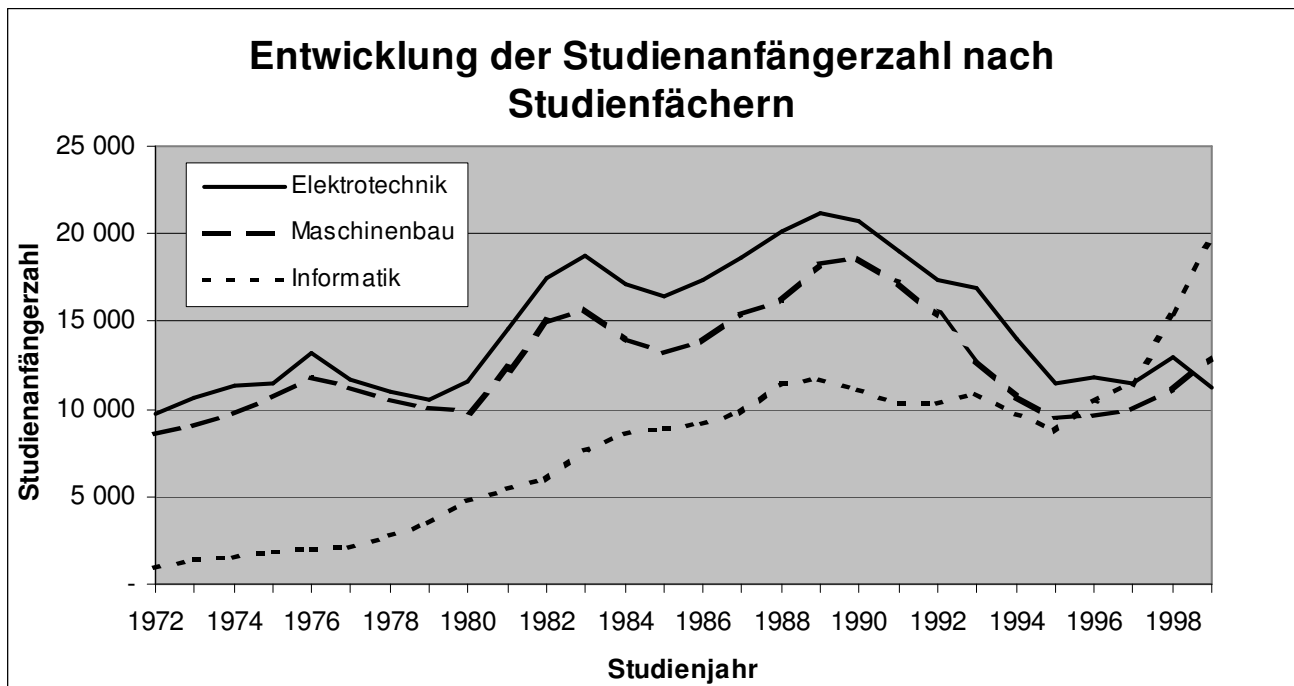
3.1.4 Einflussfaktoren auf die Zahl der Studierenden

Worauf sind die starken Schwankungen vor allem bei den Studienanfänger-Zahlen in Elektrotechnik zurückzuführen? Alle klassischen Ingenieurwissenschaften sind von einem dramatischen Rückgang der Anfängerzahlen betroffen. Als Ursachen werden folgende Argumente angeführt:

Konjunktur und Arbeitsmarkt	Der schlechte Arbeitsmarkt in den vergangenen Jahren sei der Hauptgrund für den Rückgang der Anfängerzahlen.
Strukturwandel zur Dienstleistungsgesellschaft	Insgesamt sei ein Rückgang des produzierenden Gewerbes gegenüber dem Dienstleistungssektor zu erwarten.
Informationsdefizit an den Schulen	An den allgemeinbildenden Schulen würden Themen aus den Ingenieurwissenschaften ungenügend behandelt.
Gesellschaftliche Technikakzeptanz	Die Technikentwicklung sei vor allem in den vergangenen Jahren mit einem negativen Image behaftet gewesen.
Frauen im Ingenieurstudium	Das Interesse von Frauen am Ingenieurstudium sei nach wie vor gering, der Frauenanteil liege unter 5 %.
Entwicklung innovativer Studienmodelle	Die Entwicklung innovativer Studienmodelle komme zu langsam voran.
Demografischer Faktor	Die Zahl der potentiell Studienberechtigten gehe aus demographischen Gründen zurück.
Internationaler Bildungsmarkt	Durch internationale Studienangebote entstehe eine Konkurrenzsituation für deutsche Hochschulen.

Abb. 19 Einflussfaktoren auf die Zahl der Studierenden in Elektrotechnik

Aufschlussreich ist auch eine parallele Betrachtung der ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge Elektrotechnik und Maschinenbau im Verhältnis zur Informatik. Während die Anfängerzahlen in Elektrotechnik und Maschinenbau seit 1995 stagnieren, hat sich deren Zahl im Studiengang Informatik zwischen 1995 und 1999 mehr als verdoppelt. Die Elektrotechnik bemüht sich daher seit einiger Zeit, die enge Verbindung zur Informatik in den Vordergrund zu stellen. Falls es den Fachbereichen gelingt, einen derartigen "Imagewandel" zu vollziehen, könnte ein der Informatik entsprechender Anstieg der Studienanfängerzahl auch in der Elektrotechnik möglich sein.



(Quelle: Statistisches Bundesamt)

Abb. 20 Entwicklung der Studienanfängerzahl nach Studienfächern

3.2 Studienstruktur

Der absolute und relative Ressourcenbedarf in der Lehre wird neben der Zahl der Studierenden durch die qualitative Struktur eines Studienganges beeinflusst. Der Umfang des Studienplans, die Art der zu absolvierenden Lehrveranstaltungen und ihre Inhalte, die Belegung der studentischen Arbeitsplätze sowie die gesamte Organisation des Studiums sind von entscheidender Bedeutung für den Ressourcenbedarf. Hinzu kommt die Frage, welche Veränderungen durch mögliche Reformen der Studienstruktur zu erwarten sind.

Im folgenden Abschnitt dieses Kapitels über Lehre wird zunächst die Gesamtstruktur des Studiums in Elektrotechnik dargelegt, anschließend wird auf einzelne Veranstaltungstypen und deren Ressourcenbedarf sowie auf möglicherweise zu erwartende Veränderungen eingegangen.

3.2.1 Studienangebot

Das Angebot an Studiengängen ist an Fachhochschulen wesentlich vielfältiger als an Universitäten. Während an den Universitäten der Studiengang Elektrotechnik (und Informationstechnik) im Mittelpunkt des Studienangebotes steht, haben die Fachhochschulen umfangreiche Angebote geschaffen, die sich durch spezielle Schwerpunkte vom klassischen Elektrotechnikstudium abheben sollen. Abbildung 21 zeigt im Überblick das derzeitige Studienangebot im Bereich der Elektrotechnik. Von den 74 Fachhochschulen, die in die Erhebung (vgl. Kap. 1) einbezogen wurden,

bieten 60 ein Diplomstudium Elektrotechnik bzw. Elektro- und Informationstechnik an. Dagegen gilt dies bei 28 der 29 einschlägigen Universitäten. Nicht aufgeführt sind weitere Bachelor- oder Master-Studiengänge sowie Aufbau-, Weiterbildungs- und Lehramtsstudiengänge, die von den Fachbereichen als Zusatzleistungen angeboten werden.

Das duale Studium

Ein besonderes Studienangebot, das sich in den vergangenen Jahren etabliert hat, ist das so genannte "duale Studium". Dieses Studium ermöglicht Berufstätigen, neben ihrer hauptberuflichen Tätigkeit ein Diplom zu erwerben. Zielgruppe sind Auszubildende, die parallel zur Berufsausbildung ein Diplomzeugnis erwerben wollen, und Facharbeiter, die für das Studium ihren Arbeitgeber nicht verlassen wollen. Inzwischen gibt es rund 100 derartige Studiengänge (Linden 2000), davon einige in der Elektrotechnik, z. B. an der Fachhochschule Koblenz.

Die in der Übersicht aufgeführten speziellen Studiengänge an Fachhochschulen sind nur eine Auswahl. Bei diesen speziellen Studiengängen handelt es sich vielfach um Studienrichtungen bzw. Studienschwerpunkte, die als eigenständige Studiengänge angeboten werden. Es gibt außerdem, vor allem an den Fachhochschulen, eine Vielzahl weiterer Studiengänge, deren Bezeichnungen eine Kombination verschiedener möglicher Schwerpunkte darstellen, z. B. Nachrichten- und Telekommunikationstechnik, Elektronik und Informationstechnik, Energie- und Automatisierungstechnik etc.

Studienangebot Elektrotechnik und Informationstechnik	
Universitäten	Fachhochschulen
Kernstudiengänge	
Elektrotechnik	Elektrotechnik
Elektrotechnik und Informationstechnik	Technische Informatik
	Automatisierungstechnik
	Nachrichtentechnik
Spezielle Studiengänge (Auswahl)	
Informationstechnik	Softwaretechnik
Informations- und Mikrosystemtechnik	Elektronik
Mikroelektronik	Mechatronik
Medientechnologie	Mikrosystemtechnik
Ingenieurinformatik	Ingenieurinformatik
Technische Informatik	Medieninformatik
Informationssystemtechnik	Multimediatechnik
	Elektrische Energietechnik
	Kommunikationstechnik
	Informationstechnik
	Telekommunikation
	Mikrotechnik
	Energiesysteme
	Feinwerktechnik
	Biomedizinische Technik

Abb. 21 Studienangebot Elektrotechnik und Informationstechnik

3.2.2 Studienpläne

Die Studienfächer der Studienpläne an Universitäten und Fachhochschulen lassen sich gleichermaßen in vier Bereiche klassifizieren

- **Mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagenfächer:**
Diese Fächer werden nur im Grundstudium gelehrt. Dominierend ist die Mathematik, deren Anteil bis zu 20 % des Grundstudiums betragen kann. Weitere wichtige Fächer sind die Physik, die Informatik und zum Teil die Werkstoffkunde bzw. Chemie.
- **Technische Grundlagenfächer:**
Die technischen Grundlagen werden ebenfalls in erster Linie im Grundstudium vermittelt. Dazu gehören häufig die Grundlagen der Elektrotechnik, Messtechnik, Elektronik, Energietechnik sowie Grundlagen der Nachrichtentechnik bzw. Informationstechnik. Als weiteres Grundlagenfach werden häufig Regelungstechnik, Automatisierungstechnik sowie Teilbereiche der Informationstechnik verpflichtend im Hauptstudium gelehrt.
- **Technische Vertiefungsfächer:**
Im Hauptstudium müssen sich die Studierenden für Studienrichtungen und Studienschwerpunkte entscheiden. Die technischen Vertiefungsfächer, die hierfür zur Verfügung stehen, umfassen letztlich die ganze Bandbreite möglicher Forschungsschwerpunkte, jedes Teilgebiet der Elektro- und Informationstechnik kann als Vertiefungsfach in der Lehre angeboten werden. An den einzelnen Hochschulen werden aus diesem Spektrum spezifische Schwerpunkte angeboten.
- **Nicht technische Fächer:**
Die zusätzliche Einbindung nicht technischer Fächer wird seit längerer Zeit gefordert. Noch immer gibt es nur wenige Ansätze, den Umfang dieser Fächergruppe zu steigern. Zu ihr zählen Fächer wie Recht, Betriebswirtschaft, Technikgeschichte oder Fremdsprachen. Die Hochschulen engagieren sich vor allem in den Bereichen Fremdsprachen und Betriebswirtschaft, da hier ein zunehmender Bedarf an unmittelbarer beruflicher Qualifikation für Ingenieure erkannt wurde. Der Anteil dieser Fächer am Studienplan der Elektrotechnik ist in der Regel sehr gering.

Im Folgenden werden jeweils für universitäre Studiengänge und Studiengänge an Fachhochschulen exemplarische Studienpläne vorgestellt. Dabei handelt es sich einerseits um typische Diplom-Studienpläne, andererseits um Beispiele für Bachelor- und Master-Studienpläne.

Abb. 22 Studienplan Diplom-Elektrotechnik der Universität Ulm

Als Besonderheit im Vergleich zu anderen Hochschulen fällt auf, dass die nicht technischen Fächer ausschließlich im Hauptstudium belegt werden, während andere Hochschulen diese teilweise dem Grundstudium zuordnen. Außerdem wird in Ulm kein Industriepraktikum als Zulassungsvoraussetzung gefordert. 13 Wochen Vorpraktikum während des Grundstudiums sind Voraussetzung für das Vordiplom und weitere 13 Wochen Fachpraktikum obligatorisch für die Diplomprüfung. Wie alle anderen Hochschulen empfiehlt die Universität Ulm, einen Teil des Praktikums vor Beginn des Studiums abzuleisten.

Diplom-Studiengang Elektrotechnik an der FH Fulda Studienschwerpunkt Automatisierungstechnik													
8. Sem.	Diplomarbeit												
	Technische Grundlagen				Wahlpflichtfächer				Nichttechnische Fächer				
		V	Ü	P		V	Ü	P		V	Ü	P	
	Regelungs- und Steuerungstechnik	4	2		Informatik		4		Organisationsentwicklung	2			
	Automatisierungstechnik			6	Automatisierungstechnik		4		Technik-Gesellschaft-Umwelt	2			
	Konstruktion	2		4	Vertiefungsfächer der Automatisierungstechnik		8						
	Prozessleittechnik	4											
	Leittechnik-Fallstudie			4									
	Simulation	4		2									
		Summe	14	2	16	Summe		16		Summe	4	0	0
6. Sem.	6. und 7. Semester 52 SWS												
5. Sem.	Praxissemester												
	Technische Grundlagen				Wahlpflichtfächer				Nichttechnische Fächer				
		V	Ü	P		V	Ü	P		V	Ü	P	
	Automatisierungstechnik	4	2		Techn.-phys. Grundlagen oder Informatik-Grundlagen		4		Berufspraktische Studien	2			
	Elektrische Anlagen und Energieelektronik	6	2					Einführung in das Recht	2				
	Digitaltechnik	4											
	Mikrosystemtechnik	2		2									
		Summe	16	4	2	Summe		4		Summe	4	0	0
	4. Sem.	4. Semester 30 SWS											
	4. Sem.	Mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagen				Technische Grundlagen				Nichttechnische Fächer			
		V	Ü	P		V	Ü	P		V	Ü	P	
Mathematik		12	12		Grundl. d. Elektrotechnik	8	8	2	Sozialwissenschaften oder Volkswirtschaftslehre	2			
Physik		6		2	Messtechnik	2	2	2	Sozialwissenschaften oder Techn. Englisch	2			
Informatik		4		4	Elektronik	4	2		Kommunikation: Dokumentation und Präsentation			2	
Werkstoffkunde		2	2		Energietechnik	2							
					Regelungstechnik	2							
					Nachrichtentechnik	2							
		Summe	24	14	6	Summe	20	12	4	Summe	4	0	2
1. Sem.		Grundstudium 86 SWS											
Vorpraktikum (13 Wochen)													

Abb. 23 Studienplan Diplom-Elektrotechnik der Fachhochschule Fulda

Der oben abgebildete Studienplan Diplom-Elektrotechnik der Fachhochschule Fulda veranschaulicht, dass die Grundstruktur der Diplom-Studienpläne an Universitäten und Fachhochschulen sehr ähnlich ist. In Fulda sind insgesamt 168 SWS abzuleisten, davon 86 im Grundstudium (1. bis 3. Semester) und 82 im Hauptstudium. Auch hier dominieren in den ersten vier Semestern vor allem mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagen (51 %) sowie die technischen Grundlagen der Elektrotechnik (42 %). Der Anteil nicht technischer Fächer ist mit ca. 8 % vergleichsweise hoch. Mit 20 SWS gibt es - für Fachhochschulen typisch - einen relativ geringen Anteil an Wahlpflichtfächern. Ein weiterer typischer Unterschied zu Universitäten ist das Praxissemester - hier im 5. Semester -, dass außerhalb der Hochschule in einem Unternehmen absolviert wird.

Bachelor- und Masterstudiengang Informations- und Medientechnik an der BTU Cottbus																			
10. Sem.	Master-Arbeit (6 Monate)									FACHPRÄKTIKUM									
	Im Masterstudium stehen folgende Module zur Auswahl (in Klammern das Studienangebot):																		
	Modul 1	Mathematik						4 SWS											
	Modul 2	Informatik						26 SWS											
7. Sem.	Modul 3	Elektrotechnik und Elektronik						22 SWS											
	Modul 4	Medientechnik						46 SWS											
	Modul 5	Kommunikations- und Informationssysteme						30 SWS											
	Modul 6	Wirtschafts- und Sozialwissenschaften						12 SWS											
Es müssen je 16 SWS aus drei der Module 2 bis 5 gewählt werden (insgesamt 48 SWS). Weitere 12 SWS sind aus allen Modulen des Studienangebots frei wählbar. Das Master-Studium umfasst somit insgesamt 60 SWS .																			
5. Sem.	Bachelor-Arbeit (4 Monate)									GRUNDPRAKTIKUM									
	Technische Grundlagen				Technische Wahlpflichtfächer				Nicht technische Grundlagen										
		V	Ü	P		V	Ü	P			V	Ü	P						
	Grundl. der Medientechnik	2	2			Informatik	2	2			Wahlfach aus Wirtschafts- und Sozialwissenschaften	4							
1. Sem.	Rechnernetze	4	4			Elektrotechnik u. Elektronik	2	2		Freies Wahlfach	4								
	Systemanalyse	2	2			Medientechnik	2	2		Summe			8	0	0				
	Summe			8	8	0	Summe			8	8	0	5. - 6. Semester		40 SWS				
	Mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagen				Technische Grundlagen				Nicht technische Grundlagen										
		V	Ü	P		V	Ü	P		V	Ü	P							
	Mathematik	12	6			Grundl. d. Elektrotechnik	4	4	2	BWL	2	2							
	Informatik	12	6	2		Schaltungstechnik	4	4	2	Mediendesign	2	2							
	Statistik	2	2			Kommunikationstechnik	2	2		Mediendidaktik	2	2							
	Summe			26	14	2	Summe			10	10	4	Psych. Aspekte oder Soz. Dimensionen neuer Medien	2					
														Summe			8	6	0
														Bachelor Sem. 1 - 4			80 SWS		
Vorpraktikum (13 Wochen)																			

Abb. 24 Studienplan Informations- und Medientechnik an der BTU Cottbus

Der relativ neu eingerichtete Studiengang Informations- und Medientechnik der TU Cottbus steht für eine Entwicklung, bei der einerseits neue Studienabschlüsse (Bachelor, Master) und Studienorganisationsformen (Modularisierung), andererseits eine Überlappung von Informatik und Elektrotechnik praktiziert wird. Dieser Studiengang wird sowohl von den Elektrotechnik-Instituten des Fachbereichs Maschinenbau, Elektrotechnik und Wirtschaftsingenieurwesen als auch vom Institut für Informatik des Fachbereichs Mathematik, Naturwissenschaften und Informatik angeboten.

In diesem Studiengang wurden die informationstechnischen Anteile des Elektrotechnik-Studiums mit dem Studienangebot aus der Informatik verbunden. Der Zulauf zu diesem Studium war bereits im ersten Semester sehr groß. Über 100 Studienanfänger immatrikulierten sich, während im klassischen Elektrotechnik-Studium nur ca. 40 Studienanfänger zu verzeichnen waren. Es handelt sich um einen interdisziplinären Studiengang, der als konsekutiver Bachelor- und Masterstudiengang eingerichtet wurde. Im Masterstudium wurde darüber hinaus ein Modulkonzept angewandt.

Bachelor/Master-Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik an der FH München													
10. Sem.	Master-Abschluss												
	Pflichtfächer				2 fachwissensch. WPF, z. B.:			Allgemeinwissensch. WPF, z. B.:					
		SU	Ü	P		SU	Ü	P		SU	Ü	P	
	Mathematik		6				4			Wissensmanagement		4	
8. Sem.	Bachelor-Abschluss												
	Zusätzliche Prüfungsleistung				5 techn. Wahlpflichtfächer, z. B.:				Allgemeinwissensch. WPF, z. B.:				
						SU	Ü	P			SU	Ü	P
	Bachelor-Arbeit		4		Computernetze		4			Marketing und Vertrieb		2	
					Rechnerperipherie		4						
					Opt. Nachrichtentechnik		4						
					Softwareengineering		4						
					Sensorik		4						
	Summe		4		Summe		20			Summe		2	
	7. Sem.	7. Semester 26 SWS											
6. Sem.	Praxissemester (29 Wochen, zusätzlich 6 SWS)												
					6 techn. Wahlpflichtfächer, z. B.:				Allgemeinwissensch. Pflichtfächer				
						SU	Ü	P			SU	Ü	P
					Betriebssysteme		4			English Workshop		2	
5. Sem.													
					Elektrische Maschinen 1				Internationale Normen				
							4					2	
					Hochfrequenztechnik		4						
					Mikrocontroller		4						
					Mobilfunk		4						
					Nachrichtentechnik		4						
	Summe				Summe		24			Summe		4	
	5. Semester 28 SWS												
	1. Sem.	Mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagen				Technische Grundlagen				Nichttechnische Fächer			
		SU	Ü	P		SU	Ü	P		SU	Ü	P	
Mathematik			16		Grundl. d. Elektrotechnik		20			Allgemeinwissensch. WPF		2	
Physik		4			Messtechnik		6			Information und Lernen		2	
Informatik			12		Elektronik		10			Kommunikation		2	
Werkstofftechnik		3			Digitaltechnik		6						
SU= Seminaristischer Unterricht					Mikroelektr./-computer		8						
Ü= Übung					Prod.entstehung/entwickl.	4		1					
P= Praktikum					Regelungstechnik		4						
Summe			35		Projekt-/Schaltungstechnik	2		4		Summe		6	
Grundstudium 110 SWS													
Industriepraktikum (12 Wochen, vor bzw. während des Grundstudiums)													
SU: Seminaristischer Unterricht Ü: Übung P: Praktikum													

SU: Seminaristischer Unterricht Ü: Übung P: Praktikum

Abb. 25 Studienplan Elektrotechnik und Informationstechnik, Fachhochschule München

Die Fachhochschule München bietet derzeit (Stand: November 2000) als einzige Fachhochschule in Deutschland einen kompletten Studiengang Elektrotechnik mit Bachelor- und Master-Abschluss sowie integriertem Dipl.-Ing. (FH)-Abschluss an. Die ersten 4 Semester Grundstudium sind für alle Abschlussarten gleich: Sie umfassen 110 SWS mit dem üblichen Schwerpunkt auf mathematisch-naturwissenschaftlichen und technischen Grundlagen.

Das 6. Semester ist für alle Abschlussarten ein Praxissemester. Der Bachelor-Abschluss wird nach dem 7. Semester mit einer Bachelor-Arbeit (4 SWS) erreicht. Der klassische Diplom-Abschluss (Dipl.-Ing. FH) wird nach dem 8. Semester erreicht, wobei die Lehrveranstaltungen identisch mit dem Bachelor-Studium sind. Es muss allerdings keine Bachelor-Arbeit abgelegt werden. Im 8. Semester werden 3 Wahlpflichtfächer (6 SWS) belegt sowie die Diplomarbeit angefertigt.

Das Master-Studium umfasst drei Semester und beginnt nach dem Bachelor-Abschluss. Es umfasst 52 SWS inkl. einer Masterarbeit im 2. und 3. Semester (8 SWS).

Als Besonderheit wird an der FH München während des gesamten Studiums laut Studienplan bei den meisten Veranstaltungen nicht in Vorlesungen, Übungen, Praktika etc. unterschieden. Stattdessen findet ein seminaristischer Unterricht mit integrierten Übungen und Praktika statt. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass die Studienanfänger in Klassen eingeteilt werden, um einen Unterricht in kleineren Gruppen zu ermöglichen.

3.2.3 Studienorganisation

Die vergleichende Betrachtung der verschiedenen Studiengangsprofile an Universitäten und Fachhochschulen veranschaulicht eine Reihe von Gemeinsamkeiten, Unterschieden und Entwicklungstendenzen, die für die Bedarfsplanung von Bedeutung sind. Zu beachten sind dabei vor allem der Vergleich zwischen Universitäten und Fachhochschulen, zwischen Diplom und Bachelor/Master-Abschlüssen sowie die Auswirkungen einer möglichen Modularisierung des Studiums.

Diplom-Studiengang

Die Grundstruktur des Diplomstudiums ist an Universitäten und Fachhochschulen im Kern einheitlich organisiert. Am Anfang des Studiums steht das Grundstudium mit 3 bzw. 4 Semestern, das mit dem Vordiplom abschließt und den Studierenden vor allem die mathematisch-naturwissenschaftlichen und technischen Grundlagen ihres Faches vermittelt. Anschließend folgt das Hauptstudium, das sich in einen allgemeinen Teil mit Pflichtveranstaltungen für alle Studierenden und einen vom Studierenden gewählten Vertiefungsabschnitt untergliedern lässt.

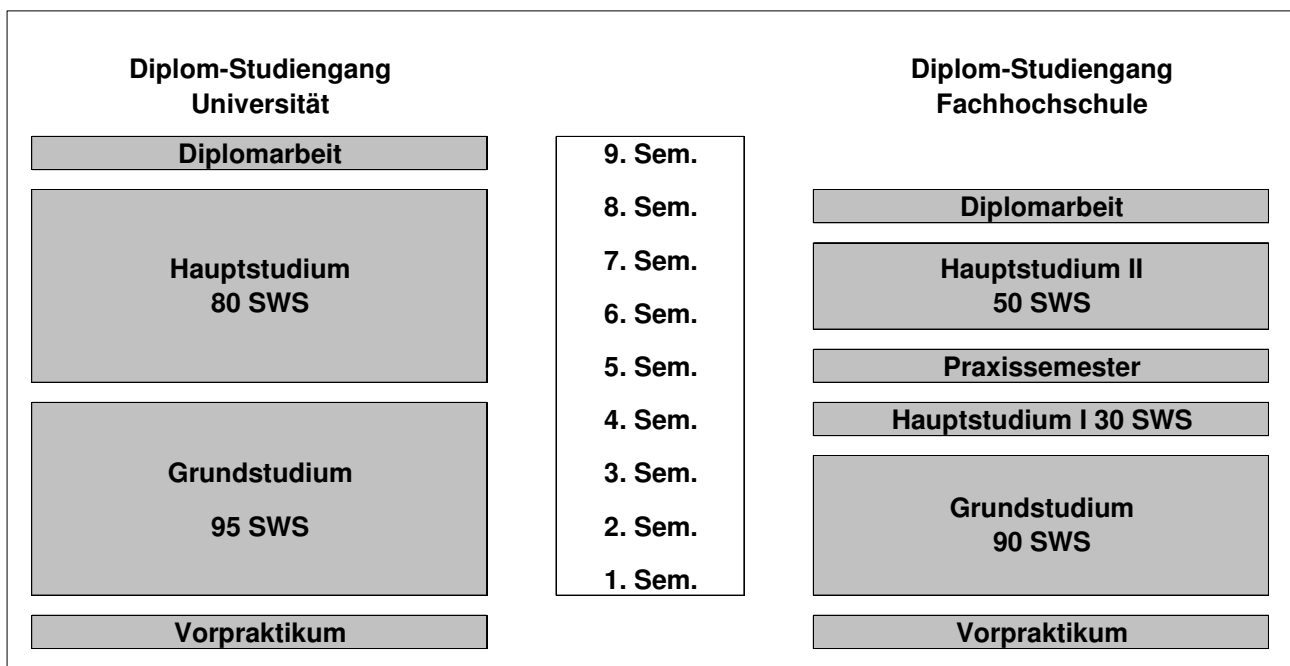


Abb. 26 Studienorganisation der Diplom-Studiengänge Elektrotechnik

Die Regelstudienzeit an *Universitäten* beträgt 9 Semester, die sich im Wesentlichen in das Grundstudium mit ca. 95 SWS und das Hauptstudium mit ca. 80 SWS gliedern. Die Studienabschnitte dauern jeweils 4 bzw. 5 Semester inkl. Diplomarbeit. In der Praxis sind auch Studienpläne mit 10 Semester Studiendauer anzutreffen. Das Grundstudium schließt mit dem Vordiplom ab. Dabei handelt es sich um eine Zwischenprüfung, nicht um einen formalen Abschluss. Neben dem Studium sind Industriepraktika zu absolvieren, in den meisten Fällen 18 Wochen. Außerdem werden in der Regel 8 Wochen Vorpraktikum als Zulassungsvoraussetzung gefordert. Diese Studienstruktur entspricht den Vorgaben der Rahmenprüfungsordnung, die einen Gesamtumfang des Studienplans an Universitäten von 175 SWS vorschlägt.

Der Studienaufbau an Universitäten und *Fachhochschulen* unterscheidet sich in zwei Punkten. Erstens ist das Studium an Fachhochschulen kürzer und im Hauptstudium stringenter durchstrukturiert. Zweitens sieht das Fachhochschulstudium ein obligatorisches Praxissemester vor.

Die Regelstudienzeit für das Fachhochschulstudium beträgt 8 Semester. Hierin enthalten ist das Praxissemester, das im Hauptstudium je nach Studienordnung zu verschiedenen Zeitpunkten absolviert wird, in vielen Fällen im 5. oder 6. Semester. Der Studienaufbau an den verschiedenen Fachhochschulen ist im Vergleich zu den Universitäten wesentlich heterogener. Bei der überwiegenden Zahl der Studiengänge umfasst das Grundstudium 3 Semester und das Hauptstudium 5 Semester. Einige Hochschulen begrenzen das Grundstudium auf 2 Semester. Das Vorpraktikum kann bis zu 13 Wochen umfassen, einige Fachhochschulen verzichten darauf. Laut Rahmenprüfungsordnung stellen 180 SWS die Höchstgrenze für den Umfang des Studienplans dar. Der Fachbereichstag Elektrotechnik hat als Mindeststandard 160 SWS beschlossen, wovon mindestens 80 SWS auf ein dreisemestriges Grundstudium entfallen sollen.

Bachelor- und Master-Studiengang

Der bislang dominierende Abschluss zum Diplom-Ingenieur wird seit einigen Jahren durch Bachelor- und Masterabschlüsse ergänzt bzw. in wenigen Fällen ersetzt. Ein Bachelor-Studiengang kann laut Hochschulrahmengesetz drei bis vier Jahre umfassen. Der Master-Studiengang soll ein bis zwei Jahre dauern. Falls ein Bachelor- und ein Master-Studiengang sich ergänzen, soll die Studiendauer insgesamt 5 Jahre nicht überschreiten. Die neuen Studienabschlüsse können sowohl an Universitäten als auch an Fachhochschulen angeboten werden. Bachelor-Studiengänge sollen einen ersten berufsqualifizierenden Abschluss vermitteln. Den Absolventen wird so beispielsweise die Chance gegeben, die Hochschule zunächst zu verlassen und später ein Master-Studium aufzunehmen.

Nach dem Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 03.12.1998 wurde ein Akkreditierungsverfahren etabliert, das die fachlich-inhaltliche Qualität der neuen Studiengänge sichern soll. Das Verfahren wird durch einen seit Juli 1999 bestehenden Akkreditierungsrat eingeleitet, der wiederum Agenturen zertifiziert und mit der Durchführung des Verfahrens beauftragt. Begleitend zu diesen Aktivitäten hat sich 1999 ein Akkreditierungsverbund für Ingenieurstudiengänge e. V. gegründet. Der Umfang eines Bachelor-Studiengangs soll nach den Vorstellungen des Akkreditierungsverbundes mindestens 120 SWS betragen, der Umfang eines Master-Studiengangs mindestens 50 SWS (Diskussionsstand 21.10.1999). Eine Praxisphase von mindestens 13 Wochen soll in diesen Studiengängen enthalten sein.

Die Struktur der Studiengänge unterscheidet sich an den verschiedenen Standorten erheblich. Im Kern lassen sich folgende organisatorischen Merkmale festhalten: Das Grundstudium dauert 3 bis 4 Semester und ist im wesentlichen mit dem jetzigen Grundstudium identisch. Nach 2 bis 3 Semestern Hauptstudium haben die Studierenden die Wahl, entweder den Bachelor-Abschluss zu erwerben (mit oder ohne Abschlussarbeit) oder in eine neue Studienphase einzutreten, die mit dem Diplom- bzw. Master-Abschluss endet. Die Integration von Bachelor und Master in das Diplomstudium bietet sich insbesondere für Universitäten an, da hier der Diplomabschluss in den meisten Fällen mit dem Masterabschluss gleichwertig sein wird. Es ist also an Universitäten damit zu rechnen, dass Bachelor- und Master-Studiengänge unter geringen strukturellen Veränderungen eingeführt werden.

Auch an Fachhochschulen funktioniert die Integration des Bachelor-Abschlusses in das bestehende Studiensystem in der Regel in der Weise, dass nach dem 6. oder 7. Semester ein vorzeitiger Bachelor-Abschluss ermöglicht wird. Neu für die Fachhochschulen wird dagegen der Master-Abschluss, der über das jetzige Diplom hinaus geht und nach zumeist 10 Semestern verliehen wird. Einige der bereits existierenden Master-Studiengänge wurden - ohne vorherigen Bachelor-Studiengang - als "Aufbau-Studiengänge" eingerichtet. Häufig sind ausländische Studierende oder berufstätige Ingenieure die Zielgruppe. Die neuen Studiengänge sind bisher grundsätzlich Zusatzangebote der Elektrotechnik-Fachbereiche. Sie ersetzen die klassischen Diplomstudiengänge nicht. Dabei handelt es sich nur in einigen Fällen um konsekutive Bachelor- und Masterstudiengänge (z. B. TU Cottbus, FH München, Universität Hannover). Die Lehrveranstaltungen sind häufig dem Studienangebot der Diplomstudiengänge entnommen. Auch die Kultusministerkonferenz hat festgelegt, dass die Hochschulen "nach Möglichkeit auf bestehende Studienangebote für Diplom- oder Magisterstudiengänge" zurückgreifen sollen (Beschluss vom 03.12.1998).

Die Frage, welche Studiengänge sich zukünftig durchsetzen werden, ist auch für diese Untersuchung von großer Bedeutung. Falls Bachelor und Master-Abschlüsse langfristig das Diplomstudium ersetzen sollten, kann sich dies auf den Umfang des Studienangebots, auf die Zahl der Studienplätze und somit auf den Personalbedarf der Fachbereiche auswirken. Eine weitere wichtige Größe ist der Anteil der Studierenden, die bei einem konsekutiven Studienablauf nach dem Bachelor-Abschluss die Hochschule verlassen.

Weiterhin ist auf die Struktur der neuen Studiengänge zu achten. Diese wird wesentlich von den Anforderungen, die das Akkreditierungsverfahren stellt, abhängig sein. Erste Kriterien hat der hierfür verantwortliche Akkreditierungsrat bereits aufgestellt. Sie werden die Struktur der neuen Studiengänge wesentlich beeinflussen. So wurde bereits durch die Kultusministerkonferenz festgelegt, dass Bachelor- und Master-Studiengänge modularisiert sein sollen und mit einem Leistungspunktesystem zu versehen sind. Neue inhaltliche Aspekte, die in den Studiengängen berücksichtigt werden sollen, sind in erster Linie ein höheres Maß an Interdisziplinarität, Internationalität sowie die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen.

Modularisierung

Die Modularisierung bedeutet eine Neuordnung der Studienstruktur. Auslöser für diese Tendenz war die Notwendigkeit, eine verbesserte Vergleichbarkeit der Studienabschlüsse auf internationaler Ebene zu gewährleisten. Dafür wurde europaweit das so genannte ECTS (European Credit Transfer System) etabliert. Um die Studienleistungen der Studierenden im internationalen Vergleich besser bewerten zu können, wird nun ein zusammenhängender Block von Lehrveranstaltungen (Modul) mit "Credits" bewertet. Um dieses System umzusetzen, müssen die Lehrveranstaltungen in der Studienordnung zu Modulen gebündelt werden. Das Prinzip, das solchen Modulen zugrunde liegt, ist die Verbindung von inhaltlich zusammengehörigen Veranstaltungen. Für jedes Modul, das im Regelfall 4 bis 8 SWS (evtl. auch bis zu 16 SWS) umfasst, wird ein Leistungsnachweis erbracht. Es entfallen also die kumulierten Prüfungen am Ende eines Studienabschnitts zugunsten von studienbegleitenden Prüfungen. Durch diese Form der Studiengestaltung sollen die üblicherweise langen Studienabschnitte zur Prüfungsvorbereitung verkürzt werden.

Prinzipiell hat die Modularisierung keine unmittelbaren Auswirkungen auf den Umfang des Studienangebots. Wenn sie mit einer Neustrukturierung des Studienangebots einher geht, wird den Studierenden eine größere Auswahl aus einer bestimmten Zahl von Modulen angeboten. Dies wäre mit einer Erhöhung des Lehraufwandes verbunden.

Internationalisierung des Studiums

Unter dem Stichwort der Internationalisierung in der Lehre sind vor allem Bestrebungen zu verstehen, die Ingenieure auf die Anforderungen eines internationalen Arbeitsmarktes vorzubereiten, den Austausch von Studierenden zu fördern und die Hochschulen für den internationalen Bildungsmarkt zu öffnen. Dazu gehört als erster Schritt die Einbeziehung von Fremdsprachen in den Lehrplan. Dieser Schritt wurde an den meisten Hochschulen inzwischen vollzogen.

Maßnahmen zur Internationalisierung des Studiums, die über diese zusätzlichen Lehrveranstaltungen hinausgehen, sind die Einführung vollständig international ausgerichteter Studiengänge, die häufig auf die Teilnahme ausländischer Studierender zielen, obligatorische Auslandssemester für deutsche Studierende vorsehen und teilweise in englischer Sprache angeboten werden. 11 von 19 Master-Studiengängen in der Elektrotechnik tragen englische Bezeichnungen und werden teilweise in englischer Sprache angeboten.

An der **Universität Stuttgart** können Studierende mit Studienschwerpunkt in der Informationstechnik nach dem 8. Semester an die Ecole Nationale Supérieure des Telecommunications (ENST) in Paris wechseln. Dort absolvieren sie 2 Semester, fertigen eine Studienarbeit an und absolvieren ein Industriepraktikum. Die abschließende Diplomarbeit wird gemeinsam von Professoren aus Stuttgart und Paris betreut und bewertet, so dass schließlich das Diplom beider Hochschulen vergeben wird.

Eine andere Variante der Internationalisierung sind sogenannte Doppel-Diplome. Hierbei werden Studienabschnitte in kooperierenden Hochschulen absolviert. Das Abschlusszeugnis wird letztlich von beiden Hochschulen vergeben, so dass der Abschluss in beiden Ländern anerkannt wird.

Interdisziplinäre Studiengestaltung

Besonders mit der Informatik, dem Maschinenbau und der Physik bestehen intensive Querbeziehungen zur Elektrotechnik. In der Lehre kommt die Mathematik als wichtige Grundlagenwissenschaft hinzu. Weiterhin ist der zunehmende Anteil nicht technischer Fächer im Studienangebot zu beachten. Bereits in einem klassischen Diplomstudiengang nehmen diese Fächer gemeinsam bis zu 30 % des Studienplans ein. Durch eine Reihe von Studienplänen werden diese interdisziplinären Querbeziehungen noch intensiviert. Hierdurch entstehen vor allem in der Lehre zum Teil erhebliche Synergieeffekte: Lehrveranstaltungen werden nicht mehr getrennt für Maschinenbau, Elektrotechnik etc. gehalten; stattdessen sitzen Studierende dieser Studiengänge in gemeinsamen Veranstaltungen. Das Ausmaß dieser Überschneidungen und der damit verbundenen Synergieeffekte kann von Hochschule zu Hochschule stark variieren und muss anhand der konkreten Studienpläne ortsspezifisch ermittelt werden.

Die **Fachhochschule Rhein-Sieg** in Bonn hat einen gemeinsamen Fachbereich Elektrotechnik und Maschinenbau eingerichtet. Die Studienpläne wurden aufeinander abgestimmt, so dass schließlich ein großer Teil (etwa zwei Drittel) der Veranstaltungen im Grundstudium für beide Studiengänge gemeinsam angeboten werden können. Bezogen auf den Gesamtumfang des Grundstudiums von 79 SWS werden hierdurch Lehrkapazitäten im Umfang von rund 50 SWS eingespart, die im Hauptstudium für die Durchführung zusätzlicher Vertiefungsrichtungen eingesetzt werden.

Besonders mit der Informatik, dem Maschinenbau und der Physik bestehen intensive Querbeziehungen zur Elektrotechnik. In der Lehre kommt die Mathematik als wichtige Grundlagenwissenschaft hinzu. Weiterhin ist der zunehmende Anteil nicht technischer Fächer im Studienangebot zu beachten. Bereits in einem klassischen Diplomstudiengang nehmen diese Fächer gemeinsam bis zu 30 % des Studienplans ein. Durch eine Reihe von Studienplänen werden diese interdisziplinären Querbeziehungen noch intensiviert. Hierdurch entstehen vor allem in der Lehre zum Teil erhebliche Synergieeffekte: Lehrveranstaltungen werden nicht mehr getrennt für Maschinenbau, Elektrotechnik etc. gehalten; stattdessen sitzen Studierende dieser Studiengänge in gemeinsamen Veranstaltungen. Das Ausmaß dieser Überschneidungen und der damit verbundenen Synergieeffekte kann von Hochschule zu Hochschule stark variieren und muss anhand der konkreten Studienpläne ortsspezifisch ermittelt werden.

Die interdisziplinäre Verknüpfung der Elektrotechnik in der Lehre mit anderen Fachgebieten, besonders dem Maschinenbau, wird allerdings auch kritisch beurteilt. Durch gemeinsame Lehrveranstaltungen würden notwendige Differenzierungen beim Lehrstoff verwischt (vgl. Kap. 3.3).

3.2.4 Veranstaltungstypen

Die Art und Weise, in der eine Lehrveranstaltung durchgeführt wird, ist von entscheidender Bedeutung für den Ressourcenbedarf. Prinzipiell ist das Spektrum der Veranstaltungstypen, die in der Lehre der Elektrotechnik zum Einsatz kommen, breit gestreut. Hinzu kommt, dass sich durch die Umstellung von Studienordnungen und die Einführung neuer Studienabschlüsse möglicherweise die Gewichte zwischen den bisherigen Veranstaltungstypen ändern bzw. neue Lehrformen eingeführt werden. Im folgenden wird daher auf die verschiedenen Veranstaltungstypen und die damit verbundenen Anforderungen und möglichen Veränderungen eingegangen.

Vorlesung	<p>Die klassische Vorlesung nimmt in den traditionellen Studienplänen der Elektrotechnik den größten Anteil ein (50%-60%). Besonders das Grundstudium wird von Vorlesungen dominiert, die in großen Hörsälen abgehalten werden (60%-70%). Im Hauptstudium dagegen schrumpfen die Gruppengrößen in den Vorlesungen, da sich die Studierenden in dieser Phase des Studiums je nach Studienschwerpunkt verteilen. Hier werden die Vorlesungen vielfach in Seminarräumen abgehalten. (Zur Bemessung von Hörsaalplätzen und zur Frage der Ausstattung von Hörsälen vgl. Haase/Senf 1995.)</p> <p>In neueren Studienordnungen, vor allem im Zusammenhang mit der Einführung von Bachelor- und Masterstudiengängen, lässt sich eine gewisse Abkehr von der klassischen Vorlesung und eine Hinwendung zum seminaristischen Unterricht in kleineren Gruppen ablesen.</p>
Übung	<p>Übungen finden in der Regel vorlesungsbegleitend statt, um den dort vermittelten Lehrstoff "einzuüben". Übungen sind im Normalfall theoretische Veranstaltungen, in denen entweder durch den Vortrag eines Mitarbeiters Übungsaufgaben mit Lösungen präsentiert werden oder die Studierenden Übungsaufgaben unter Anleitung selbst lösen sollen.</p> <p>Je nach Form der Übung findet die Veranstaltung in einem Hörsaal oder - wenn eine Einteilung der Studierenden in Kleingruppen erforderlich ist - in einem Seminarraum statt. Vor allem bei der angeleiteten Bearbeitung von Aufgaben werden in der Regel Kleingruppen mit ca. 30 Studierenden gebildet.</p> <p>Einige Übungen werden in Rechnerlaboren durchgeführt. Dabei ist der Übergang von reinen Rechnerübungen hin zu theoretischen Übungen mit gelegentlichem Rechnereinsatz fließend. Häufig findet aber auch nur ein Teil einer Übung am Rechner statt. Die Klassifizierung einer Lehrveranstaltung als "theoretische" Übung oder als Rechnerübung erweist sich daher als relativ schwierig. Ein Teil der Übungen ist häufig als freies Üben außerhalb des Stundenplans vorgesehen, wofür entsprechende Rechnerräume zur Verfügung stehen.</p> <p>Übungen können darüber hinaus Ähnlichkeit zu den Laborpraktika aufweisen, da in einigen Fällen praktische Fragestellungen erläutert werden. Hier wird aber von den Studierenden eine Fragestellung nicht selbstständig bearbeitet, wie dies im Praktikum der Fall ist, sondern in erster Linie ein Übungsthema am praktischen Beispiel durch den Übungsleiter veranschaulicht.</p>

Laborpraktikum	<p>Die Durchführung praktischer Versuche besitzt während des Studiums der Elektrotechnik einen hohen Stellenwert. Wie die Auswertung von Studienplänen zeigt, besteht an Universitäten das Grundstudium zu rund 15 % aus solchen Laborpraktika, an Fachhochschulen zu über 20 %. Für diese Laborpraktika werden spezielle Praktikumsräume benötigt.</p> <p>Laborpraktika bestehen in der Regel aus mehreren Versuchen, die die Studierenden während eines Semesters in Kleingruppen absolvieren müssen. Die Kleingruppen bestehen aus zwei bis vier Studierenden, die pro Semester zwischen 4 und 8 Versuche durchführen müssen. Die Laborpraktika finden zumeist vorlesungsbegleitend statt, um die theoretischen Inhalte praktisch ausführen zu können. Zu dieser Form von Praktika gehören auch die Physik-Praktika.</p> <p>Eine besondere Form des Praktikums ist das Rechner- bzw. Programmierpraktikum. Hierbei handelt es sich um reine Rechnerarbeiten, nicht um experimentelle Praktika.</p>
Seminaristischer Unterricht	<p>Lehrveranstaltungen in seminaristischer Form sind in den klassischen Studienplänen der Elektrotechnik kaum vorgesehen. Bei neu eingeführten Studiengängen und Abschlussarten wird jedoch vermehrt darauf hingewiesen, dass Lehrveranstaltungen in seminaristischer Form angeboten werden.</p> <p>In der Praxis bedeutet dies vor allem, dass der Unterricht in kleineren Gruppen stattfindet. In der neuen Bachelor- und Master-Studienordnung der FH München wird sogar darauf verwiesen, dass die Veranstaltungen überwiegend in seminaristischer Form mit integrierten Übungen und Praktika stattfinden.</p>
Projektstudium	<p>Mit dem Begriff "Projektstudium" wird eine Veranstaltungsform beschrieben, bei der einer Gruppe von Studierenden eine praktische Aufgabe gestellt wird, die im Team zu bearbeiten ist. Das Projektstudium unterscheidet sich vom Laborpraktikum dadurch, dass nicht vorgegebene Versuche nachzuvollziehen sind, sondern selbst Versuchsaufbauten für technische Lösungen zu entwickeln sind. Hierzu werden spezielle, dem Charakter eines technischen Labors entsprechende Räume benötigt.</p> <p>Das Projektstudium ist in den Studienplänen, die diese Lehrform vorsehen, unterschiedlich integriert. Kleinere Projekte lassen sich als Übung oder Praktikum einordnen, größere Vorhaben werden als Studienarbeit klassifiziert, die im Team bearbeitet wird. Die Einführung des Projektstudiums dient unter anderem dazu, vermehrt Schlüsselqualifikationen wie Teamarbeit, interdisziplinäres Denken, Rhetorik etc. zu vermitteln.</p>

Studien- und Abschlussarbeit	<p>Das Studium der Elektrotechnik und Informationstechnik an Universitäten umfasst im Normalfall die Anfertigung einer Studienarbeit sowie einer Abschlussarbeit. Bei Abschlussarbeiten kann es sich um Diplom-, Bachelor- und Masterarbeiten handeln. Auch an Fachhochschulen wird in wachsendem Umfang eine Studienarbeit verlangt.</p> <p>An Universitäten ist die Studienarbeit in den meisten Fällen eine Einzelarbeit, die während des Hauptstudiums in einer Forschungsgruppe angefertigt wird. Dazu werden die Studierenden zumeist in ein laufendes Projekt einbezogen und von einem wissenschaftlichen Mitarbeiter betreut. Für eine Abschlussarbeit gilt, dass sie an Universitäten fast ausschließlich in eine Forschungsgruppe eingebunden ist, an Fachhochschulen dagegen werden rund 90 % der Abschlussarbeiten außerhalb der Hochschule in einem Unternehmen durchgeführt.</p>
-------------------------------------	--

3.2.5 Bemessung der Zahl der Praktikumsplätze im Laborpraktikum

Die Studierenden der Elektrotechnik müssen sowohl im Grundstudium als auch im Hauptstudium praktische Studienanteile innerhalb der Hochschule absolvieren. Hierzu werden Praktikumsplätze benötigt, die von den Studierenden für die Dauer eines Laborpraktikums belegt werden können. Die Beantwortung der Frage, wie viele Plätze bereitgestellt werden müssen, hängt von einer Reihe von Parametern ab:

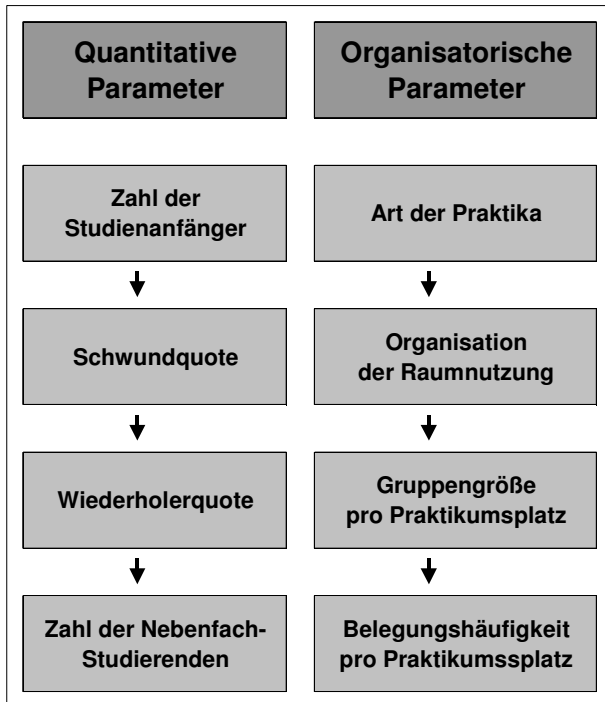


Abb. 27 Praktikumsplanung

handelt. Weiterhin ist zu beachten, ob die Praktikumsräume gemeinsam vom Fachbereich genutzt werden oder ob nur einzelne Hochschullehrer auf einen Praktikumsraum zugreifen. Schließlich können die studentischen Praktikumsplätze je nach Organisationsprinzip des Studiums unterschiedlich dicht belegt werden, einzeln oder in kleinen Gruppen und einmal oder mehrmals im Semester.

Im Folgenden wird beispielhaft gezeigt, wie die Zahl der benötigten Praktikumsplätze im Laborpraktikum überschlägig ermittelt werden kann. Die Planung kann natürlich ortsspezifisch variieren und ist vor allem vom jeweiligen Studienplan und der Art der Praktikumsorganisation abhängig.

Modell-Annahmen Universität

Für die modellhafte Ermittlung einer benötigten Zahl an Praktikumsplätzen in Laborpraktika an Universitäten wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

- Die ursprüngliche Studienanfänger-Zahl sinkt im Verlauf des Studiums auf 70 % ab dem 3. Semester und auf 50 % ab dem 5. Semester.
- Die Wiederholer-Quote im Grundstudium liegt bei rund 10 %.
- Die Nebenfach-Studierenden können die vorhandenen Praktikumsplätze entweder in der vorlesungsfreien Zeit mitnutzen oder während eines Semesters, in dem nur ein Jahrgang der Elektrotechnik absolviert wird.

Quantitative Parameter: Als quantitative Eingangsgröße ist die durchschnittlich zu erwartende Zahl der Studienanfänger von entscheidender Bedeutung. Im Laufe des Studiums wird sich diese Zahl um die jeweils anzusetzende Schwundquote verringern. Zuzuschlagen ist im Gegenzug ein pauschaler Anteil von Studierenden, die ein Praktikum wiederholen. Schließlich ist zu berücksichtigen, dass Studierende anderer Fächer (Maschinenbau, Informatik etc.) ebenfalls Praktika in Elektrotechnik absolvieren müssen.

Organisatorische Parameter: Zu unterscheiden ist vor allem zwischen den Grundlagen-Praktika im Grundstudium und den Fortgeschrittenen-Praktika im Hauptstudium, da hier unterschiedliche Anforderungen gestellt werden. Bei der Art der Praktika ist außerdem zu berücksichtigen, ob es sich um Rechnerpraktika oder um physikalisch-technische Praktika

rotechnik-Studierenden ein Praktikum absolviert. Zusätzliche Plätze für Nebenfach-Studierende sind aufgrund dieser Annahmen nicht erforderlich.

- Für die Grundlagenpraktika wird ein gemeinsamer Raum vom gesamten Fachbereich genutzt. Die Fortgeschrittenen-Praktika finden zur Hälfte in einem vom Fachbereich gemeinsam genutzten Praktikumsraum, zur Hälfte in den Forschungslaboren der Hochschullehrer statt.
- In den Grundlagenpraktika und in den Fortgeschrittenen-Praktika wird eine Gruppengröße von zwei Studierenden angesetzt.
- Jeder Praktikumsplatz in den Grundlagenpraktika kann bis zu dreimal in der Woche pro Semester belegt werden. In den Fortgeschrittenen-Praktika kann jeder Arbeitsplatz zweimal während des Semesters belegt werden.

Für die Bemessung von Praktikumsplätzen an Universitäten ergibt sich aufgrund dieser Annahmen folgendes Schema zur Ermittlung der Gesamt-Platzzahlen:

Anteil an Studienanfängern		Art des Praktikums	Belegung	Häufigkeit der Belegung	Zahl der benötigten Praktikumsplätze
1. Sem.	100%	Grundlagen-Praktikum I	2 Studierende pro Platz	bis zu 3x pro Woche im Semester	1 Praktikumsraum: 100 % / 6 + 70 % / 6 + 10 % Wiederholer =
2. Sem.	100%				
3. Sem.	70%	Grundlagen-Praktika II und III	2 Studierende pro Platz	bis zu 3x pro Woche im Semester	30 % der Zahl der Studienanfänger
4. Sem.	70%				
5. Sem.	50%	Fort-geschrittenen-Praktika	2 Studierende pro Platz	2x im Semester	1 Praktikumsraum: 100 % / 4 = 25 % (davon 50 % im Forschungslabor)
6. Sem.	50%				12 % der Zahl der Studienanfänger
7. Sem.	50%				
8. Sem.	50%				
9. Sem.	50%				
10. Sem.	50%				
Praktische Studienanteile im Rahmen von Studien- und Diplomarbeiten werden in den Forschungsgruppen absolviert.					

Abb. 28 Bemessung der Praktikumsplätze an Universitäten

Für die Grundlagenpraktika wird diesem Berechnungsmodell zufolge ein Praktikumsraum benötigt, der eine Platzzahl in Höhe von 30 % der durchschnittlichen Studienanfänger-Zahl umfasst. Würde die Gruppengröße auf 4 Studierende angehoben, reduzierte sich die Zahl der benötigten Praktikumsplätze auf rund 15 % der Studienanfänger-Zahl. Für die Fortgeschrittenen-Praktika reduziert sich die Zahl der benötigten studentischen Praktikumsplätze in einem Praktikumsraum auf rund 12 % der Studienanfänger-Zahl, da ca. die Hälfte der Praktika in Forschungslaboren durchgeführt wird, wo entsprechende Arbeitsplätze zur Verfügung gestellt werden müssen. Würde die Belegungshäufigkeit auf dreimal pro Semester erhöht, benötigte man rund 8 %.

Für reine Rechnerpraktika in separaten Rechnerräumen werden zusätzliche Arbeitsplätze benötigt. Deren Zahl richtet sich nach der Organisation und nach der Belegungsdichte der Rechnerplätze, wobei für das Grundstudium im wesentlichen nach dem gleichen Schema wie oben zu verfahren ist. Für das Hauptstudium stehen sowohl Rechnerarbeitsplätze in den Forschungsgruppen als auch in zentralen Rechnerpools zur Verfügung.

Modellannahmen Fachhochschule

Für die beispielhafte Ermittlung der benötigten Zahl an Lehlabor-Arbeitsplätzen an Fachhochschulen wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

- Die ursprüngliche Studienanfänger-Zahl sinkt im Verlauf des Studiums auf 80 % ab dem 3. Semester und auf 70 % ab dem 5. Semester.
- Die Wiederholer-Quote im Grundstudium liegt bei rund 10 %.
- Für die Grundlagenpraktika werden pro Semester mehrere Praktikumsräume belegt. Die Belegung erfolgt im Schichtbetrieb, so dass jeweils mehrere Laborpraktika gleichzeitig absolviert werden. Die einzelnen Praktika werden mehrfach pro Woche angeboten.
- Für die Durchführung der praktischen Studienanteile wird eine durchschnittliche Gruppengröße von zwei Studierenden angesetzt.

Für die Bemessung der Gesamtzahl an Praktikumsplätzen ergibt sich aufgrund dieser Annahmen folgendes Schema:

Anteil an Studienanfängern		Art des Praktikums	Belegung	Häufigkeit der Belegung	Zahl der benötigten Praktikumsplätze
1. Sem.	100%	Grundlagen-Praktika	2 Studierende pro Platz	bis zu 5x pro Woche im Semester	Gesamtzahl der Plätze: 100 % / 10 + 80 % / 10 + 10 % Wiederholer =
2. Sem.	100%				
3. Sem.	80%	Grundlagen-Praktika	2 Studierende pro Platz	bis zu 5x pro Woche im Semester	20% der Zahl der Studienanfänger
4. Sem.	80%				
5. Sem.	70%	Praktika in Vertiefungsfächern	2 Studierende pro Platz	2x im Semester	Gesamtzahl der Plätze: 140 % / 4 = 35 % 35% der Zahl der Studienanfänger
6. Sem.	70%				
7. Sem.	70%				
8. Sem.	70%	Praktische Studienanteile im Diplom-Semester oder in einem Masterstudium werden in den vorhandenen Lehrlaboren oder in Unternehmen absolviert.			
9. Sem.	10%				
10. Sem.	10%				

Abb. 29 Bemessung der Praktikumsplätze an Fachhochschulen

Für die Grundlagenpraktika werden diesem Berechnungsschema zufolge Praktikumsplätze in Höhe von rund 20 % der Studienanfänger-Zahl benötigt. Jeder Studierende belegt pro Semester mehrere Praktika, diese werden aber zeitlich versetzt und im Schichtbetrieb angeboten, so dass mehrere Praktika parallel durchgeführt werden können. Bei geringeren Belegungsmöglichkeiten erhöht sich entsprechend die Zahl der benötigten Plätze. In der Zahl der Arbeitsplätze für Grundlagenpraktika sind die Rechnerpraktika enthalten.

Auch die Vertiefungspraktika inkl. der entsprechenden Rechnerpraktika im Hauptstudium werden jeweils zeitlich parallel angeboten. Da die Häufigkeit der Belegung geringer ist als bei Grundlagen-Praktika (geringere Standardisierung der Versuche, längere Dauer), werden bezogen auf die Studienanfänger-Zahl 35% Praktikumsplätze benötigt.

3.2.6 Studienstruktur-Modelle

Die im vorangegangenen Abschnitt ausgeführten Überlegungen zu den verschiedenen Aspekten der Studienstruktur werden im Folgenden zusammengeführt und mit Hilfe von Studienstruktur-Modellen veranschaulicht. Diese Studienstruktur-Modelle sollen in idealtypischer Weise den Verlauf eines Studienganges Elektrotechnik und die in den einzelnen Phasen zu absolvierenden Typen von Lehrveranstaltungen abbilden. Auf diese Weise wird eine allgemeine Planungsgrundlage für den Bereich Lehre geschaffen, die allerdings mit den jeweiligen ortsspezifischen Bedingungen abzustimmen ist.

Abb. 30 zeigt das Studienstruktur-Modell für Studiengänge an Universitäten: Das Grundstudium mit seinen 95 SWS ist vollständig verpflichtend, die Studierenden müssen fast ausschließlich Pflichtveranstaltungen belegen, die rund zur Hälfte aus Vorlesungen bestehen. Ab dem 5. Semester gewinnen Vertiefungsveranstaltungen an Bedeutung, gleichzeitig sinkt der Anteil der Vorlesungen auf rund ein Drittel. Die wählbaren Vertiefungen werden mit einem Gesamtumfang von jeweils 40 SWS angesetzt. Je nach Zahl der wählbaren Vertiefungen wächst der Umfang der Lehrveranstaltungen, die vom Fachbereich erbracht werden müssen.

Abb. 31 zeigt das Studienstruktur-Modell für Fachhochschul-Studiengänge. Auch hier ist das Grundstudium vollständig verschult. Im Gegensatz zu den Universitäten nehmen Übungen und Praktika mit rund 60 % einen hohen Stellenwert ein. Nach dem 4. Semester können auch an Fachhochschulen Vertiefungsmöglichkeiten in Form von Wahlpflichtfächern gewählt werden. Pro Vertiefung ist mit rund 38 SWS zu rechnen. Der Anteil der Lehrimporte für Fachhochschul-Studiengänge ist sehr gering, da in der Regel die relevanten Fächer wie Mathematik, Physik und Informatik durch eigenes Lehrpersonal der Elektrotechnik-Fachbereiche abgedeckt werden.

Semester	Verlaufs- quote	Lehrveranstaltungs-Typen						
		SWS: Pflicht (Wahlpflicht)						
		Vor- lesung	Seminar, Übung	Praktika	V (Import)	S/Ü (Import)	P (Import)	
1	100%	8	6	4	4	4		26
2	100%	8	6	3	4	3	2	26
3	70%	8	4	4	2 (2)	3		23
4	70%	6	4	4	3	3		20
Summe		30	20	15	13 (2)	13	2	95
5	50%	4 (4)	2 (8)	2	2	2		22
6	50%	2 (2)	2 (8)	(2)		2		20
7	50%	2	2 (6)	(2)	2			14
Summe		8 (6)	6 (22)	2 (4)	4	4		56
(evtl. Abschlussarbeit BA)								
8	50%	2 (2)	2 (6)	(2)	2			16
9	50%	(2)	(6)					8
Summe		2 (4)	2 (12)	(2)	2			24
10	50%	Abschlussarbeit (Dipl.-Ing. / MA)						
Gesamtsumme		40 (10)	28 (34)	17 (6)	19 (2)	17	2	175
Erläuterungen:								
		95 SWS	Grundstudium					
		56 SWS	Bachelor					
		24 SWS	Dipl.-Ing./Master					
Grundstudium:								
		30 SWS	Lehrimporte (Mathematik, Physik etc.)					
		30 SWS	Vorlesungen					
		20 SWS	Seminare, Übungen					
		15 SWS	Praktika					
Hauptstudium:								
		10 SWS	Lehrimporte (Maschinenbau, Wirtschaft etc.)					
		20 SWS	Vorlesungen					
		42 SWS	Seminare, Übungen					
		8 SWS	Praktika					
Vertiefungen Hauptstudium:								
		10 SWS	Vorlesungen					
		24 SWS	Seminare, Übungen					
		6 SWS	Praktika					

Abb. 30 Studienstruktur-Modell: Universität

Semester	Verlaufs- quote	Lehrveranstaltungs-Typen						
		SWS: Pflicht (Wahlpflicht)						
		V	S/Ü	P	V (Import)	S/Ü (Import)	P (Import)	
1	100%	10	10	6				26
2	100%	10	10	6				26
3	80%	10	10	4				24
4	80%	10	10	4				24
Summe		40	40	20				100
5	70%	4 (6)	4 (4)	2 (2)		(2)		24
6	70%	2	2		Praxissemester			4
7	70%	4 (4)	2 (4)	2 (2)				18
Summe		10 (10)	8 (8))	4 (4)		(2)		46
Abschlussarbeit (Dipl. Ing. FH / BA)								
8	70%	4 (4)	2 (4)	2 (2)				18
9	70%	2 (4)	(6)	(4)				16
Summe		6 (8)	2 (10)	2 (6)				34
10	70%	Abschlussarbeit (MA)						
Gesamtsumme		56 (18)	50 (18)	26 (10)		(2)		180
Erläuterungen:								
		100 SWS	Grundstudium					
		46 SWS	Bachelor					
		34 SWS	Dipl.-Ing./Master					
Grundstudium:								
		40 SWS	Vorlesungen					
		40 SWS	Seminare, Übungen					
		20 SWS	Praktika					
Hauptstudium:								
(Dipl.-Ing./Bachelor)		2 SWS	Lehrimporte (Maschinenbau, Wirtschaft etc.)					
		20 SWS	Vorlesungen					
		16 SWS	Seminare, Übungen					
		8 SWS	Praktika					
Hauptstudium:								
(Master)		14 SWS	Vorlesungen					
		12 SWS	Seminare,Übungen					
		8 SWS	Praktika					
Vertiefungen Hauptstudium:								
		14 SWS	Vorlesungen					
		16 SWS	Seminare, Übungen					
		8 SWS	Praktika					

Abb. 31 Studienstruktur-Modell: Fachhochschule

3.3 Entwicklungstendenzen

Im Folgenden werden noch einmal die wesentlichen Entwicklungstendenzen in der Lehre der Elektrotechnik zusammengefasst:

- X *Stärkung der Informationstechnik:* Bereits in den Ausführungen zum Thema "Forschung" (vgl. Kap. 2) wurde darauf hingewiesen, dass die Informationstechnik einen zunehmenden Anteil in der Elektrotechnik erhält. Dieser Trend wird unter anderem durch die Nachfrage der Studierenden beeinflusst: Viele Studierende der Elektrotechnik wählen als Schwerpunktfächer Fachgebiete mit informationstechnischen Inhalten. Der Rückgang der Studierendenzahlen trifft im Hauptstudium vorrangig die Fachgebiete aus der Energietechnik. Daher werden - als Folge dieser Entwicklung - viele Studienpläne neu strukturiert und stärker mit informationstechnischen Inhalten gefüllt.
- X *Ausdifferenzierung der Studiengänge:* Der Überblick über die derzeit angebotenen Studiengänge in der Elektrotechnik und Informationstechnik (vgl. Abb. 21) hat bereits einen ersten Eindruck über die Fülle von Studienangeboten vermittelt. Besonders interessant ist die Vielfalt neuer, spezialisierter Studiengänge. Sie sollen die Elektrotechnik attraktiver machen, indem auf ein besonderes Aufgabenfeld hin studiert wird. Der klassische Diplomstudiengang "Allgemeine Elektrotechnik" verliert damit an Bedeutung, weil die Fachbereiche zusätzlich immer mehr spezialisierte Studienangebote einrichten.
- X *Interdisziplinarität:* Die Elektrotechnik arbeitet in der Lehre zunehmend mit angrenzenden Fachgebieten zusammen. Dies wirkt sich auf die Struktur der Studienpläne aus: Lehrimporte nehmen zu, immer häufiger werden neue Studiengänge eingerichtet, die in Kooperation von Elektrotechnik-Fachbereichen mit anderen Fachgebieten durchgeführt werden. Es wird daher zunehmend schwieriger, den Ressourcenbedarf, der aus der Lehre entsteht, allein aus einem fest umrissenen Fachbereich mit einem eindeutig zugeordneten Studiengang zu ermitteln. Es wird zukünftig wesentlich mehr Schnittmengen zwischen den einzelnen Planungseinheiten geben, die zusätzlich zum Kernbereich eines Fachbereichs zu berücksichtigen sind. Diese interdisziplinären Kooperationen in der Lehre haben zum Teil erhebliche Auswirkungen auf die notwendigen Lehrkapazitäten, vor allem wenn im Grundstudium viele Lehrveranstaltungen zusammengelegt werden.

Diese Entwicklungstendenz, die Elektrotechnik in der Lehre mehr und mehr mit anderen Fachgebieten, besonders dem Maschinenbau, zusammenzulegen, wird jedoch auch kritisch beurteilt. Aus Sicht des Maschinenbaus sei es zwar verständlich, dass die Studierenden dieses Fachgebietes zunehmend Kenntnisse der Elektrotechnik benötigten. Dies sei jedoch umgekehrt keineswegs der Fall. Lediglich in den Arbeitsbereichen der Energietechnik und der Automatisierungstechnik seien Inhalte des Maschinenbaus notwendig. Hinzu komme, dass bei gemeinsamen Lehrveranstaltungen die Lehrinhalte nicht mehr an den besonderen Bedürfnissen der einzelnen Studiengänge ausgerichtet werden könnten.

- X *Internationalisierung:* Bei neu konzipierten Studiengängen ist auffällig, dass die internationale Komponente einen immer höheren Stellenwert erhält. Viele der neuen Master-Studiengänge sehen einen Auslandsaufenthalt und fremdsprachigen Unterricht vor. Eine wichtige Motivation zur Einrichtung derartiger Studiengänge liefert die Anwerbung ausländischer Studierender und die internationale Vergleichbarkeit der Abschlüsse.

- X *Modularisierung:* Nahezu jeder Studiengang, der zurzeit neu gestaltet wird, greift auf das Konzept der Modularisierung zurück. Da so die Studienleistungen international übertragbar werden, wird sich dieser Trend weiter durchsetzen. Neue Studienordnungen werden sich daher zukünftig weniger auf einzelne Lehrveranstaltungen, sondern mehr auf Lehrmodule beziehen, in denen eine Reihe von Lehrveranstaltungen - vor allem für Vertiefungsfächer - zusammengefasst sind. Man erhofft sich hierdurch größere Flexibilität bei gleichzeitig geringerem Lehraufwand, da mit der Modularisierung inhaltlich verwandte Veranstaltungen aufgegeben werden sollen.
- X *Bachelor / Master:* Die international anerkannten Studienabschlüsse Bachelor und Master wurden bereits ausführlich erläutert. Kurzfristig wird der derzeitige Trend anhalten, dass immer mehr Fachbereiche Zusatzangebote entwickeln, die an das angelsächsische System anknüpfen. Langfristig ist ein vollständiger Ersatz der Diplomstudiengänge durch Bachelor- und Master-Abschlüsse durchaus denkbar, aber nicht zwangsläufig. Bei Überlegungen zu den Auswirkungen der neuen Studienabschlüsse ist sorgfältig zu unterscheiden, ob es sich um strukturelle Veränderungen im Vergleich zum Diplomstudium handelt, die auf eine Veränderung der Studierendenzahl und des erforderlichen Studienangebots hinauslaufen oder ob lediglich ein Masterabschluss für ein strukturell kaum verändertes Diplomstudium vergeben wird. Derzeit sind viele Bachelor- und Master-Studiengänge eng an die Struktur der vorhandenen Diplom-Studiengänge angelehnt. Es ist damit zu rechnen, dass auf längere Sicht beide Studienabschluss-Möglichkeiten (Dipl.-Ing. und Bachelor/Master) parallel angeboten und dass sich die einzelnen Hochschulen je nach Abschlussart stärker profilieren werden. Die Landschaft der Studiengänge und -abschlüsse wird sich zunehmend heterogener gestalten.
- X *Praktika:* Die Zahl der Praktika ist in der Elektrotechnik bisher weitgehend stabil geblieben. Dies zeigt den hohen Stellenwert, den die praktischen Anteile in diesem Studium besitzen. Tendenziell ist hier zunächst mit keinen Veränderungen zu rechnen. Es wird weiterhin ein hoher Anteil des Studiums durch Laborpraktika ausgefüllt und ein großer Teil der Fläche in der Elektrotechnik für Praktikumsräume reserviert werden.
- X *Soft Skills:* In allen ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen wird seit einiger Zeit zunehmend gefordert, dass das Studium so genannte "soft skills" vermitteln solle. Damit sind Qualifikationen wie Teamfähigkeit, schriftliche und mündliche Ausdruckfähigkeit etc. gemeint. Vor allem die Unternehmen verlangen zwischenzeitlich, dass die Absolventen solche Qualifikationen mitbringen. Inzwischen versuchen immer mehr Fachbereiche, dies in ihren Studienplänen zu berücksichtigen und beispielsweise Seminare anzubieten. Durch zusätzliche inhaltliche Angebote wie Projektmanagement oder Präsentationstechniken sollen diese Qualifikationen vermittelt werden, aber auch neue Lehrformen wie z. B. das Projektstudium zielen auf die Verbesserung solcher Schlüsselqualifikationen ab. Im Gegenzug werden traditionelle Lehrangebote gestrichen oder im Studium verlagert, um das Gesamtvolumen des Studienplans auf dem erreichten Niveau zu begrenzen.

4 Organisation und Personal

Die Organisation der Fachbereiche und deren Personalausstattung sind wesentliche Einflussfaktoren für die Ermittlung des Flächen- und Raumbedarfs. Beide Faktoren sind wechselseitig voneinander abhängig und daher in diesem Kapitel zusammengefasst.

Durch die Erläuterungen von Organisation und Personal soll vor allem geklärt werden, welche Einheiten der Hochschulen als Planungsgrößen herangezogen werden können. Bezogen auf diese Organisationseinheiten werden Personalausstattungen definiert, die für die Konstruktion von Modellen zur Flächen- und Raumplanung vorausgesetzt werden. Im Gegensatz zum bislang üblichen Studienplatzbezug bei Hochschulplanungen werden im Folgenden die Forschungsgruppen der Universitäten bzw. die Lehrbereiche der Fachhochschulen als zentrale Planungseinheiten definiert.

Die Organisation der Elektrotechnik-Fachbereiche an Universitäten und Fachhochschulen unterscheidet sich vor allem durch den an Fachhochschulen weitgehend fehlenden akademischen Mittelbau. Daher sind diese Fachbereiche weniger personalintensiv und intern weniger differenziert. Demgegenüber sind die universitären Fachbereiche durch ihre weitgehend separierten Forschungsgruppen bzw. "Institute" charakterisiert, die die Organisationsstrukturen und die Personalausstattung weitgehend dominieren.

An Universitäten und Fachhochschulen hat sich eine strenge Zuordnung der räumlichen und personellen Ressourcen zu den Organisationseinheiten mehr und mehr als unflexibel erwiesen. Mittlerweile gibt es eine Reihe von Kooperationsbeziehungen. Dies betrifft sowohl die Forschungsgruppen untereinander als auch interdisziplinäre Kooperationsbeziehungen. So werden beispielsweise Werkstätten oder Lehlabore an Fachhochschulen vielfach gemeinsam genutzt.

Im ersten Abschnitt dieses Kapitels werden zunächst die Organisationsstrukturen der Elektrotechnik-Fachbereiche an Universitäten und an Fachhochschulen erläutert. In den folgenden Abschnitten werden die Personalstruktur und die Personalausstattung diskutiert. Im Mittelpunkt stehen die einzelnen Personalgruppen, deren Zuordnung zu den Organisationseinheiten und deren Funktionen, getrennt nach Universitäten und Fachhochschulen. Im vierten Abschnitt werden diese Überlegungen zu Personalmodellen zusammengeführt, mit deren Hilfe die quantitativen und strukturellen Überlegungen veranschaulicht werden. Die dargelegten Personalmodelle basieren auf Annahmen, die sowohl den derzeitigen Bestand (s. Kapitel 1) als auch vor allem zu erwartende Entwicklungen berücksichtigen. Sie sind Voraussetzungen für die Bildung von Flächenmodellen. Die vorgelegten Personalmodelle sind keineswegs Personalempfehlungen, sondern plausibel strukturierte und quantifizierte Mengengerüste. Im abschließenden Abschnitt werden noch einmal die wichtigsten Entwicklungstendenzen bei Organisation und Personal zusammengefasst.

4.1 Organisationsstrukturen

4.1.1 Universitäten

Die Organisationsstrukturen an universitären Fachbereichen der Elektrotechnik sind an den verschiedenen Hochschulen sehr heterogen. Im Folgenden sollen vier verschiedene Modelle für Organisationsstrukturen diskutiert, aber auch Hinweise auf tendenzielle Entwicklungen gegeben werden.

- Variante 1: Der Fachbereich besteht aus eigenständigen, ressourcenmäßig voneinander getrennten Forschungsgruppen, teilweise auch "Institut" genannt.
- Variante 2: Die Forschungsgruppen können intern in weitere Forschungsgruppen unterteilt sein, beispielsweise in Nachwuchsgruppen und in die Gruppe eines zugeordneten C3-Professors.
- Variante 3: Mehrere Forschungsgruppen bilden ein gemeinsames Institut, wobei Synergieeffekte durch die gemeinsame Nutzung von Ressourcen entstehen. Ein Institutsdirektor leitet die Einrichtung.
- Variante 4: Mehrere Forschungsgruppen schließen sich organisatorisch zu einem Institut zusammen, ohne das Ressourcen gemeinsam genutzt werden. Die Institutsbezeichnung dient lediglich der Außendarstellung ("virtuelles Institut").

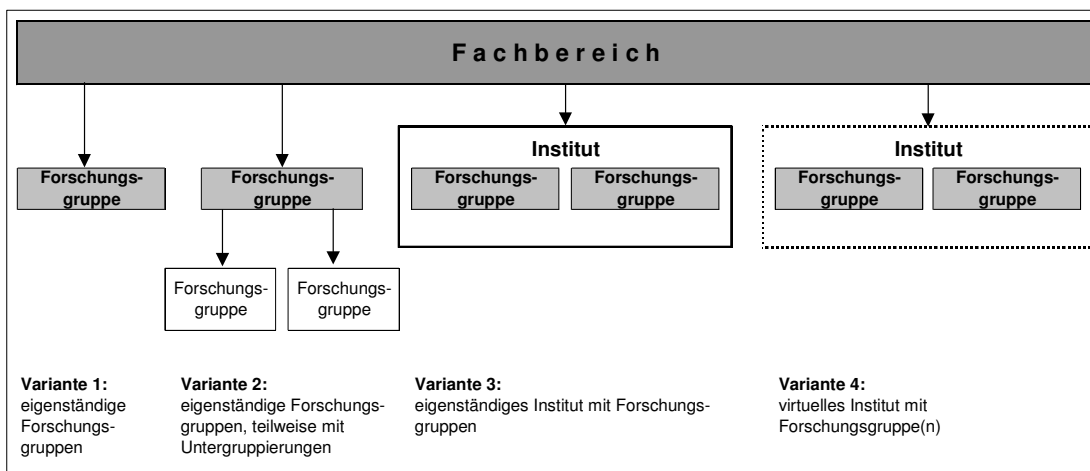


Abb. 32 Organisationsvarianten an Universitäten

Fachbereich

Der Fachbereich ist an den Universitäten in erster Linie der organisatorische Rahmen, dem nur wenige zentrale Aufgaben (Administration, technische Dienstleistungen) zugeordnet sind. Einrichtungen auf Fachbereichsebene sind das Dekanat, in vielen Fällen die Fachbereichsbibliothek, zunehmend der Aufgabenbereich Studierenden- und Prüfungsverwaltung sowie in einer Reihe von Fällen Werkstätten und ähnliche technische Einheiten. Zukünftig ist zu erwarten, dass den Fachbereichen im Rahmen der Dezentralisierung von Verwaltungsaufgaben und der Stärkung der Stellung von Fachbereichen weitere administrative Aufgaben zuwachsen.

Die Elektrotechnik ist in der Regel in einem eigenen Fachbereich organisiert. In einigen Fällen gibt es übergeordnete ingenieurwissenschaftliche Fachbereiche, in denen mehrere ingenieurwissenschaftliche Fächer zusammengeschlossen sind (z. B. Universität Bremen oder BTU Cottbus). Eine Besonderheit stellt die Organisationsstruktur der TU Hamburg-Harburg dar. Hier wurden keine Fachbereiche gebildet, sondern in einer so genannten "Matrixorganisation" die Arbeitsbereiche der

einzelnen Professoren (Forschungsgruppen) für die Organisation der Lehre so genannten Studiendekanaten zugeordnet. Es gibt ein Studiendekanat für Elektrotechnik und Informationstechnik.

Der Fachbereich bildet mit diesen Funktionen einen organisatorischen Rahmen für die Lehre und Forschung, der relativ geringen personellen und räumlichen Ressourcenbedarf verursacht. Tendenziell bilden sich derzeit immer häufiger größere Einheiten (Fakultäten), die als organisatorischer Überbau verschiedene Fächer zusammenführen und dabei Synergieeffekte erzielen sollen. Dies dokumentieren die Neugründungen von Fachbereichen an Universitäten der letzten 10 bis 20 Jahre, beispielsweise an der Universität Ulm (Ingenieurwissenschaften) oder der Universität Kiel (Technische Fakultät). Auch in anderen Hochschulen wird diskutiert, verschiedene Fächer zu Fakultäten zusammenzuschließen.

Forschungsgruppen

Unterhalb der Fachbereichsebene stellen die Forschungsgruppen die wichtigste Planungseinheit dar. Eine Forschungsgruppe ist im Normalfall einem Hochschullehrer zugeordnet. Er gibt den inhaltlichen Rahmen der Forschungsarbeit vor. In der Forschungsgruppen werden verschiedene Forschungsprojekte geplant, Drittmittel eingeworben und die entsprechenden Projekte durch die Mitarbeiter der Forschungsgruppe - zumeist Doktoranden - durchgeführt. Der Gruppe wird in der Regel zusätzlich die Betreuung der Lehrveranstaltungen des jeweiligen Professors übertragen, z. B. die Organisation und Durchführung von Praktika und Übungen. Der Ressourcenbedarf der Forschungsgruppen ist letztlich das charakteristische Moment für den jeweiligen Fachbereich.

In wenigen Fällen gelingt es Professoren, durch erfolgreiche Einwerbung von Drittmitteln sehr große Forschungsgruppen zu bilden - 20 und mehr wissenschaftliche Mitarbeiter -, die wiederum in Untergruppen aufgeteilt sind. Als Gruppenleiter werden zumeist promovierte Ingenieure oder C3-Professoren eingesetzt. In diesen Fällen kann es sinnvoll sein, diese Untereinheiten für die Planung heranzuziehen.

Die organisatorische Einbindung der Forschungsgruppen in den Fachbereich kann prinzipiell in vier unterschiedlichen Varianten erfolgen (vgl. Abb. 32):

Institut

Während an einigen Hochschulen das Institut die Bezeichnung für den Verantwortungsbereich eines Hochschullehrers ist (z. B. an der Universität Stuttgart), gibt es an anderen Hochschulen Institute als Einheit, die zwischen dem unmittelbaren Verantwortungsbereich der Professoren (Forschungsgruppe) und dem Fachbereich angesiedelt sind. Dort sind mehrere Forschungsgruppen zusammengefasst. In einigen Fällen sind einem Institut 1 bis 2 Professoren (z.B. ein C4- und ein C3-Professor) zugeordnet, in anderen Fällen

Kompetenzen des Institutes

An der Universität Magdeburg wurde ein großer Teil der organisatorischen Kompetenzen auf die Institutebene verlagert. Derzeit sind die 16 Professoren 5 Instituten zugeordnet. Die Institute haben jeweils einen geschäftsführenden Leiter. Das Institut entscheidet über den Schlüssel, nach dem finanzielle Ressourcen verteilt werden. Außerdem ist das nicht wissenschaftliche Personal dem Institut zugeordnet und kann flexibel in verschiedenen Forschungsgruppen eingesetzt werden.

handelt es sich um mehrere Professoren inklusive der ihnen zugeordneten Forschungsgruppen. Auch die Kompetenz der Institute kann differieren: An manchen Fachbereichen gelten Institute als reine Zusammenschlüsse von Lehrstühlen, die kaum formale Kompetenzen besitzen. In diesen Fällen existieren die Institute vorrangig, um Profilbildungen des Fachbereichs zu verdeutlichen und positive Effekte mit Blick auf die Einwerbung von Drittmitteln zu erzielen. Institute sollen fachlich re-

lativ homogene Einheiten sein, die in Drittmittelprojekten kooperieren, gemeinsam auftreten, jedoch als autonome Forschungsgruppen agieren. In wenigen Fällen sind den Instituten Ressourcen zugeordnet, die üblicherweise auf Fachbereichsebene angesiedelt sind: beispielsweise räumliche Ressourcen, vor allem Lehrräume. Darüber hinaus werden in einigen Fällen auch finanzielle und personelle Zuordnungen auf Institutsebene entschieden. Weitere technische Dienstleistungen wie Werkstätten und Analytikaufgaben können ebenfalls auf Institutsebene angesiedelt sein, sind in anderen Fällen aber auch auf anderen Ebenen anzutreffen. Diese "institutszentrierte" Organisationsstruktur ist jedoch bei der Elektrotechnik erst an wenigen Hochschulen anzutreffen.

4.1.2 Fachhochschulen

An Fachhochschulen existiert zurzeit eine wesentlich weniger differenzierte Organisationsstruktur als an Universitäten. Es gibt in der Regel keine Forschungsgruppen im Sinne der Universitäten. Bei einigen Fachbereichen gibt es institutsartige Zusammenschlüsse bzw. es sind solche Zusammenschlüsse geplant. Die Einrichtung von Instituten rückt tendenziell bei vielen Fachhochschulen in den Mittelpunkt der Aufmerksamkeit, wenn die Forschung intensiviert und ein Institut als Mittel zur Profilierung nach außen dienen soll. Im Folgenden sollen drei verschiedene Modelle für Organisationsstrukturen diskutiert, aber auch Hinweise auf tendenzielle Entwicklungen gegeben werden.

- Variante 1: Die Lehrbereiche sind voneinander unabhängig organisiert.
- Variante 2: Mehrere Lehrbereiche bilden ein gemeinsames Institut und nutzen verschiedene Ressourcen für Lehre und Forschung zusammen.
- Variante 3: Mehrere Lehrbereiche schließen sich organisatorisch zu einem Institut zusammen, um nach außen geschlossen auftreten zu können. Intern sind die Lehrbereiche weiterhin eigenständig. Diese Institutsbildungen können in Zukunft vermehrt auftreten, besonders bei intensiven Forschungstätigkeiten.

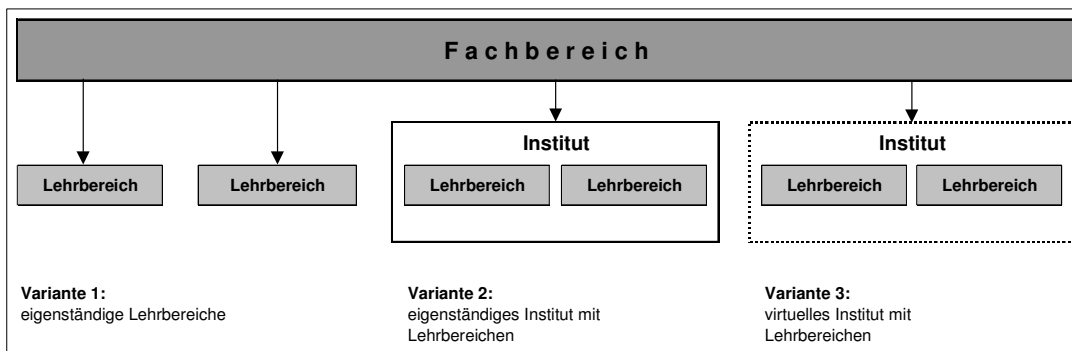


Abb. 33 Organisationsvarianten an Fachhochschulen

Fachbereich

Der Fachbereich bildet an fast allen Fachhochschulen den organisatorischen Rahmen mit zentralen Aufgaben. Auf Fachbereichsebene sind das Dekanat, die Studierenden- und Prüfungsverwaltung inklusive der Praktikumsangelegenheiten sowie evtl. Werkstätten zugeordnet. Einige Verwaltungsaufgaben werden durch Professoren ausgeführt. In den meisten Fällen zählen die technischen Dienstleistungen - die technische Unterstützung der Lehre in den Lehrlaboren - zur Fachbereichsebene, da sie von mehreren Professoren genutzt werden. Das dem Dekanat zugeordnete Sekretariat ist häufig das Einzige eines gesamten Fachbereichs.

Lehrbereich

An den Fachhochschulen vertritt jeder Professor einen Lehrbereich bzw. Arbeitsbereich. Viele Professoren vertreten mehrere Lehrgebiete, beispielsweise ein Grundlagenfach für das Grundstudium und darüber hinaus ein weiteres, spezielles Fachgebiet, das als Vertiefungsmöglichkeit angeboten wird und in dem er evtl. Forschungsaufgaben wahrnimmt. Die Einbindung der Lehrbereiche in den Fachbereich kann prinzipiell auf verschiedenen Wegen erfolgen (vgl. Abb. 33):

4.2 Personalstruktur

Im Folgenden werden die einzelnen Beschäftigtengruppen mit ihrer organisatorischen Zuordnung und ihren Funktionen beschrieben.

4.2.1 Universitäten

Dekanatsverwaltung: Auf der Fachbereichsebene ist das Dekanat angeordnet. Dessen Personal besteht in der Regel aus einer Sekretariatskraft, die in einigen Fällen zusätzlich durch Angestellte für Studierenden- und Prüfungsverwaltung verstärkt wird. Die Dekanatsverwaltung unterstützt die Arbeit des Dekans und der Prodekane.

Geschäftsführung: Inzwischen werden immer häufiger nicht nur verwaltungstechnische, sondern auch strategische Aufgaben von der Universitätsleitung auf die Fachbereiche übertragen. Als Folge dieser Entwicklung haben viele Fachbereiche Geschäftsführer eingestellt, die administrative Aufgaben übernehmen.

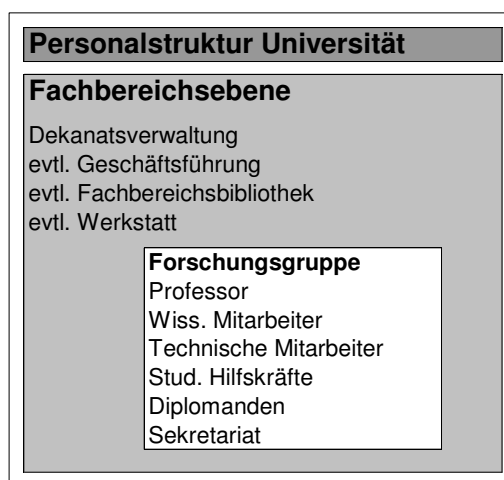


Abb. 34 Personalstruktur der Elektrotechnik an Universitäten

Fachbereichsbibliothek: Bibliothekspersonal ist nicht in jedem Fachbereich anzutreffen. Da Bibliotheken sowohl personal- als auch flächenintensive Einrichtungen sind, werden sie häufig von der Fachbereichsebene auf die zentrale Universitäts-ebene verlagert. Entsprechend ist das im Modell ausgewiesene Personal entweder im Fachbereich bzw. als Personalanteil einer Zentralbibliothek ausgewiesen. In den Forschungsgruppen verbleiben kleine Buchbestände, ohne spezielles Bibliothekspersonal.

Werkstattpersonal: Im Kapitel 2 wurde bereits der unterschiedliche Bedarf an Werkstätten besprochen. Nur spezielle Forschungsgruppen eines Elektrotechnik-Fachbereichs mit hohem experimentellem Arbeitsanteil haben Werkstattbedarf. Bei entsprechenden standörtlichen und räumlichen Rahmenbedingungen ist daher eine zentrale Fachbereichswerkstatt für mechanische Aufgaben mit entsprechendem Personal sinnvoll.

Professoren: Die Professoren leiten im Normalfall eine Forschungsgruppe. In einigen Fällen ist einem C4-Professor eine weitere C3-Professur mit eigener Forschungsgruppe zugeordnet.

Wissenschaftliche Mitarbeiter: Die wissenschaftlichen Mitarbeiter stellen die größte Beschäftigtengruppe dar. In den meisten Fällen sind diese Mitarbeiter zeitlich befristet beschäftigt und arbeiten an ihrer Dissertation. Mitarbeiter, die eine Promotion bereits abgeschlossen haben, werden nur in wenigen Fällen eingestellt. Die Stelle eines Akademischen Rats oder Oberingenieurs kann sowohl als Dauer- als auch als Zeitstelle eingerichtet werden. Der Anteil von Dauerstellen wird künftig zurückgehen, da in den Fachbereichen diese Stellen vermehrt als Zeitstellen vergeben bzw. in Folge von Stellenabbau gestrichen werden. Hinzu kommen wissenschaftliche Mitarbeiter, die aus Drittmitteln finanziert werden bzw. Stipendiaten. Die Zahl dieser Mitarbeiter schwankt zwischen den Forschungsgruppen erheblich. Aufgrund der niedrigen Studierendenzahlen ist derzeit mit einer erschweren Anwerbung von wissenschaftlichen Mitarbeitern zu rechnen, so dass die Zahl dieser Mitarbeiter insgesamt weiter sinken wird.

Technische Mitarbeiter: Diese Beschäftigtengruppe hat je nach Forschungsgruppe unterschiedliche Aufgaben. Sie ist für die Betreuung der maschinellen Ausstattung in den Forschungsgruppen zuständig. Hierzu gehört in zunehmendem Umfang auch die Rechner- und Netzbetreuung. Die meisten Forschungsgruppen benötigen zwischenzeitlich eine stetige Wartung und Pflege ihrer Rechner und Netze. Im Regelfall sind die technischen Mitarbeiter direkt einer Forschungsgruppe zugeordnet, in manchen Fachbereichen sind sie auf der Institutsebene für mehrere Forschungsgruppen zuständig.

Studentische Hilfskräfte und Diplomanden: Bei der Gruppe der studentischen Hilfskräfte handelt es sich nicht im eigentlichen Sinne um angestellte Mitarbeiter. Dennoch werden für sie entsprechende Arbeitsplätze benötigt. Gleiches gilt für die Diplomanden, die in der Regel in ein Forschungsprojekt integriert werden und ein kleineres Projekt eigenständig bearbeiten. In einigen Fällen werden Diplomarbeiten in der Industrie ausgeführt. Die Diplomanden benötigen dann keine Arbeitsplätze in der Hochschule.

Sekretariat: Jeder Forschungsgruppe - das heißt jedem C4-Professor - ist ein eigenes Sekretariat zugeordnet. Falls ein Institut aus mehreren Forschungsgruppen besteht, kann das Sekretariat als gemeinsame Einrichtung dieses Institutes geführt werden. Dabei werden immer häufiger Teilzeitstellen besetzt bzw. Vollzeitkräfte mehreren Forschungsgruppen gemeinsam zugeordnet.

4.2.2 Fachhochschulen

Im Gegensatz zu den Universitäten weisen Fachhochschulen eine stärker zentrale Organisationsstruktur auf. An den Fachhochschulen ist die Ebene des Fachbereichs entscheidend für die Personalplanung, da das Personal in der Regel dem Fachbereich zugeordnet ist. Die untergeordneten Einheiten (Lehrbereiche) spielen nur eine geringe eigenständige Rolle.

Die Professoren, das Verwaltungspersonal sowie die Beschäftigten zur Unterstützung der Durchführung von Forschung und Lehre werden in der Regel dem Fachbereich zugeordnet. Gleiches gilt für weitere technische und Verwaltungsdienstleistungen. Die untergeord-



Abb. 35 Personalstruktur der Elektrotechnik an Fachhochschulen

nete Ebene bilden die Lehrbereiche, also Professoren. Haushaltspersonal wird den Professoren derzeit nicht zugeordnet, es fehlt der für Universitäten typische "Mittelbau". In einigen Fällen stehen geringe Mittel für studentische Hilfskräfte zur Verfügung.

Dekanatsverwaltung: Sekretariatskräfte gibt es an Fachhochschulen im Normalfall nur auf Fachbereichsebene, d. h. als Dekanatsverwaltung. Hier ist in einigen Fällen auch die Studierenden-, Prüfungs- und Praktikumsverwaltung zugeordnet. In einigen Fällen werden diese Aufgaben von Professoren (Prodekane) übernommen. Einige Fachbereiche haben ihr Verwaltungspersonal inzwischen um eine leitende Funktion des Fachbereichs-Geschäftsführer ergänzt.

Professoren: Die Professoren an Fachhochschulen vertreten im Normalfall ein Lehrgebiet, das in vielen Fällen mehrere Teil-Lehrgebiete einschließt. Den Professoren sind teils Labore zugeordnet, für die sie verantwortlich sind, teils sind diese Labore aber auch auf Fachbereichsebene organisiert. In den Fällen, wo eine direkte Zuordnung der Lehrlabore zu einem Hochschullehrer besteht, gehören auch die Laboringenieure zu seinem Verantwortungsbereich.

Laboringenieure/wissenschaftliche Mitarbeiter: Diese Kategorie setzt sich aus Mitarbeitern zusammen, die Professoren in Lehre und Forschung durch die Betreuung der technischen Infrastruktur unterstützen. Nur wenige Fachbereiche verfügen über Stellen für Mitarbeiter, die ausschließlich wissenschaftlich in der Forschung arbeiten. Auch begrifflich sind wissenschaftliche Mitarbeiter und Laboringenieure schwer voneinander abzugrenzen. Das Land Nordrhein-Westfalen vergibt durch das neue Hochschulgesetz auch an Mitarbeiter mit dem Abschluss "Dipl.-Ing. (FH)" den Titel "wissenschaftliche/r Mitarbeiter/in", während in anderen Ländern die Bezeichnung "Mitarbeiter/in in Lehre und Forschung" benutzt wird. Gebräuchlich ist darüber hinaus in den Hochschulen die Bezeichnung "Laboringenieur". Hinter dieser Begriffsfrage steht letztlich die Diskussion, inwiefern die Mitarbeiter an Fachhochschulen Forschungs- und Lehraufgaben übernehmen sollen. Ausschließlich in der Forschung beschäftigte wissenschaftliche Mitarbeiter gibt es an Fachhochschulen in der Regel nur dann, wenn die Professoren Drittmittel einwerben. In diesem Fall sind die Mitarbeiter direkt dem Lehrgebiet eines Hochschullehrers zugeordnet. Ein weiteres Problem ist die Beteiligung dieser Mitarbeiter an der Lehre. Bisher war ihnen nur die Assistenz in den Lehrveranstaltungen vorbehalten. Inzwischen ermöglicht z. B. das niedersächsische Hochschulgesetz, den Laboringenieuren eine Lehrverpflichtung von bis zu 4 SWS aufzuerlegen. Falls sich dieses Beispiel durchsetzt, könnte die Lehre zu den Aufgaben der wissenschaftlichen Mitarbeiter an Fachhochschulen gehören. Probleme bereitet den Fachbereichen derzeit die Bezahlung der Laboringenieure. Da diese Mitarbeiter in der Regel über einen FH-Abschluss verfügen und zumeist nur nach BAT IV bezahlt werden können, gibt es finanziell attraktivere Alternativen in der Industrie.

Technische Mitarbeiter: Die Aufgaben der technischen Mitarbeiter liegen bei der Erbringung technischer Dienstleistungen und überschneiden sich zum Teil mit denen der Laboringenieure. An vielen Standorten ist diese Beschäftigtengruppe in einer eigenen Werkstatt eingesetzt. Falls chemisch-technische Labore vorhanden sind, werden auch hier technische Mitarbeiter eingesetzt. Im Normalfall sind diese Mitarbeiter dem Fachbereich zugeordnet. Aufgrund thematischer Nähe ergibt sich aber häufig eine besondere Verknüpfung mit speziellen Lehrbereichen einzelner Professoren. Zusätzlich gibt es in wenigen Fällen aus Drittmitteln angestellte technische Mitarbeiter. Die benötigten technischen Dienstleistungen können aber auch - wie einige Beispiele zeigen - ohne eigenes Werkstattpersonal erbracht werden, indem ein kleiner Werkstattbereich für die übrigen Mitarbeiter eingerichtet wird und kompliziertere Arbeiten an Privatfirmen vergeben werden.

Fachbereichsbibliothek: Fachbereichsbibliotheken gibt es kaum an Fachhochschulen, es überwiegen zentrale Hochschulbibliotheken. In der Regel ist daher nicht auf der Fachbereichsebene sondern anteilig Bibliothekspersonal für eine Zentralbibliothek ausgewiesen.

Diplomanden und studentische Hilfskräfte: Die Diplomanden bearbeiten eine eigenständig zu bewältigende Aufgabe, die häufig mit einem kleineren Forschungsprojekt zusammenhängt. Insofern ist die Arbeit der Diplomanden an Fachhochschulen mit der an Universitäten in gewisser Weise vergleichbar. Allerdings ist die Anfertigung einer Diplomarbeit an der Fachhochschule bei einem Professor eher die Ausnahme (0 bis 25 % der Studierenden). In der Regel wird die Aufgabenstellung in einem Unternehmen bearbeitet. Studentische Hilfskräfte werden meistens für Lehrveranstaltungen (z. B. Tutorien) eingesetzt. Wenn in der Forschung Hilfskräfte benötigt werden, müssen sie in der Regel aus Drittmitteln finanziert werden. Insgesamt sind daher an Fachhochschulen deutlich weniger studentische Hilfskräfte beschäftigt als an Universitäten.

4.3 Personalausstattung

4.3.1 Personalbestand an Universitäten und Fachhochschulen

Der aktuelle Personalbestand der Elektrotechnik an Universitäten und Fachhochschulen ist in der Abbildung 36 dokumentiert. Sowohl für Universitäten als auch für Fachhochschulen ist der durchschnittliche Personalbestand sowie die Bandbreite der beiden mittleren Quartile für die verschiedenen Beschäftigtengruppen dargestellt. Diese Bestandsrelationen liefern erste Hinweise für die Gestaltung der Personalmodelle.

Beschäftigtengruppe (Stellen)	Universitäten		Fachhochschulen	
	Arithmetisches Mittel	Variationsbreite (mittlere 50%)	Arithmetisches Mittel	Variationsbreite (mittlere 50%)
Hochschullehrer (C4)	13	10-16		
Hochschullehrer (C2 - C3)	8	5-10	25	15-32
wiss. Mitarbeiter Dauerstellen	20	11-26	2	0-1
wiss. Mitarbeiter Zeitstellen	46	30-49	1	0-1
Laboringenieure			8	3-13
nicht-wiss. Mitarbeiter Verwaltung	14	10-17	2	1-2
nicht-wiss. Mitarbeiter Technik	38	29-55	4	1-6
Summe der Stellen	139		43	
wiss. Mitarbeiter, Laboringenieure (Drittmittel-finanzierte Personen)	59	27-71	3	0-4
Gesamtsumme	198		45	

Quelle: HIS-Erhebung (Stand Wintersemester 1999/2000)

Abb. 36 Personalbestand der Elektrotechnik-Fachbereiche

Universitäten

Ein Fachbereich für Elektrotechnik verfügt durchschnittlich über 13 Professoren (C4) und 8 Professoren mit einer C3- oder C2-Besoldung. Rechnerisch entfallen auf einen Professor eine Dauerstelle und 2,5 befristete Haushalts-Stellen für wissenschaftliche Mitarbeiter. In der Gruppe der nicht-wissenschaftlichen Mitarbeiter beträgt die Relation pro Professor rund 0,75 Stellen im Verwaltungsbereich und 2 Stellen für technische Mitarbeiter. Aus Drittmitteln finanziert beschäftigt jeder Hochschullehrer im Durchschnitt drei wissenschaftliche Mitarbeiter.

Fachhochschulen

Die Fachbereiche verfügen durchschnittlich über 25 Professoren (C3- und C2), die im Unterschied zu den Universitäten auf wesentlich weniger zusätzliches Personal für Lehre und Forschung zurückgreifen können. Wissenschaftliche Mitarbeiter auf Zeit- wie auf Dauerstellen sind eine große Ausnahme. Stattdessen übernehmen in vielen Fachbereichen die Laboringenieure die Betreuung der Labore und unterstützen die Tätigkeit des Professors. Ein Hochschullehrer verfügt im Durchschnitt über 0,3 Laboringenieure. Die Relationen von einer Verwaltungsstelle auf 12 Professoren und 1 Techniker auf 6 Professoren unterstreichen, dass an den Fachhochschulen Verwaltungsstellen und Werkstatt-Dienstleistungen vorwiegend zentral organisiert sind. Nur in Ausnahmefällen sind wissenschaftliche Mitarbeiter und Laboringenieure im Rahmen von Drittmittelfinanzierung an Fachhochschulen beschäftigt.

4.3.2 Doktoranden

Bei den wissenschaftlichen Mitarbeitern auf Zeitstellen handelt es sich fast ausschließlich um Doktoranden. Quantitativ stellt diese Beschäftigtengruppe den größten Personalanteil eines Fachbereichs oder einer Forschungsgruppe an Universitäten dar.

Es hat sich in der Praxis vielfach gezeigt, dass die Hochschullehrer ihre wissenschaftlichen Mitarbeiter zum weitaus überwiegenden Teil aus dem Reservoir ihrer eigenen Absolventen rekrutieren. Die Zahl der zu erwartenden wissenschaftlichen Mitarbeiter lässt sich daher ausgehend von der durchschnittlichen Zahl der Studienanfänger und der daraus resultierenden Absolventenzahlen überschlägig ermitteln. Aus der Zahl der Studienanfänger lässt sich unter Berücksichtigung einer

durchschnittlichen Schwundquote - in Elektrotechnik rund 50 % - die zu erwartende Zahl der Absolventen ermitteln. Von diesen Absolventen wird in Elektrotechnik ein relativ geringer Anteil promovieren, der zwischen 10 % und 20 % liegt, je nachdem ob eine eher große oder eine eher geringe Zahl an Absolventen die Abschlussprüfungen ablegen. Im Mittel kann von einer Promotionsquote von 15 % ausgegangen werden. Die durchschnittliche Promotionsdauer liegt derzeit bei rund 5 Jahren, soll aber zukünftig deutlich gesenkt werden. Im Folgenden wird zunächst weiterhin mit einer Promotionsdauer von 5 Jahren gerechnet. In diesem Fall kann davon ausgegangen werden, dass eine Doktorandenanzahl zu erwarten ist, die bezogen auf die ursprüngliche Zahl der Absolventen bei rund 75 % liegt.

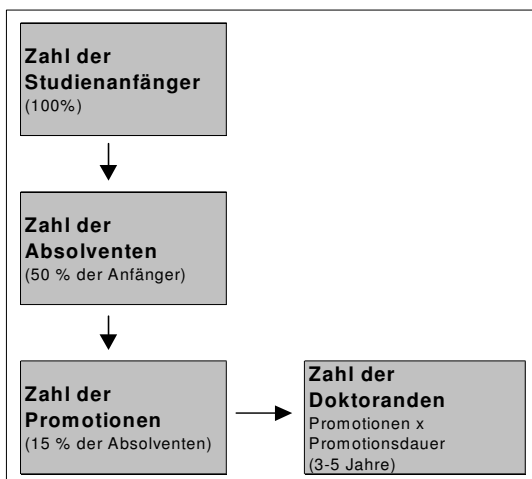


Abb. 37 Bemessung der Zahl der Doktoranden

Dieses Gesamtpotential an wissenschaftlichen Mitarbeitern verteilt sich entsprechend auf die zur Verfügung stehenden Haushalts- und Drittmittelstellen.

4.4 Personalmodelle

Als Grundlage für die Ermittlung von flächenbezogenen Bedarfsmodellen (vgl. Kap. 6) ist die Ausarbeitung von Personalmodellen unerlässlich. Bei diesen Modellen handelt es sich letztlich um Fachbereichsmodelle, da der gesamte Personalbestand eines Fachbereichs aufgeführt ist. Für die Annahmen, die in den Personalmodellen getroffen werden, sind folgende Faktoren von Bedeutung: erstens die derzeit vorhandene Personalausstattung, die mit der Erhebung ermittelt wurde (vgl. Kap. 1), und zweitens die Entwicklungstendenzen zur Personalplanung, die in Gesprächen an den Fachbereichen in Erfahrung gebracht wurden. Daraus leitet sich die Entwicklung der Personalmodellannahmen über mehrere Stufen ab:

- Ermittlung der Mindestausstattung an Hochschullehrern. Die Mindestzahl an Hochschullehrern für einen funktionierenden Fachbereich lässt sich aus den Studienplänen ableiten. Anhand der Lehranforderungen und der jeweiligen Lehrdeputate kann die Mindestzahl errechnet werden.
- Zuordnung von Haushaltsstellen für wissenschaftliche Mitarbeiter zu den Hochschullehrern.
- Ermittlung der Studienanfängerzahl mit Hilfe einer Kapazitätsberechnung.
- Ableitung der Absolventen- und Doktorandenzahl aus der Studienanfängerkapazität.
- Annahmen über die Zuordnung und Ausstattung mit nicht-wissenschaftlichem Personal.
- Zusammenstellung von Personalmodellannahmen unterschiedlicher Größenordnungen.

4.4.1 Universitäten

Die Mindest-Personalausstattung leitet sich letztlich aus den Anforderungen der Studienpläne ab. An Universitäten wird davon ausgegangen, dass alle Vorlesungen sowie die Hälfte der Seminare und Übungen im Hauptstudium von den Professoren abgehalten werden, während die Assistenten im Grundstudium alle und im Hauptstudium die Hälfte der Übungen und Seminare abdecken. Die erforderlichen Semesterwochenstunden (SWS) für Vorlesungen, Seminare und Übungen sind aus den jeweiligen Studienstrukturmodell der Universität (vgl. Kap. 3.2.6) entnommen.

Für die Universitäten ergibt sich demnach ein Bedarf von 30 SWS Vorlesungen im Grundstudium, 20 SWS Vorlesungen im Hauptstudium und 21 SWS Seminare bzw. Übungen. Hieraus würde sich ein Bedarf an Hochschullehrer-Stellen von rund 4,5 ableiten. In der Praxis werden jedoch für das Hauptstudium Vertiefungen angeboten, deren Umfang mit insgesamt 40 SWS angesetzt werden kann, davon 10 SWS Vorlesungen, 24 SWS Seminare/Übungen und 6 SWS Praktika. Hieraus leitet sich pro Vertiefungsfach ein Bedarf von 22 SWS für Hochschullehrer ab. Geht man davon aus, dass im Hauptstudium vier Vertiefungsrichtungen angeboten werden, so ergibt sich folgende Berechnung:

Für die Universitäten wurde eine jährliche Vorlesungszeit von 80 SWS und für Übungen und Seminare von 57 SWS angenommen. Hieraus errechnet sich eine Mindestzahl von rund 9 Professoren je Fachbereich bei einem jährlichen Deputat von 16 SWS, wobei eine Reihe von Deputatsreduzierungen bereits berücksichtigt sind. Die weiteren Annahmen zur übrigen Personalausstattung sind den Erläuterungen der Abbildung 38 zu entnehmen.

Personalmodell Universität

Voraussetzungen

Professoren	Mindestausstattung: 9 Professoren; weitere Modelle schrittweise erhöht
wiss. Mitarbeiter	Gesamtzahl der wiss. Mitarbeiter abgeleitet aus der Absolventenzahl Ein wiss. Mitarbeiter (Dauer) je drei Professoren Drei wiss. Mitarbeiter (Zeit) je Professor
nicht wiss. Mitarbeiter	Ein Techniker je Professor Für die zentrale Mechanikwerkstatt werden Beschäftigte im Verhältnis zum wiss. Personal von 1:20 (Modell 1), 1:25 (Modelle 2,3) und 1:30 (Modell 4) angesetzt. Je eine Person (halbe Stelle) für Verwaltungsaufgaben je Professor Ein bis zwei Personen für Verwaltungsaufgaben Dekanat Je ein Geschäftsführer und ein bis zwei Bibliothekskräfte pro Fachbereich
Drittmittelpersonal	Abhängig von Drittmittelvolumen und Absolventenzahl

Personalgruppe	Zahl der Beschäftigten			
	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4
HH-Stellen:				
Professoren	9	18	27	36
wiss. Mitarbeiter (Dauer)	3	6	9	12
wiss. Mitarbeiter (Zeitstelle)	27	54	81	108
Mitarbeiter Technik	Techniker: 9 Werkstatt: 2	Techniker: 18 Werkstatt: 4	Techniker: 27 Werkstatt: 6	Techniker: 36 Werkstatt: 7
Mitarbeiter Verwaltung	Sekretariat: 9 Bibliothek: 1 Dekanat: 1 Geschäftsführer: 1	Sekretariat: 18 Bibliothek: 1 Dekanat: 1 Geschäftsführer: 1	Sekretariat: 27 Bibliothek: 2 Dekanat: 2 Geschäftsführer: 1	Sekretariat: 36 Bibliothek: 2 Dekanat: 2 Geschäftsführer: 1
Summe	62	121	183	241
Drittmittel-Personal				
wiss. Mitarbeiter	18 - 36	37 - 73	56 - 110	74 - 146
Gesamtzahl der Beschäftigten	80 - 98	158 - 194	239 - 293	315 - 387

Abb. 38 Personalmodell Universität

4.4.2 Lehrkapazitäten und Studienplatzzahlen (Universität)

Für die in Abbildung 38 dargestellten Personalmodellannahmen lassen sich Kapazitätsberechnungen durchführen, mit deren Hilfe die Studienplatzkapazität eines Fachbereichs ermittelt werden kann (vgl. Abb. 39). Dafür wird dem Lehrpersonal ein Lehrdeputat zugewiesen, das in den Kapazitätsverordnungen (KapVO) der Bundesländer vorgeschrieben ist. Die studentische Nachfrage nach Lehrveranstaltungen wird mit den Curricularnormwerten (CNW) festgelegt, die ebenfalls in der KapVO zu finden sind. Lehrdeputat und CNW werden herangezogen, um zu ermitteln, welche Zahl von Studienplätzen einer vorhandenen Personalausstattung entspricht.

Bei den Lehrdeputaten sind Reduzierungen möglich. Beispielsweise können die Deputatsstunden eines Hochschullehrers vermindert werden, wenn er als Dekan amtiert oder wenn er besondere Forschungsarbeiten erbringt; hinzu kommen mögliche Deputatsreduzierungen der wissenschaftlichen Mitarbeiter. In den Modellrechnungen wurde für die Deputatsreduzierungen pauschal eine Verminderung um 15 % angenommen.

Parallel hierzu kann der erhöhte CNW angesetzt werden, den der Wissenschaftsrat bereits 1990 für Elektrotechnik berechnet hat und den er als angemessene Größe für die Lehrnachfrage vorschlug. Die Anwendung dieser Varianten (niedrigeres Lehrdeputat, höherer CNW) führt zu einer geringeren Studienplatzkapazität. In der Abbildung 39 sind entsprechende Bandbreiten an Studienplätzen ausgewiesen, je nach angesetzten Lehrdeputaten und CNW.

Für die Modellannahme 1 mit einer Mindestzahl von 9 Hochschullehrern ergibt sich je nach Umfang der Deputatsreduzierung und abzüglich von Lehrleistungen für andere Fachbereiche (Lehrexport) ein Gesamtlehrangebot zwischen 163 und 192 SWS. Daraus errechnet sich eine Studienplatzkapazität zwischen 384 und maximal 538. Unter der Annahme einer Schwundquote von 50 % ergibt sich eine jährliche Aufnahmekapazität (jeweils zum Wintersemester) von 120 bis 168 Studienanfängern. 120 Studienanfänger sind nach dieser Berechnung die Mindestgröße für einen Elektrotechnik-Fachbereich. Sinkt die Zahl der Studienanfänger unter diese Zahl ist von einer ungenügenden Auslastung des Fachbereiches auszugehen.

Ebenfalls unter Heranziehung der Schwundquote errechnet sich für Modellannahme 1 die Zahl der jährlichen Absolventen (60 - 84), die rechnerisch der Hälfte der jährlichen Anfängerzahlen entspricht. Für die Bestimmung der Zahl der Doktoranden wird die Annahme zu Grunde gelegt, dass rund 15 % der Absolventen zur Promotion zugelassen werden und die durchschnittliche Promotionsdauer bei 5 Jahren liegt. Für die Modellannahme 1 liegt die Zahl der Doktoranden zwischen 45 und 63.

Kapazitätsberechnung Universität				
Lehrdeputate	Dekan	6 SWS		
	Professoren	8 SWS		
	Wiss. Mitarbeiter (Dauerstelle)	8 SWS		
	Wiss. Mitarbeiter (Zeitstelle)	4 SWS		
Curricular-normwert	KapVO: 4,2	Wissenschaftsrat: 5,0		
	abzgl. 15 % für Lehrimporte	abzgl. 15 % für Lehrimporte:		
	3,57 (Studienjahr) bzw. 1,785 (Semester)	4,25 (Studienjahr) bzw. 2,125 (Semester)		
Verlaufsquoten	1. Semester	100%		
	3. Semester	70%		
	5. Semester	50%		
	7. Semester	50%		
	9. Semester	50%		
Kapazitäts-reduzierungen	Für Sonderaufgaben der Professoren und wiss. Mitarbeiter sind Deputatusreduzierungen möglich: Für die Berechnung wird einmal vom vollständigen Deputat (max.) und einmal von einer Deputatsreduzierung von 15% ausgegangen Daraus ergeben sich Bandbreiten in der Bemessung des Gesamtdeputats			
Studienplätze	Weiterhin ergeben sich Bandbreiten bei der Berechnung der Studienplätze durch die Anwendung des CNW-Vorschlags des Wissenschaftsrates			
Doktoranden	15% der Absolventen bei einer Promotionsdauer von 3-5 Jahren (gerechnet mit 5 Jahren)			
	Personalmodell 1	Personalmodell 2	Personalmodell 3	Personalmodell 4
Wissenschaftl. Lehrpersonal	1 Dekan 8 Professoren 3 wiss. Mitarbeiter (Dauer) 27 wiss. Mitarbeiter (Zeit)	1 Dekan 17 Professoren 6 wiss. Mitarbeiter (Dauer) 54 wiss. Mitarbeiter (Zeit)	1 Dekan 26 Professoren 9 wiss. Mitarbeiter (Dauer) 81 wiss. Mitarbeiter (Zeit)	1 Dekan 35 Professoren 12 wiss.Mitarbeiter(Dauer) 108 wiss.Mitarbeiter (Zeit)
Deputatsstunden gesamt (Semester)	172 - 202 SWS	345 - 406 SWS	519 - 610 SWS	692 - 814 SWS
Abzüge für Lehrexport (5 %)	9 - 10 SWS	17 - 20 SWS	26 - 31 SWS	35 - 41 SWS
Lehrangebot gesamt	163 - 192 SWS	328 - 386 SWS	493 - 579 SWS	657 - 773 SWS
Zahl der Studienplätze (Deputat/CNWx5)	384 - 538	772 - 1081	1160 - 1622	1546 - 2165
Zahl der Studienanfänger	120 - 168	241 - 338	363 - 507	483 - 677
Zahl der jährlichen Absolventen	60 - 84	121 - 169	182 - 254	242 - 339
Zahl der Doktoranden	45 - 63	91 - 127	137 - 191	182 - 254

Abb. 39 Kapazitätsberechnung Universitäten

4.4.3 Fachhochschulen

Die Personalmodelle für Elektrotechnik an Fachhochschulen werden auf gleichem Wege entwickelt wie für die Universitäten. Zunächst wird eine Berechnung durchgeführt, die die Mindestzahl an benötigten Hochschullehrern ermittelt.

Der Personalbedarf für das notwendige Studienangebot stellt das Minimum der zu planenden Personalstärke dar. An Fachhochschulen wird davon ausgegangen, dass alle Lehrveranstaltungen von den Professoren gehalten werden. Die erforderlichen Semesterwochenstunden für Vorlesungen, Seminare und Übungen sind aus dem Studienstrukturmodell der Fachhochschule (vgl. Kap. 3.2.6) entnommen. Grundlage ist ein Studiengang Elektrotechnik mit vier Vertiefungsrichtungen im Hauptstudium und der Möglichkeit des Studienabschlusses mit einem Diplom bzw. Master (Bachelor eingeschlossen). Eine weitere Annahme ist, dass im Hauptstudium vier Vertiefungsrichtungen angeboten werden. Es ergibt sich folgende Berechnung:

Für die Fachhochschulen beträgt der Umfang eines Studienplanes rund 180 SWS. Bei einem jährlichen Lehrdeputat von 36 SWS pro Hochschullehrer wären folglich 5 Hochschullehrer nötig, um einen Studienplan erfüllen zu können - wenn alle Studierenden die gleichen Lehrveranstaltungen besuchen würden. In der Praxis werden aber im Hauptstudium Vertiefungsmöglichkeiten angeboten, die in der Regel einen Umfang von rund 38 SWS aufweisen. Bei einem Angebot von vier Vertiefungen erhöht sich demzufolge das nötige Lehrangebot auf 294 SWS pro Studienjahr. Folglich werden für die Erbringung des Lehrangebotes eine Mindestzahl von rund 9 Professoren je Fachbereich benötigt, wobei eine Reihe von Deputatsreduzierungen berücksichtigt sind. Bei dieser Berechnung wird davon ausgegangen, dass die von den Studierenden zu absolvierenden Praktika jeweils nur einmal durchgeführt bzw. auf das Lehrdeputat der Hochschullehrer angerechnet werden. Werden die Praktika mit einem Gesamtumfang von 20 SWS dagegen bis zu fünfmal pro Woche durchgeführt und werden gleichzeitig diese Mehrfach-Lehrveranstaltungen auf das Lehrdeputat der Hochschullehrer komplett angerechnet, dann erhöht sich die Zahl der jährlich zu erbringenden SWS auf 374. Dies entspräche einer Mindestzahl von Hochschullehrern von rund 10 bis 11. Die weiteren Annahmen sind den Erläuterungen in der Abbildung 40 zu entnehmen.

Personalmodell Fachhochschule

Voraussetzungen

Professoren	Mindestausstattung 9 Professoren; weitere Modelle schrittweise erhöht
Laboringenieure	Ein Laboringenieur je zwei Professoren
nicht wiss. Mitarbeiter	Ein bis vier Administratoren für EDV-Angelegenheiten Ein Werkstatt-Beschäftigter je 10 Hochschullehrer (mind. 2 Beschäftigte) (Variante: keine Werkstatt-Beschäftigten, stattdessen Fremdvergaben) Ein bis zwei Bibliothekskräfte pro Fachbereich Ein Geschäftsführer je Fachbereich Ein bis zwei Personen für Verwaltungsaufgaben im Dekanat
Drittmittelpersonal	Ein wiss. Mitarbeiter je drei Professoren

Personalgruppe	Zahl der Beschäftigten			
	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4
HH-Stellen:				
Professoren	9	18	27	36
Laboringenieure	5	9	14	18
Mitarbeiter Technik	Administrator: 1 Werkstatt: 2	Administrator: 2 Werkstatt: 2	Administrator: 3 Werkstatt: 3	Administrator: 4 Werkstatt: 4
Mitarbeiter Verwaltung	Bibliothek: 1 Dekanat: 1 Geschäftsführer: 1	Bibliothek: 1 Dekanat: 1 Geschäftsführer: 1	Bibliothek: 2 Dekanat: 1 Geschäftsführer: 1	Bibliothek: 2 Dekanat: 1 Geschäftsführer: 1
Summe	20	34	51	66
Drittmittel-Personal				
wiss. Mitarbeiter	3	6	9	12
Gesamtzahl der Beschäftigten	23	40	60	78

Abb. 40 Personalmodell Fachhochschule

4.4.4 Lehrkapazitäten und Studienplatzzahlen (Fachhochschule)

Für die Fachhochschulen erfolgt eine den Universitäten analoge Kapazitätsberechnung zur Ermittlung der Lehr- und Studienplatzkapazität eines Fachbereiches. Die Bandbreiten in den Ergebnissen entstehen einerseits durch angenommene Reduzierungen des Deputats der Professoren; diese werden bei Übernahme von Ämtern im Rahmen der Selbstverwaltung sowie bei besonderen Forschungsanforderungen in Anspruch genommen. Andererseits entstehen unterschiedliche Werte, weil die Bundesländer für den Diplomstudiengang Elektrotechnik verschiedene CNW vorschlagen, die zwischen 6,0 und 6,6 liegen können. Für den Studiengang Elektrische Energietechnik liegt der CNW in Bremen sogar bei 6,8.

Für die Modellannahme 1 mit einer Mindestzahl von 9 Professoren ergibt sich je nach Umfang der Deputatsreduzierung ein Gesamtlehrangebot zwischen 130 bis 153 SWS. Daraus errechnet sich eine Studienplatzzahl von 158 bis maximal 204. Unter der Annahme einer Schwundquote von 30 % ergibt sich eine jährliche Aufnahmekapazität (jeweils zum Wintersemester) von 49 bis 64 Studienanfängern. Sinkt die Zahl der Studienanfänger für einen Fachbereich dieser Größe auf einen Wert unter 49, kann von einer ungenügenden Auslastung des Studienganges ausgegangen werden.

Ebenfalls unter Heranziehung der Schwundquote errechnet sich die Absolventenzahl als Anteil aus der Summe der ursprünglichen Studienanfänger.

Kapazitätsberechnung Fachhochschule				
Lehrdeputate	Dekan	9 SWS		
	Professoren	18 SWS		
Curricular-normwert	Länderspezifisch: 6,0 bis 6,6 (Studienjahr) bzw. 3,0 bis 3,3 (Semester)			
Verlaufsquoten	1. Semester	100%		
	3. Semester	80%		
	5. Semester	70%		
	7. Semester	70%		
Kapazitäts-reduzierungen	Für Sonderaufgaben der Professoren und wiss. Mitarbeiter sind Deputatusreduzierungen möglich: Für die Berechnung wird einmal vom vollständigen Deputat (max.) und einmal von einer Deputatsreduzierung von 15% ausgegangen Daraus ergeben sich Bandbreiten in der Bemessung des Gesamtdeputats			
Studienplätze	Weiterhin ergeben sich Bandbreiten bei der Berechnung der Studienplätze durch die Anwendung des CNW-Vorschlags des Wissenschaftsrates			
	Personalmodell 1	Personalmodell 2	Personalmodell 3	Personalmodell 4
Wissenschaftl. Lehrpersonal	1 Dekan 8 Professoren	1 Dekan 17 Professoren	1 Dekan 26 Professoren	1 Dekan 35 Professoren
Deputatsstunden gesamt (Semester)	130 - 153	268 - 315	405 - 477	543 - 639
Zahl der Studienplätze (Deputat/CNWx4)	158 - 204	325 - 420	491 - 636	658 - 852
Zahl der Studienanfänger	49 - 64	102 - 131	153 - 199	206 - 266
Zahl der jährlichen Absolventen	34 - 45	71 - 92	107 - 139	144 - 186

Abb. 41 Kapazitätsberechnung Fachhochschulen

4.5 Entwicklungstendenzen

Im Folgenden werden noch einmal die wichtigsten Entwicklungstendenzen im Bereich Organisation und Personal zusammenfassend dargestellt:

- X *Verwaltungsaufgaben:* Durch den allgemein im Hochschulwesen zu beobachtenden Strukturwandel werden zunehmend Verwaltungsaufgaben dezentralisiert, den Fachbereichen fallen neue Aufgabenbereiche zu. Daher gewinnt die Verwaltungstätigkeit innerhalb der Fachbereiche an Bedeutung. In vielen Fällen werden hierfür bereits Fachbereichs-Geschäftsführer sowie weiteres Verwaltungspersonal in den Fachbereichen eingestellt.
- X *Zentrale Dienstleistungen:* An den Fachhochschulen ist davon auszugehen, dass sämtliche Dienstleistungsfunktionen (Werkstatt, Rechneradministration, Verwaltung etc.) weiterhin so weit wie möglich zentralisiert sein werden. Auch an den Universitäten wird die Tendenz zur Zentralisierung aus Kostengründen zunehmen.
- X *Forschung an Fachhochschulen:* In der Mehrzahl der Landeshochschulgesetze wurde inzwischen die Forschung als Aufgabe der Fachhochschulen explizit benannt. Für die Wahrnehmung entsprechender Aufgaben steht den Professoren eine Reduzierung ihres Lehrdeputats zu. Die Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter, deren Stellen aus Drittmitteln finanziert werden, dürfte durch vermehrte Forschungsaktivitäten ansteigen. Insgesamt dürfte die Forschung an Fachhochschulen eher auf niedrigem Niveau verbleiben, da aufgrund der Arbeitsmarktlage die Stellen für wissenschaftliche Mitarbeiter an Fachhochschulen wenig attraktiv erscheinen und das hohe Lehrdeputat den Hochschullehrern enge Grenzen setzt.
- X *An-Institute:* Die Rolle der An-Institute wird an Universitäten und Fachhochschulen weiter an Bedeutung gewinnen. Dies lässt sich durch die enge Anbindung der Fachbereiche an die Industrie begründen. Zu diesem Zweck institutionalisieren die Fachbereiche ihre Kooperationen und ihre Drittmittelforschung in An-Instituten bzw. in sonstigen neugegründeten Einrichtungen privatwirtschaftlicher Art.
- X *Wissenschaftliche Mitarbeiter an Universitäten:* Die Zahl der Absolventen an Universitäten ist seit einigen Jahren rückläufig. Da die Quote der Studienabbrecher relativ konstant bleibt, ist aufgrund der gesunkenen Studienanfängerzahl in den kommenden Jahren weiter mit einem Rückgang der Absolventenzahl zu rechnen. Aus den Absolventen rekrutieren die Hochschulen den wissenschaftlichen Nachwuchs. Da zusätzlich die finanziellen Anreize aus der Wirtschaft als sehr hoch einzuschätzen sind, ist mit einer weiter sinkenden Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter an Universitäten zu rechnen.
- X *Dauerstellen:* Seit einiger Zeit ist zu beobachten, dass die Forschungsgruppen ihnen zugeteilte Dauerstellen nicht mehr als solche besetzen, sondern ausschließlich Verträge auf Zeit vergeben bzw. beim Stellenabbau vorrangig Dauerstellen abgeben. Dieser Trend wird sich weiter fortsetzen, aber eine kleine Gruppe wissenschaftlicher Mitarbeiter mit überwiegend administrativen Aufgaben wird an den Fachbereichen weiter auf Dauer beschäftigt werden.
- X *Netzadministration:* Aufgrund der stetig zunehmenden Bedeutung der Informationstechnik werden die Rechnernetze der Forschungsgruppen ein immer wichtigerer Bestandteil der Infrastruktur. Die Netze müssen regelmäßig gewartet und erweitert werden; die Forschungsgruppen sind daher auf Mitarbeiter mit entsprechenden Kenntnissen angewiesen.

5 Flächen- und Raumplanung

Für die Planung eines Neubaus bzw. für die Umstrukturierung bestehender Gebäude in der Elektrotechnik ist einerseits ein differenziertes Raumprogramm notwendig, andererseits müssen den einzelnen Raumarten innerhalb des Raumprogramms sinnvolle Flächenansätze zugeordnet werden.

Universitäten und Fachhochschulen unterscheiden sich im Hinblick auf die Flächen- und Raumplanung in zwei wesentlichen Aspekten: Zum einen ist der Forschungsbereich an Fachhochschulen wesentlich kleiner, woraus ein insgesamt niedrigerer Flächenbedarf resultiert. Zum anderen gibt es zwischen den Hochschultypen Unterschiede bei der organisatorischen Zuordnung der Räume. Während ein Großteil des Raumprogramms einer Universität den dortigen Forschungsgruppen bzw. Instituten zuzuordnen ist, fällt ein großer Teil der Räume an Fachhochschulen in die Zuständigkeit des Fachbereichs, da es sich um gemeinsam genutzte Lehrflächen handelt.

In den vorhergehenden Kapiteln wurden die Entwicklungstendenzen des Fachgebietes Elektrotechnik in Forschung, Lehre sowie Organisation und Personal dargestellt. Diese Tendenzen werden in diesem Kapitel zu Hinweisen für die Flächen- und Raumplanung zusammengeführt. Zunächst erfolgt die Erläuterung der verschiedenen Nutzungsbereiche innerhalb eines Elektrotechnik-Fachbereiches. Diesen Nutzungsbereichen werden im nächsten Schritt Raumarten zugeordnet, die zu einem Raumprogramm zusammengefasst werden können. Hierzu erfolgt eine Einteilung der möglichen Raumarten in üblicherweise benötigte Räume und in ein erweitertes Raumprogramm, dessen Bestandteile unter besonderen Bedingungen bzw. Arbeitsschwerpunkten sinnvoll erscheinen. In einem weiteren Schritt werden die einzelnen Räume erläutert und Flächenansätze für die einzelnen Raumarten und die benötigten Arbeitsplätze vorgeschlagen.

5.1 Nutzungsbereiche

Nutzungsbereiche sind Aggregate verschiedener Raumarten mit gleicher oder ähnlicher Nutzung. In der Elektrotechnik lassen sich insgesamt 6 Nutzungsbereiche unterscheiden: Bürobereich, Laborbereich, Dienstleistungsbereich, Lagerbereich, Lehrbereich und Sozialbereich. Die Abgrenzung dieser Nutzungsbereiche ist ähnlich wie im Maschinenbau (vgl. Vogel/Frerichs 1999) und leitet sich grundsätzlich aus einer früheren HIS-Untersuchung zu "Nutzungs- und Kostenflächenarten-Profile in Hochschulbereich" ab (Gerken u.a. 1997). Die dort getroffene Unterscheidung in 9 Nutzungsbereiche wird hier auf 6 reduziert. Im Vergleich zur Einteilung im Maschinenbau wurde hier lediglich die Kategorie Versuchshalle aufgegeben, da diese Raumart nur selten in der Elektrotechnik vorkommt, z. B. als Hochspannungshalle in der Energietechnik. Zusammengefasst wurden folgende Flächen:

- Hörsaalflächen und Seminarräume zu einem gemeinsamen Lehrbereich
- Labore und Versuchshallen zum gemeinsamen Bereich Laborbereich
- Bibliotheken, Werkstätten und EDV-Infrastruktur zum gemeinsamen Dienstleistungsbereich

Abbildung 42 zeigt in der Übersicht, welche Funktionen den sechs Nutzungsbereichen zugeordnet sind. Mit der Zunahme der computergestützten Forschung in den Bereichen Entwurf, Steuerung und Simulation gewinnt der Bürobereich als Forschungsarbeitsplatz an Bedeutung. Das Labor bleibt der zentrale Arbeitsbereich vorrangig für die physikalisch- und chemisch-technische Forschung, während die Versuchshallen für umfangreichere Versuchsaufbauten insbesondere in den Forschungsgruppen der elektrischen Energie- und Automatisierungstechnik benötigt werden.

Nutzungsbereich	Funktion
Bürobereich	Verwaltung, Recherche, Kommunikation, Modellierung, Simulation
Laborbereich	physikalisch-, chemisch- und software-technische Forschung (Labor- und Produktionsmaßstab), Messungen, Test, Aufnahmen
Dienstleistungsbereich	Werkstattleistungen, Literaturrecherche, EDV-Unterstützung
Lehrbereich	Theoretischer Unterricht, praktische Lehrveranstaltung, Rechnerübung
Lagerbereich	Stellplatz für Forschungsobjekte, Messgeräte, Demonstrationsobjekte
Sozialbereich	Aufenthalt, Versorgung

Abb. 42 Nutzungsbereiche

5.1.1 Raumprogramm

Abbildung 43 zeigt die Übersicht über ein Raumprogramm für Elektrotechnik-Fachbereiche. Die angegebenen Räume gelten gleichermaßen für Universitäten und Fachhochschulen. Die Darstellung ist nach den typischen Räumen (Standard-Raumprogramm) und nach Beispielen für Räume bei speziellen Anforderungen (erweitertes Raumprogramm) gegliedert. Auf Besonderheiten des Stellenwerts der einzelnen Raumarten wird bei den anschließenden detaillierten Erläuterungen zu den Räumen eingegangen.

Büro	Labor	Dienstleistung	Lager	Lehre	Sozialräume
Standard-Raumprogramm					
Büro für Hochschullehrer	Elektroniklabor	Mechanikwerkstatt	Lager einfach	Hör-/Lehrsaal	Aufenthaltsraum / Pausenraum
Büro für wiss. Mitarbeiter / Laboringenieur	Informations-technisches Labor	Elektronikwerkstatt	Messgerätelager	Seminarraum	
Sekretariat	Technologisches Labor	EDV-Infrastruktur	Chemikalienlager	Rechnerpraktikum	
Besprechungsraum	Physikalischer Messraum	Kopierraum	Archiv	phys.-techn. Praktikumsraum	
Arbeitsraum für Diplomanden und studentische Hilfskräfte	EDV-Labor	Bibliothek			
Büro Geschäftsführer	Technologische Versuchshalle / Schwerlabor				
Büro Fachschaft					
Erweitertes Raumprogramm (Beispiele)					
Sitzungssaal	EMV-Labor	Fotolabor	Sammlung	chem.-technisch. Praktikumsraum	Teeküche
	Schalltechnisches Labor	Leiterplatten-fertigung	Magazin		Cafeteria
	Optiklabor				
	Reinraum				

Abb. 43 Raumprogramm

5.1.2 Raumgrößen ausgewählter Neubauten

Die Abbildung 44 zeigt einen Überblick über die Raumgrößen aktueller Neubauten, gegliedert nach Nutzungsbereichen. Sie gibt einen Eindruck davon, in welchen Größenordnungen sich die Flächenansätze bei einigen in den letzten Jahren realisierten Gebäuden bewegen.

Gebäude	Nutzungsbereiche									
	Büro			Labor	Versuchshalle	Lagerräume	Dienstleistung	Lehre	Sozialräume	
	m² HNF	Zahl der AP	m²/ AP	Raumgröße in m² HNF	Raumgrößen in m² HNF	Raumgrößen in m² HNF	Raumgrößen in m² HNF	Raumgrößen in m² HNF	Raumgrößen in m² HNF	
Neubau Universität Duisburg Fachbereich Elektrotechnik	20			div. Rein- räume 21 Labore 30 Testlabor 19 Messtechnik 26	x	x	x	Rechner 54	Ruhezimmer 13 Teeküche 26	
Neubau TU München Fachbereich Elektr.- u. Informationstechnik	24 20 11 30		Studenten	Hauptlabor 294 Sonderlabore 75 Elektroniklabor 42 Technikräume 11		Lager 24 Lager 8 Archiv 43 Archiv 20	EDV 55 EDV 30 Werkstatt 28 Werkstatt 21 Bibliothek 73	Rechner 75 Rechner 40 Seminar 110 Übgs.räume 120 Praktikum 57	Aufenthalts- räume 20 5	
Neubau Universität Stuttgart Fakultät Elektrotechnik	23 17			Sonderlabor 188 Stud.labore 60 Elektroniklabor 60 Chemielabor 11 Hochspannung 70	Maschinen- untersuch. 234 Versuchs- werkstätten 110	Lager 16 Maschinen- abstellraum 93	Werkstatt 110 Kopierräume 11	Rechner 60 Seminar/ Handbibliothek 60 Ausbild.werkstatt 26 Rechner 60	Teeküchen 11	
Neubau TU Cottbus Fakultät Elektrotechnik	21 25 32	-	-	Forschungs- und weitere ... Labore 30 Messraum 25	Halle 433 Hallen 200	Lager 26 Lager 10	Werkstatt 21 Bibliothek 21 Fotolabor 13	Lehrlabor 115 Lehrlabor 70 Seminar 117 Seminar 63	Umkleide/ 26	
Neubau FH Koblenz Fachbereich Elektrotechnik	12 18			Labore 123 Labore 100 Chemielabor 32 Messtechnik 87	x	Materiallager 19 Geräteraum 17 Physik- sammlung 158	E-Werkstatt 40	Hörsaal 100 Hörsäle 80 Seminar 92 Seminar 32 Diplomandenr. 62	Teeküche 6	
Neubau FH Heide Fachbereich Elektrotechnik	24 24	12 -	12,0 -	Labore 90 Labor 200 Messraum 24	x	Lager und Sammlungen 18		x	x	

Abb. 44 Flächen der Nutzungsbereiche ausgewählter Neubauten an Hochschulen

5.2 Raumarten

In den nun folgenden Abschnitten sollen die im Raumprogramm (Abb. 43) zusammengestellten Räume näher erläutert werden. Getrennt nach Nutzungsbereichen erfolgt eine Erläuterung der Funktionen dieser Räume und eine Zuordnung von Flächenempfehlungen. Für eine Reihe von Raumarten, insbesondere im Laborbereich, ist dies allerdings nur eingeschränkt möglich, da je nach Forschungsschwerpunkt und Auslastung kleinere oder größere Räume sinnvoll sein können. In solchen Fällen wird durch Angabe mehrerer beispielhafter Größen eine Bandbreite angegeben.

5.2.1 Bürobereich

Büroräume werden für Hochschullehrer sowie die wissenschaftlichen und nicht wissenschaftlichen Mitarbeiter benötigt. Weiterhin zählen das Dekanat, das Sekretariat, der Geschäftsführer, ein Besprechungsraum sowie Arbeitsräume für Diplomanden, studentische Hilfskräfte und nicht zuletzt die Fachschaft zu den wichtigsten Bestandteilen des Bürobereichs.

Wie in Kapitel 2 deutlich wurde, gewinnt das software-technische Arbeiten am Rechner zunehmend an Bedeutung. Daher ist eine entsprechende Ausstattung der Büros in allen Bereichen der Elektrotechnik, insbesondere in der Informationstechnik und Mikroelektronik, äußerst wichtig. Außerdem ist die Leistungsfähigkeit der Rechnerausstattung sowie der Vernetzung eine wichtige Voraussetzung für die wissenschaftliche Arbeit. Büroarbeitsplätze an den auch experimentell gearbeitet wird, sind mit den Laboren vernetzt.

Flächenansätze für Büroräume sind in den Bundesländern unter anderem durch Verordnungen (Dienstzimmer-Erlass etc.) geregelt. Die hier angegebenen Werte sind Empfehlungen, die sich allerdings nicht an diesen Verordnungen orientieren, da der Hochschulbereich zumeist diesen Regelungen nicht unterliegt.

Raumart	Raumanforderungen	Fläche
Büro für Hochschullehrer	Die Büroräume für Professoren sollten Einzelbüros mit Rechnerausstattung und Netzzugang sein. Dies gilt sowohl für Universitäten als auch für Fachhochschulen. Bei Forschungsgruppenleitern an Universitäten sollte genügend Raum vorhanden sein, um das Büro für kleinere Besprechungen nutzen zu können. Daher wird an Universitäten mehr Fläche empfohlen als an Fachhochschulen. Im Regelfall wird einem Hochschullehrer an Fachhochschulen ein Einzelbüro mit 12 m ² Grundfläche zugewiesen. Der Dekan erhält unabhängig vom Hochschultyp 21 m ² Bürofläche zugeteilt.	18 - 21 m ² (Uni) 1 Arbeitsplatz 12 - 21 m ² (FH) 1 Arbeitsplatz
Büro für wissenschaftliche Mitarbeiter / Laboringenieure	Sowohl für wissenschaftliche Mitarbeiter an Universitäten und Fachhochschulen als auch für Laboringenieure ist ein Büroraum mit Rechnerausstattung und Netzzugang notwendig. Für wissenschaftliche Mitarbeiter an Universitäten und Fachhochschulen erscheinen Zwei-Personen-Büros sinnvoll. Das Büro für Laboringenieure sollte an die Labore angegliedert sein.	12 m ² 1 Arbeitsplatz
Sekretariat	An Universitäten gibt es üblicherweise für jede Forschungsgruppe und das Dekanat (Fachbereichsverwaltung) jeweils ein Sekretariat. An Fachhochschulen gibt es in der Regel nur ein Sekretariat für das Dekanat und gegebenenfalls für die Studierenden- und Prüfungsverwaltung. Eine Ausweitung der Sekretariate an Fachhochschulen ist derzeit nicht ersichtlich.	12 m ² pro Arbeitsplatz (Forschungsgruppe) 18 m ² pro Arbeitsplatz (Dekanat)

Büro Fachbereichsgeschäftsführer	Auf Fachbereichsebene wird an Universitäten und Fachhochschulen zukünftig immer häufiger die Stelle eines Geschäftsführers eingerichtet. Dieser übernimmt innerhalb des Fachbereiches planerische wie koordinierende Aufgaben und unterstützt die Arbeit des Dekans. Hierfür ist ein entsprechender Büroraum vorzusehen.	<i>18 m² 1 Arbeitsplatz</i>
Besprechungsraum	Je Forschungsgruppe (Universität) bzw. je Fachbereich (FH) ist ein Besprechungsraum erforderlich. Zunehmend werden einige dieser Räume mit Multi-Media-Komponenten ausgestattet, was einen entsprechenden Investitionsbedarf mit sich bringt. Die Besprechungsräume der Forschungsgruppen können auch für kleinere Lehrveranstaltungen sowie als Stellplatz für kleinere Buch- und Medienbestände genutzt werden.	<i>2 m² je Platz</i>
Arbeitsraum für studentische Hilfskräfte und Diplomanden (PC-Raum)	Für die studentischen Hilfskräfte und die Diplomanden der Forschungsgruppen ist ein Arbeitsraum mit Rechnerausstattung vorzusehen (PC-Raum), in dem diese wechselnd arbeiten können. Da die Studierenden nicht permanent einen Arbeitsplatz besetzen, kann die Zahl der benötigten Arbeitsplätze bei 50 % der Mitarbeiterzahl liegen. Es handelt sich vor allem um Rechner-Arbeitsplätze, die ohne zusätzliche büromäßige Ausstattung wie Bücherregale etc. auskommen. Daher liegt der Flächenansatz unter dem von Wissenschaftler-Arbeitsplätzen.	<i>6 m² je Arbeitsplatz</i>
Büro Fachschaft	Auf Fachbereichsebene ist ein Büro für die Arbeit der studentischen Interessenvertretung vorzusehen. Er sollte mindestens einen Büroarbeitsplatz vorsehen, aber auch Besprechungen mit mehreren Studierenden ermöglichen.	<i>18-36 m²</i>

5.2.2 Laborbereich

Der Laborbereich ist - wie in allen Ingenieurwissenschaften, so auch in der Elektrotechnik - der zentrale Nutzungsbereich für experimentelles Arbeiten. Während an den Universitäten die Labore vorrangig für Forschungsaufgaben zur Verfügung stehen, werden die Laborflächen an den Fachhochschulen überwiegend als Lehrflächen genutzt. Generell verwischt sich die Trennung von Forschung und Lehre mehr und mehr: Einerseits werden an den Universitäten Studierende im Hauptstudium zunehmend über Praktika, Projektstudien und Diplomarbeiten in die Forschungstätigkeiten einbezogen, andererseits nutzen die Fachhochschulen ihre Lehlabore zunehmend auch für anwendungsbezogene Forschung.

Das physikalisch-technische Arbeiten im Labormaßstab ist in der Elektrotechnik die dominante Arbeitsweise (vgl. Kap.2). Daher sind das elektronische Standardlabor und das technologische Labor die wichtigsten Raumarten. In Teilbereichen der Energietechnik werden darüber hinaus Versuchshallen genutzt, z. B. in der Hochspannungstechnik oder für die Forschung an elektrischen Antrieben. Zum großen Teil arbeitet auch die Automatisierungstechnik in Versuchshallen oder Schwerlaboren, in denen z. B. Produktionsroboter getestet werden. In der Informationstechnik wird fast ausnahmslos in elektronischen Laboren experimentell gearbeitet. Ergänzend spielt das EDV-Labor eine wichtige Rolle. Die Mikroelektronik nutzt ebenfalls vor allem elektronische Standardlabore und kleinere Einheiten chemisch-technischer Labore. Für die Entwicklung von Halbleitern werden von einzelnen Forschungsgruppen zusätzlich Reinräume benötigt.

Messräume sind in allen Forschungsbereichen zu finden. Hier werden Messungen überwiegend mit fest installierten Großmessgeräten, aber auch Untersuchungen beispielsweise an Rasterelekt-

ronenmikroskopen durchgeführt. Allerdings sinkt der Bedarf an separaten Messräumen, je kleiner, mobiler und billiger die Messgeräte werden.

Praktikumsräume werden aus systematischen Gründen dem Nutzungsbereich "Lehre" zugeordnet. Dort wird näher auf die speziellen Anforderungen der Praktikumsräume eingegangen.

Raumart	Raumanforderungen	Fläche
Elektroniklabor	Das Standard-Elektroniklabor kommt in den meisten Arbeitsbereichen der Elektrotechnik vor. Hier arbeiten die Wissenschaftler überwiegend an Elektronik-Arbeitstischen. Ein Arbeitsplatz setzt sich aus einem Arbeitstisch mit Rechner und Aufstellfläche für das Untersuchungsobjekt sowie Messgeräte zusammen. Diese Tische werden über einen Kabelkanal mit mehreren Anschlüssen mit Energie versorgt. Aufbauten über den Tischen ermöglichen die zusätzliche Aufstellung von Messgeräten, die für die Versuche benötigt werden. Die PCs sind mit dem Rechnernetz des Fachbereiches verbunden.	<i>12 m² pro Arbeitsplatz</i> <i>6 m² pro Arbeitsplatz im Lehrbereich</i>
Technologisches Labor	Im Unterschied zum Elektroniklabor können die Wissenschaftler hier Versuchsstände aufbauen, deren Größe je nach Forschungsobjekt variiert. Daher sollten diese Labore in unterschiedlichen Größen vorhanden sein. Neben einigen Arbeitsplätzen an Arbeitstischen sollten Freiflächen größere Versuchsaufbauten ermöglichen. Die Ausstattung der Arbeitstische ähnelt denen im elektronischen Labor. Über die Tische erfolgt die Elektroversorgung. Zusätzlich sollten flexibel einsetzbare Elektro- und Druckluftanschlüsse vorhanden sein. In einigen Fällen werden ein Kühlwasserkreislauf und eine Sondergasversorgung für größere Maschinen benötigt. Dauerhafte Arbeitsplätze gibt es in diesen Laboren in der Regel nicht.	<i>60 m²</i> <i>80 m²</i> <i>120 m²</i>
Physikalischer Messraum	Als Serviceräume zu den elektronischen und technologischen Laboren verfügen einige Fachbereiche über separate physikalische Messräume, in denen zumeist fest installierte Großmessgeräte untergebracht sind. Die Bedeutung dieser Räume nimmt in der Elektrotechnik allerdings in dem Maße ab, in dem die analogen wie digitalen Messinstrumente kleiner, mobiler und billiger werden. Die separaten Messräume werden im Bedarfsfall vor allem in den Arbeitsbereichen der Energie- und Automatisierungstechnik als Ergänzung zu den Versuchshallen eingerichtet. Feste Arbeitsplätze sind auch hier nicht vorhanden.	<i>12 m²</i> <i>18 m²</i> <i>24 m²</i>
EDV-Labor	In vielen Fällen werden neben den Arbeitsplatzrechnern der Wissenschaftler weitere, besonders leistungsfähige Rechner benötigt. Aus diesem Grunde gibt es insbesondere in der Informationstechnik und der Mikroelektronik viele Forschungsgruppen mit Bedarf an separaten EDV-Laboren. Der Anschluss an das Rechnernetz des Fachbereiches ist notwendig.	<i>6 m² je Arbeitsplatz</i>
Chemisch-technisches Labor	Chemisch-technische Labore kommen vor allem in der Mikroelektronik zum Einsatz. Hier werden vor allem Untersuchungen an Werkstoffen, Ätzungen etc. vorgenommen. Die Raumanforderungen stimmen im Wesentlichen mit denen eines chemischen Standardlabors mit RLT-Anforderungen überein. Allerdings werden nicht an jedem Arbeitsplatz Abzüge benötigt.	<i>12 m² pro Arbeitsplatz</i> <i>6 m² pro Arbeitsplatz im Lehrbereich</i>

Versuchshalle	Versuchshallen sind in wenigen Bereichen der Elektrotechnik notwendig. Besonders die Hochspannungstechnik innerhalb des Arbeitsbereichs "Elektrische Energietechnik" benötigt diese Art der Versuchsflächen. Versuchshallen zeichnen sich einerseits durch eine Deckenhöhe von bis zu 16 m aus, um die Aufstellung großer Versuchsgegenstände zu ermöglichen. Andererseits entsteht der große Flächenbedarf beispielsweise auf Grund des notwendigen Sicherheitsabstandes bei Hochspannungsversuchen. Charakteristisch sind wenige Arbeitsplätze und eine große Freifläche für Versuchsaufbauten.	300 m ² - 600 m ²
Schwerlabor	Für spezielle Versuchsaufbauten werden größere Räume mit besonderer Tragfähigkeit (Schwerlabore) benötigt. Die Hochspannungstechnik ist ein Forschungsgebiet, das diese Raumanforderungen häufig benötigt. Die Energietechnik beispielsweise arbeitet an energietechnischen Systemen, z. B. produktionstechnischen Anlagen, die nur auf großen Flächen aufgestellt werden können und daher ebenfalls vielfach ein Schwerlabor erfordern. Ähnliche Objekte können in der Automatisierungstechnik untersucht werden. Für Industrieroboter wird vielfach ebenfalls eine hohe Deckentragfähigkeit benötigt. Experimente zur mobilen Robotik benötigen "Teststrecken", also Freiräume, auf denen Roboter getestet werden können. Auf Grund der notwendigen Freiflächen sind hier zumeist nur wenige Arbeitsplätze einzurichten, die nicht fest vergeben werden.	50 m ² - 200 m ²
Reinraum	Auf Grund der wachsenden Bedeutung der Arbeitsbereiche Informationstechnik und Mikroelektronik hat die Forschung an Materialien und Produktionsweisen der Halbleitertechnik stark an Bedeutung gewonnen. In diesem Bereich, mit dem auch die Optoelektronik eng verbunden ist, werden z. B. Transistoren im Mikro- und Nanobereich gefertigt. Dies ist ausschließlich an Arbeitsplätzen möglich, die sich in hochreiner Umgebung befinden, also möglichst staubfrei sind. Dies gewährleisten die Reinräume. Allerdings sind nicht immer die höchsten Reinraumklassen (Klassen 100 oder 10) erforderlich, sondern es sind Standards ausreichend, die die Herstellung von Prototypen ermöglichen (Klasse 1.000). Produktionen mit großer Stückzahl sollten extern vergeben werden (vgl. auch Kap 5.2.3).	50 m ² - 200 m ²
Studierenden-Labor	Um Praktika im Hauptstudium an den Universitäten forschungsnah anbieten zu können, ist in den Forschungsgruppen eine Laborfläche für die Arbeit einer Gruppe von Studierenden vorzusehen. Diese kann zum einen als zusätzliche Teilfläche innerhalb eines Forschungslabor oder als separater Raum bereitgestellt werden. Studierende haben an diesen Arbeitsplätzen die Möglichkeit, in Kleingruppen Teilaspekte einer Forschungsaufgabe (Projektstudium) zu bearbeiten. Die Raumanforderungen ergeben sich aus dem jeweiligen Forschungsschwerpunkt.	6 m ² pro Arbeitsplatz

5.2.2.1 Reinraum

Reinräume sind eine besonders aufwendige Raumart für die elektrotechnische Forschung, die nur in einzelnen Forschungsgebieten zum Einsatz kommen. In Reinräumen wird einerseits an der Technologie der Produktion mikroelektronischer Schaltungen geforscht. Andererseits werden Prototypen von Schaltungen produziert, um so die Möglichkeit zur Erprobung dieser Schaltungen zu haben. Beide Funktionen der Reinräume lassen sich in der Regel nicht extern an private Firmen vergeben.

Reinräume werden in unterschiedliche Reinheitsklassen unterteilt, die nach der Zahl der in der Luft vorhandenen Partikel bestimmt werden. Auch innerhalb eines Reinraumbereichs existieren unterschiedliche Reinheitsklassen. Im experimentellen Arbeitsbereich an Labortischen müssen höhere Reinheitsklassen (Klasse 100) gewährleistet werden, während in der näheren Umgebung eine geringere Reinheitsklasse von 1.000 ausreicht und im Technikbereich des Reinraums die Reinheitsklasse 10.000 vorhanden sein kann. Innerhalb der Reinräume gibt es eine umfangreiche Medienversorgung sowie weitere Ausstattungsmerkmale eines chemischen Labors. Dazu zählen beispielsweise eine Reinstgasversorgung, Vakuumversorgung, Prozesskühlung und Abwasserneutralisation. Reinräume gehören auf Grund der hohen Erstellungskosten und der speziellen Nutzungsausrichtung nicht zur Standardausstattung der elektrotechnischen Fachbereiche. Zur besseren Auslastung dieser Speziallabore sollten sie an ihrem Standort von mehreren Forschungsgruppen gemeinsam genutzt werden. Eine gemeinsame Zuordnung des dort beschäftigten Personal wäre ebenfalls sinnvoll, ist an den Hochschulen aber bisher nicht Praxis.

Eine der modernsten Reinraumanlagen im deutschen Hochschulbereich ist 1998 mit dem Zentrum für Halbleitertechnik und Optoelektronik an der Universität Duisburg entstanden. Das Institutsgebäude verfügt über einen Reinraumbereich mit insgesamt 469 m² HNF.

Charakteristisch für den Reinraum ist die große Fläche, die als Funktionsfläche für die technischen Installationen eingerechnet werden muss. Der viergeschossige Reinraumbereich verfügt nur in einem Geschoss über experimentell genutzte Flächen. Die übrigen Geschosse werden für die Luftzirkulation, die Medienversorgung und die Entsorgung benötigt. Abbildung 45 zeigt eine Grundrisszeichnung der tatsächlichen Reinraumfläche an der Universität Duisburg. Auch innerhalb des Reinraums sind Wartungsgänge erforderlich. Sämtliche Installationen sind über diese Gänge erreichbar, so dass für technische Eingriffe der hochsensible Reinraumbereich mit dem höchsten Reinraumklassen von 10 bis 100 nicht betreten werden muss.

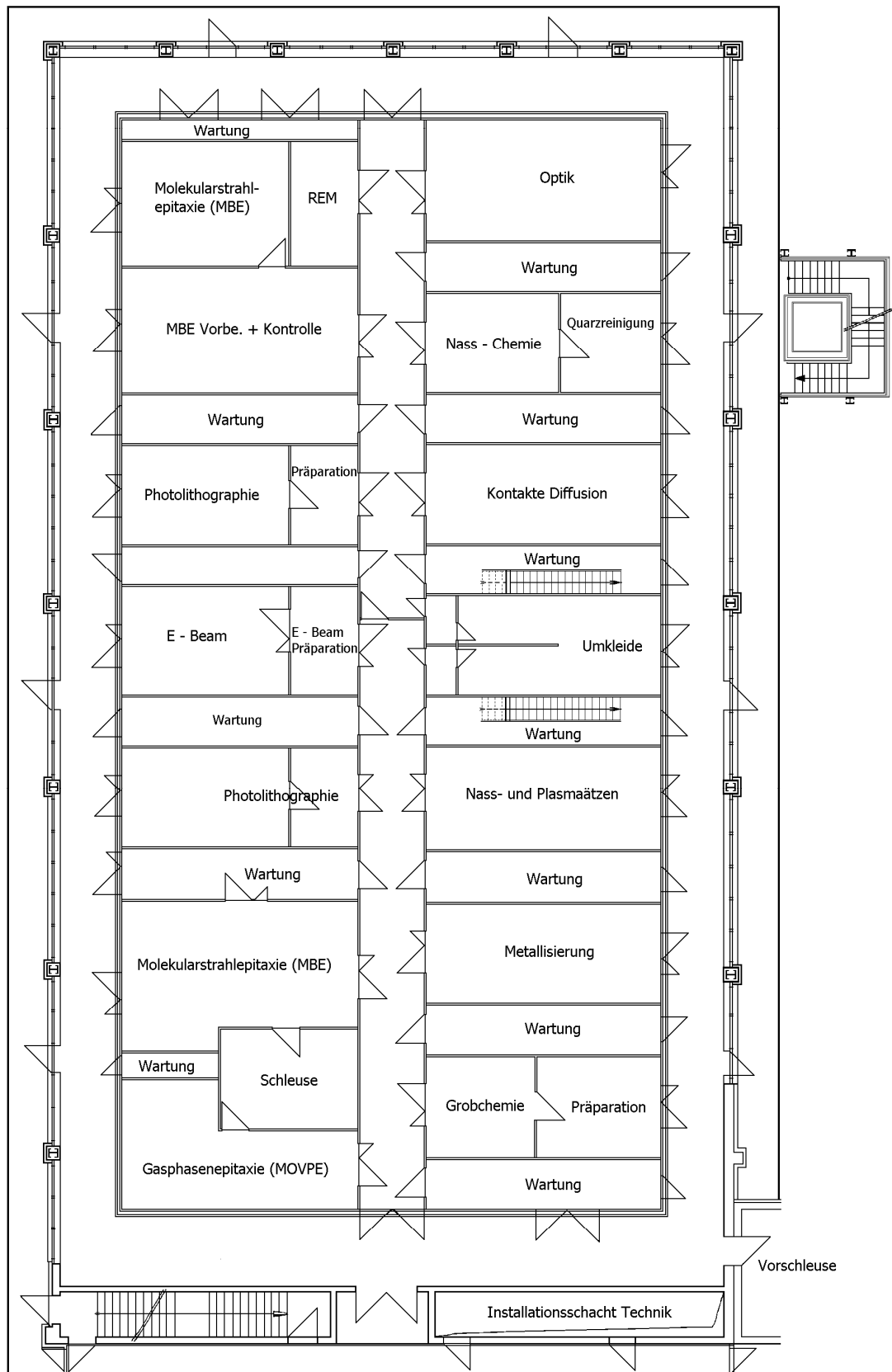


Abb. 45 Reinraum: Zentrum für Halbleitertechnik und Optoelektronik, Universität Duisburg

5.2.2.2 Versuchshallenbereich

In der Elektrotechnik werden nur von wenigen Forschungsgruppen oder Lehrbereichen Versuchshallen benötigt. Dies gilt insbesondere für die Hochspannungstechnik. Sie benötigt vor allem für Experimente, die mit Hochspannung arbeiten, Hallen mit Deckenhöhen bis zu 16 m.

Auf Grund des in den 50er und 60er Jahren steigenden Stellenwerts der Hochspannungstechnik wurden damals bundesweit mehrere Hochspannungshallen errichtet. Die Hochspannungstechnik ist weiterhin von Interesse geblieben, die Ausstattung der Hallen ist dagegen zunehmend veraltet. Neue Hallen sind bis vor wenigen Jahren nicht mehr entstanden. 1998 wurde seit langem der erste Neubau einer Hochspannungshalle an der Technischen Universität Cottbus fertiggestellt. An der Universität Dortmund entsteht derzeit eine weitere neue Halle.

Wichtigster Faktor für die Bestimmung des Flächenbedarfs ist die Höhe der zu untersuchenden Spannung: Für die Durchführung der Experimente muss ein Sicherheitsabstand eingehalten werden, der je nach Gleichstrom, Wechselstrom oder Stoßspannungen variiert (vgl. DIN VDE 0101). Aus diesen Abständen resultiert ein hoher Bedarf an Hallenfläche, auf der nur wenige großmaßstäbliche Versuchsaufbauten aufgestellt werden können.

Exemplarisch werden in Abbildung 46 der Grundriss und die Einrichtung der neuen Hochspannungshalle an der BTU Cottbus dokumentiert.

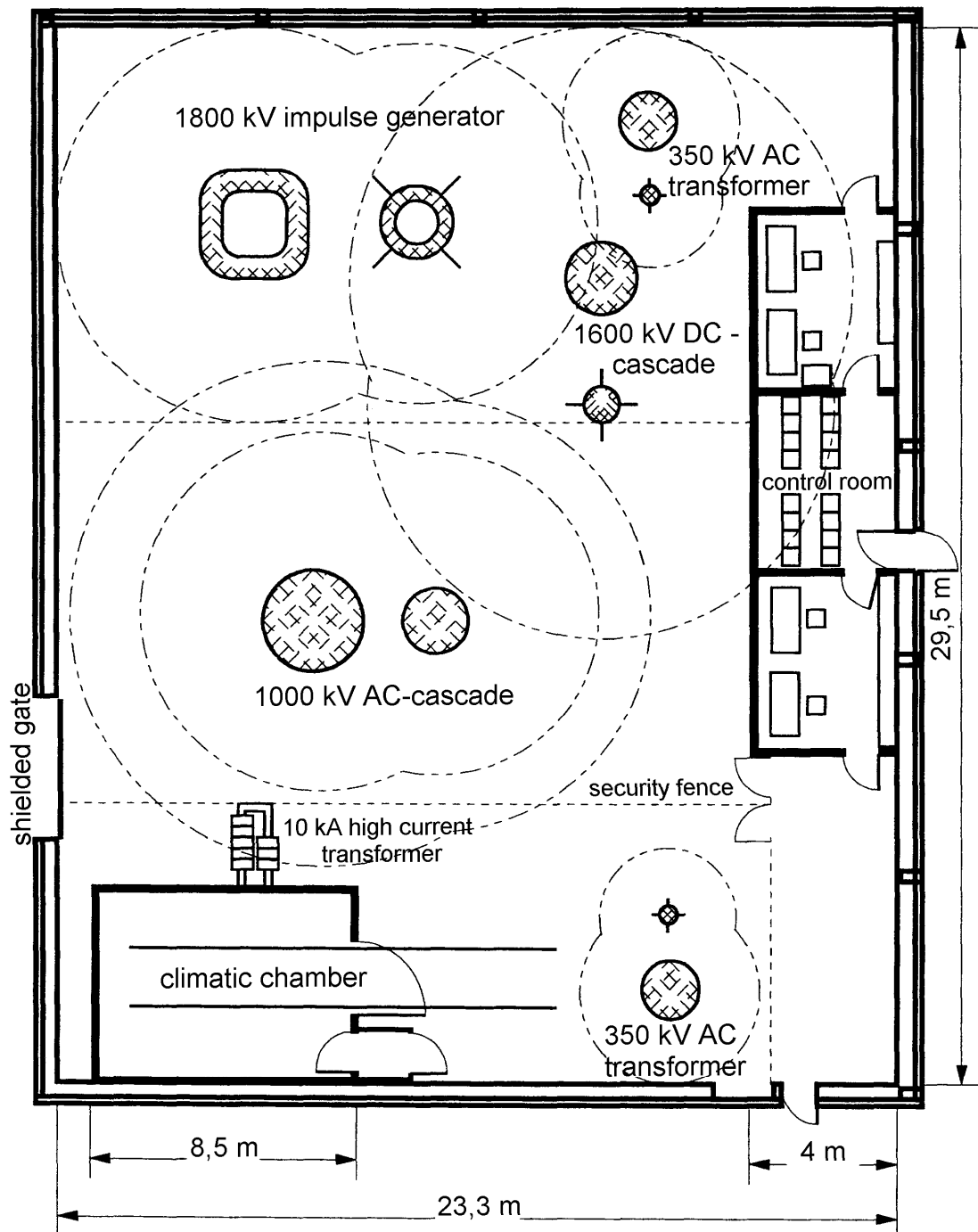


Abb. 46 Einrichtungsplan der Hochspannungshalle an der BTU Cottbus

5.2.3 Lehrbereich

Universitäten nutzen den Lehrbereich vor allem im Grundstudium für theoretische Lehrveranstaltungen und für Praktika. Im Hauptstudium werden die praktischen Studienanteile zu einem großen Teil auf den Flächen der Forschungsgruppen durchgeführt. Im Gegensatz dazu werden an den Fachhochschulen neben Hörsälen und Seminarräumen auch die Laborflächen überwiegend für Lehraufgaben genutzt. An beiden Hochschultypen steigt der Bedarf an Rechnerarbeitsplätzen in der Lehre. Diese werden zum einen als Poolplätze für EDV-Praktika und zur freien Nutzung durch die Studierende bereitgestellt, zum anderen stehen EDV-Arbeitsplätze für Diplomanden und Hilfskräfte innerhalb der Forschungsgruppen und Lehrbereiche zur Verfügung.

Raumart	Raumanforderungen	Fläche
Hörsaal	Hörsäle werden in der Regel zentral durch die Hochschule verwaltet, so dass keine fachbereichseigenen Hörsäle benötigt werden. Ihr Bedarf richtet sich nach der Zahl der Studierenden. Bei Größen über 100 Studierenden sind Hörsäle in jedem Fall erforderlich. Aber auch bei geringeren Gruppengrößen von 60 bis 100 Studierenden kommen Hörsäle zum Einsatz. Immer wichtiger wird die Ausstattung der Hörsäle mit moderner Medientechnik (Video-Beamer, Internet-Anschluss etc.).	<i>0,9 - 1,1 m² pro Platz</i>
Seminarraum	Bei Gruppengrößen, die unter 100 Studierenden liegen, ist es möglich, Seminarräume zu nutzen. Auch sie werden im Normalfall zentral verwaltet. Eine Ausnahme sind die Besprechungsräume der einzelnen Forschungsgruppe sowie des Fachbereiches, die ebenfalls für kleinere Veranstaltungen genutzt werden können. Um eine möglichst effektive Nutzung zu erzielen, sollten Seminarräume in unterschiedlichen Größenklassen vorhanden sein. Da der Unterricht in Kleingruppen zur Ausbildung so genannter "soft skills" besonders geeignet ist (vgl. Kapitel 3), ist ein zunehmender Bedarf an Seminarräumen zu erwarten.	<i>2 m² pro Platz</i>
Rechnerpraktikum (PC-Pool)	Als praktischen Übungsraum benötigen die Fachbereiche Rechnerplätze, Übungen und Praktika zunehmend am Rechner stattfinden. Dieser Raum muss einerseits für die Praktika zur Verfügung stehen. Andererseits werden freie Übungszeiten für die Studierenden angeboten. Daher sind bei der Bemessung der Größe bzw. der Zahl der Arbeitsplätze nicht nur die Zahl der Übungen am Rechner sondern auch angemessene freie Zeiten zu berücksichtigen. Darüber hinaus ist ein steigender Bedarf abzusehen, so dass die Orientierung am bestehenden Studienplan nicht ausreicht. In den Fachbereichsmo- dellen wird daher ein Gesamtbedarf an PC-Arbeitsplätzen entsprechend 15% der Studienplätze angenommen. Diese werden im PC-Pool sowie als Arbeitsplätze für Diplomanden und wiss. Hilfskräfte in den Forschungsgruppen und Lehrbereichen zur Verfügung gestellt.	<i>3,5 m² pro Praktikumsplatz</i> <i>6 m² pro Arbeitsplatz für Diplomanden und studentische Hilfskräfte</i>
Physikalisch-technischer Praktikumsraum	Praktikumsräume in der Elektrotechnik sind in den meisten Fällen physikalisch-technische Labore. Sie sind mit einer größeren Zahl standardisierter Praktikumsplätze in Form von Elektronik-Arbeitstischen ausgestattet. Dort können die Studierenden die Versuche aufbauen. Im Grundlagen- und Fortgeschrittenen-Praktika werden die Arbeitsplätze jeweils Kleingruppen von bis zu 3 Studierenden zugeteilt.	<i>6 m² je Praktikumsplatz (2 bis 3 Studierende)</i>

5.2.4 Dienstleistungsbereich

Dem Dienstleistungsbereich werden Raumarten zugeordnet, die sowohl Forschung als auch Lehre unterstützen und die sich in den meisten Fällen zentral einrichten lassen. Dazu gehören Werkstatt, EDV-Ergänzungen (Server, Scanner, Drucker und Kopierer) sowie eine Bibliothek.

Raumart	Raumanforderungen	Fläche
Elektronikwerkstatt	Der Bedarf an einer Elektronikwerkstatt in der Elektrotechnik ist stark rückläufig, elektronische Arbeiten werden heute in der Regel von Technikern (Universitäten) bzw. Laboringenieuren (Fachhochschulen) an einem entsprechenden Arbeitsplatz innerhalb eines Labors mit übernommen. Sie bereiten Experimente und Versuchsaufbauten vor, setzen Schaltungen und einzelne Leiterplatten zusammen etc. Es handelt sich um einen werkstattähnlichen Arbeitsplatz, an dem auch die Wissenschaftler selbst arbeiten können. Dieser Arbeitsplatz besteht in der Regel aus einem Standard-Elektronikarbeits-tisch. Sinnvoll erscheint die Kombination dieses Arbeitsplatzes mit einem separaten Büroarbeitsplatz für einen Techniker und einem kleinen Regallager für elektronische Bauteile. Eigenständige Elektronikwerkstätten mit eigenem Personal werden dagegen kaum noch benötigt.	<i>18 m² pro Beschäftigten</i>
Mechanikwerkstatt	Mechanische Dienstleistungen werden in der Elektrotechnik nicht von allen Forschungsgruppen nachgefragt. Insbesondere für die Energie- und Automatisierungstechnik sind sie aber von großer Bedeutung. Im Gegensatz zur Elektrowerkstatt bietet sich hierfür eine zentrale Organisation an, wobei die Werkstatt eventuell einem großen Nachfrager innerhalb des Fachbereichs zugeordnet sein kann.	<i>40 m² pro Beschäftigten</i>
Serverraum	Der Serverraum ist das "technische Herz" einer Forschungsgruppe bzw. eines Fachbereiches. Hier stehen die Rechner mit Serverfunktion für das Inter- und Intranet. Auf Grund der Wärmeentwicklung sollte auf eine ausreichende Klimatisierung des Raumes geachtet werden. Der Arbeitsplatz des Systemadministrator wird in einem separaten Büroraum eingerichtet.	<i>12 m² 18 m² 24 m²</i>
Bibliothek	Die Bibliothek sollte im Normalfall an Universitäten auf Fachbereichs- oder Hochschulebene, an Fachhochschulen zentral auf Hochschulebene organisiert sein. In jedem Fall ist die Größe der Bibliothek abhängig von der Zahl der aufgestellten Bücher bzw. Medieneinheiten und deren Anordnung, der Zahl des Personals und der Zahl der Arbeitsplätze im Informationsbereich.	<i>3 m² pro Leseplatz 5,8 - 6,2 m² je 1.000 Bände 12 -21 m² je Arbeitsplatz für Personal 3,5 m² je Arbeitsplatz im Informationsbereich</i>
Kopierraum	In diesem Raum werden neben dem Kopierer auch EDV-Geräte wie Drucker (Großformat) und Scanner aufgestellt. Dafür ist ergänzend ein entsprechender Rechnerarbeitsplatz einzurichten.	<i>ab 6 m²</i>

5.2.5 Lagerbereich

Als Ergänzung der Labor- und Praktikumsflächen werden in den Fachbereichen separate Lager Räume benötigt. Darin werden Geräte, Bauteile etc. gelagert. Einzelne Forschungsgruppen benötigen spezielle Lagerstätten für Betriebsstoffe und Chemikalien. Die Fachbereiche sind verpflichtet, Schriftstücke zu archivieren, wofür ein entsprechender Archivraum für das Dekanat benötigt wird.

Raumart	Raumanforderungen	Fläche
Lager einfach	Lager werden in der Elektrotechnik zumeist nur in geringem Umfang benötigt. In den Arbeitsbereichen Energie- und Automatisierungstechnik erfordert der Umgang mit größeren Versuchsaufbauten die Schaffung von vorübergehenden Abstellmöglichkeiten. Insbesondere die Hochspannungstechnik arbeitet mit häufig wechselnden Versuchsaufbauten aus großen Bauteilen. In der Mikroelektronik und Informationstechnik reicht dagegen im Normalfall ein kleines Lager für Geräte und Bauteile aus, das als einzelner Raum oder als Bestandteil des Elektronikwerkstatt eingerichtet sein kann. An den Universitäten und Fachhochschulen entsteht außerdem Lagerbedarf auf Grund von hohen Gerätestückzahlen, die im Rahmen der Praktika eingesetzt werden.	12 - 20 m ²
Messgerätelager	In der Elektrotechnik wird in allen Bereichen eine Vielzahl von Messgeräten benötigt. Da es sich meistens um mobile Messgeräte handelt, ist es sinnvoll, nicht benutzte Geräte in einem Messgerätelager abzustellen.	12 - 20 m ²
Chemikalienlager	Dieser Lagerraum zur getrennten Lagerung von Chemikalien stellt besondere luft- und sicherheitstechnische Anforderungen (z.B. Explosions- und Brandschutz).	10 m ²
Archiv	Die Verwaltung des Fachbereichs muss eine Vielzahl von Dokumenten archivieren, für die ein kleines Archiv angelegt werden muss.	12- 20 m ²

5.2.6 Sozialbereich

Den Beschäftigten eines Fachbereichs ohne eigenen Büroarbeitsplatz muss nach §29 Arbeitsstättenverordnung ein Pausenraum zur Verfügung gestellt werden, wenn es sich um mehr als 10 Arbeitnehmer handelt. Pro Beschäftigten ist 1 m² Pausenraum zur Verfügung zu stellen.

5.2.7 Raumgrößen im Überblick

Im Folgenden sind beispielhafte Raumgrößen für verschiedenen Raumarten in einer Darstellung zusammengestellt (vgl. Abb. 47). Die Raumgrößen sind in Bandbreiten angegeben, da je nach Fachbereichsgröße und Arbeitsschwerpunkten unterschiedliche Raumgrößen erforderlich sind. Einige Raumarten sollten mehrfach vorhanden sein, da dies die Flexibilität der Nutzung erhöht. Um beispielhafte Raumgrößen ermitteln zu können, wird ein Raster von 1,10 m bis 1,20 m (abzüglich einer Wandstärke von 15 cm) bei einer Raumtiefe von 6 m (Raster: 6,30 m) vorausgesetzt. Ausnahmen bilden große Raumarten wie Versuchshallen, die Mechanikwerkstatt und die Bibliothek.

Nutzungsbereich	Raumart	Raumgröße m ² HNF (Ausbauraster 1,10 - 1,20 m)	m ² HNF pro Arbeitsplatz
Büro	Ein-Personen-Büro	21,0	21,0
		18,0	18,0
		12,0	12,0
	Zwei-Personen-Büro	24,0	12,0
	Rechnerraum (4 Arbeitsplätze für studentische Hilfskräfte)	24,0	6,0
	Besprechungsraum (12 Plätze)	24,0	2,0
Labor	Elektroniklabor / Technologisches Labor	(Breite 6 Raster) 38,7 - 42,3	-
		(Breite 8 Raster) 51,9 - 56,7	-
		(Breite 10 Raster) 65,1 - 71,1	-
	Schwerlabor	(Breite 15 Raster) 98,1 - 107,1	-
		(Breite 20 Raster) 131,1 - 143,1	-
		(Breite 30 Raster) 197,1 - 215,1	-
	physikalischer Meßraum	(Breite 2 Raster) 12,3 - 13,5	-
		(Breite 3 Raster) 18,9 - 20,7	-
		(Breite 4 Raster) 25,5 - 27,9	-
	EDV-Labor	24,0	6,0
Versuchshalle	Technologische Versuchshalle	150,0	-
		250,0	-
		450,0	-
Dienstleistung	Mechanikwerkstatt (Raumtiefe 12 m)	(Breite 8 Raster) 103,8 - 113,4	40,0
		(Breite 15 Raster) 196,2 - 214,2	
	Elektronikwerkstatt	(Breite 3 Raster) 18,9 - 20,7	18,0
	Fachbereichsbibliothek (Raumtiefe 12 m)	(Breite 15 Raster) 196,2 - 214,2	Leseplatz: 3,0
		(Breite 25 Raster) 328,2 - 358,2	
	EDV, Kopierraum etc.	(Breite 2 Raster) 12,3 - 13,5	-
Lager	Lager einfach oder mit besonderen Anforderungen	(Breite 2 Raster) 12,3 - 13,5	-
		(Breite 3 Raster) 18,9 - 20,7	-
	Archiv	(Breite 2 Raster) 12,3 - 13,5	
		(Breite 4 Raster) 25,5 - 27,9	-
Lehre	PC-Pool (20 Arbeitsplätze)	(Breite 10 Raster) 65,1 - 71,1	3,5
	CAD-Raum (20 Arbeitsplätze)	(Breite 15 Raster) 98,1 - 107,1	5,0
	Seminarraum (30 Plätze)	(Breite 9 Raster) 58,5 - 63,9	2,0
	Hörsaal (100 Plätze)	(Breite 16 Raster) 104,7 - 114,3	1,1
Sozialräume	Aufenthaltsraum (20 Plätze)	(Breite 3 Raster) 18,9 - 20,7	1,0

Abb. 47 Beispiele für Raumgrößen und Arbeitsplatzflächen

5.3 Entwicklungstendenzen

Die wichtigsten Entwicklungstendenzen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- X *Büroräume:* Die qualitativen Anforderungen an die Büroräume ändern sich. Die Rechner-technik im Bürobereich wird immer leistungsfähiger. Die Vernetzung der Büros untereinander und mit den experimentellen Laboren wird zum Standard. Durch die Vernetzung mit den Versuchsaufbauten wird die räumliche Anbindung zwischen Büro und Labor bzw. Versuchshalle zu einem weniger wichtigen Faktor. Ebenso sorgen leistungsfähige Rechner und Netze dafür, dass Teile der Forschungsarbeit vom Labor ins Büro verlagert werden können. Für Hochschullehrer an Fachhochschulen werden zunehmend Einzelbüros eingerichtet.
- X *Schwerlabore und Versuchshallen:* Spezielle Forschungsschwerpunkte der Elektrotechnik arbeiten mit intensivem Anwendungsbezug auf Gebieten, die großmaßstäbliche Versuchsaufbauten benötigen. Aus diesem Grunde werden auch zukünftig - trotz der Miniaturisierung - Schwerlabore und Versuchshallen benötigt. Dieser Bedarf wird bei steigender Forschungstätigkeit auch an Fachhochschulen entstehen.
- X *EDV-Labore:* Aufgrund der sich weiter verbessernden Rechnertechnik erscheint es möglich, dass auch die Rechner im Bürobereich zukünftig eine Leistungsstärke erreichen, die den Einsatz von besonderen Rechnern in separaten EDV-Laboren entbehrlich macht. Bei den Forschungsgruppen werden tendenziell zunehmend eigene Serverräume benötigt.
- X *Reinraumbedarf:* Die Mikro- und Nanotechnologie erhält zukünftig besonders bei der Informationstechnik und Mikroelektronik einen höheren Stellenwert. Die Forschung an Strukturen in kleinsten Maßstäben benötigt partikelarme Umgebungen sowie kontrollierbare Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen. Reinräume mit besonders hohen Anforderungen (Klasse 10 und höher) scheinen für Hochschulen dagegen entbehrlich, da keine Schaltungen in Serie, sondern in der Regel Prototypen gefertigt werden. Reinräume sollten von mehreren Forschungsgruppen gemeinsam genutzt werden, um die Auslastung zu gewährleisten.
- X *Die wachsende Bedeutung der Simulationstechnik* verändert das experimentelle Arbeiten. Viele Versuche können gezielter durchgeführt werden. Dies muss jedoch nicht zu einem Rückgang der Versuchsintensität und einem sinkendem Bedarf an Versuchsflächen führen. Im Bereich der Informationstechnik und der Mikroelektronik wird es einzelne Forschungsgruppen geben, die ausschließlich software-technische Arbeiten durchführen. Je nach Umfang dieser Forschungsgruppen sinkt der Bedarf an experimentellen Versuchsflächen.
- X *Elektronikwerkstatt:* In den Forschungsgruppen besteht Bedarf an technischer Unterstützung bei Elektronikarbeiten, wofür aber immer seltener separate Werkstätten benötigt werden. Stattdessen entwickelt sich der Bedarf in Richtung Elektronikarbeitsplätze in Laboren, die sowohl vom technischen als auch vom wissenschaftlichen Personal belegt werden können.
- X *Mechanikwerkstatt:* Es ist mit einem weiteren Rückgang der Nachfrage nach mechanischen Werkstätten an Universitäten und Fachhochschulen zu rechnen. Durch Zentralisierung und Vergabe an Dritte wird zusätzlich Personal abgebaut.
- X *Praktikumsräume:* Die praktischen Übungen im Grundstudium, die für das Elektrotechnikstudium elementar sind, können nicht in Forschungslabore verlagert werden. Es besteht weiterhin Bedarf an solchen Praktikumsräumen.
- X *Seminarräume:* Neue Lehrformen im ingenieurwissenschaftlichen Studium (seminaristischer Unterricht, Projektstudium) sollen die Studierenden zu mehr Kooperationsfähigkeit und Teamarbeit befähigen. Kleinere Gruppengrößen im Studium werden tendenziell zu einem höheren Bedarf an Seminarräumen führen.

6 Bedarfsmodelle

Die Ergebnisse der vorangegangenen Kapitel werden in diesem Kapitel zu konkreten Flächenmodellen zusammengeführt. Die bisherigen Annahmen, insbesondere zu den Arbeitsprofilen der Forschungsgruppen (vgl. Kap. 2), zum Aufbau der Studiengänge (vgl. Kap. 3) sowie zur Organisationsstruktur und zur Personalausstattung (vgl. Kap. 4) werden modellhaft illustriert, indem den verschiedenen Einheiten Flächen- und Raumausstattungen (vgl. Kap. 5) zugeordnet werden. Dies geschieht sowohl auf der Ebene der Forschungsgruppe bzw. des Lehrbereichs als auch auf der Ebene des Fachbereichs.

6.1 Arbeitsprofile Universität

Im Kapitel 2 "Forschung" des vorliegenden Bandes wurden drei grundsätzliche Arbeitsweisen der Elektrotechnik unterschieden: das physikalisch-technische Arbeiten (im Produktionsmaßstab und im Labormaßstab), das physikalisch-chemisch-technische und das software-technische Arbeiten (vgl. Abb. 13). Diese drei Arbeitsweisen wurden jeweils nach zwei Ausprägungen differenziert, so dass sich für die Elektrotechnik insgesamt sechs verschiedene Arbeitsprofile identifizieren lassen (vgl. Abb. 14). Für die gemäß dieser Arbeitsprofile tätigen Forschungsgruppen werden in diesem Abschnitt zunächst Modelle für ihre Flächenausstattung vorgestellt. Diese Modelle enthalten diejenigen Räume und Flächen, die unmittelbar einer Forschungsgruppe zugeordnet sind. Auf der Grundlage der Personalausstattung ist in diesen Modellen einerseits der Bürobereich enthalten, andererseits nimmt gerade bei den Forschungsgruppen mit experimentellem Schwerpunkt der Laborbereich einen großen Flächenanteil in Anspruch. Hinzu kommen Anteile für Dienstleistungen und für Lager. Entsprechend den in Kapitel 2.5 erstellten Arbeitsprofilen werden die Modelle nach den thematischen Schwerpunkten der Forschungsgruppen differenziert. Unterschiede ergeben sich dabei in erster Linie in der Laborausstattung. Die folgenden Abbildungen (Abb. 48 bis 53) zeigen detailliert, welche Arbeitsplätze, Räume und Flächen diesen Profilen entsprechen. Diese "Flächenbausteine" bilden die Grundlage für den universitären Forschungsbedarf und können je nach gewünschtem Profil eines Fachbereiches in unterschiedlichen Anteilen zusammengestellt werden.

Die Flächenmodelle der einzelnen Arbeitsprofile werden im Abschnitt 6.2 zu Fachbereichsmodellen zusammengefasst, wobei zusätzlich die gemeinsam genutzten Flächen berücksichtigt werden.

Arbeitsprofil 1: Großmaßstäbliche Energietechnik (U)

Voraussetzungen

Personal

- Berücksichtigt sind nur die direkt einer Forschungsgruppe zugeordneten Räume und Flächen
- Pro Forschungsgruppe 1 Professor und 5-7 wissenschaftliche Mitarbeiter (Doktoranden)
- Wissenschaftliche Mitarbeiter auf Dauerstellen sind mehreren Forschungsgruppen zugeordnet (siehe Fachbereich)
- Pro Forschungsgruppe Arbeitsplätze für durchschnittlich 3-5 Diplomanden
- Pro wiss. Mitarbeiter je eine stud. Hilfskraft (5 - 7 Personen)

Büro

- Feste Arbeitsplätze für Wissenschaftler nur im Bürobereich
- Bis zu 2 Büroarbeitsplätze als Reserve (zusätzliche DM-Beschäftigte, Gastwissenschaftler etc.)
- Je 1 Arbeitsplatz sind für bis zu 2 Diplomanden oder stud. Hilfskräfte in einem Rechnerraum vorgesehen
- Der Besprechungsraum wird auch als Seminarraum und Handbibliothek der Forschungsgruppe genutzt

Labor

- Experimentelles Arbeiten findet in der Versuchshalle, den flankierenden Laboren und Messräumen statt
- Für bis zu vier Studierende pro Semester werden zusätzliche Laborflächen für forschungsnahe Praktika eingeplant

Dienstleistung

- Die Mechanikwerkstatt wird von mehreren Forschungsgruppen gemeinsam genutzt (siehe Fachbereich)
- Techniker ist in einer Elektronikwerkstatt mit Büroarbeitsplatz untergebracht
- EDV-Infrastruktur bietet Stellmöglichkeiten für Server, Drucker, Plotter und Kopierer

Lager

- Lagerflächen entsprechen bis zu 10% der Laborfläche
- Sozialräume werden mit anderen Forschungsgruppen gemeinsam genutzt (siehe Fachbereich)

Bedarfsmodell Forschungsgruppe

Personal			Flächenbedarf				
Personal-kategorie	Zahl der Stellen	Zahl der Personen	Büro		Labor m² HNF	Dienstleistung m² HNF	Lager m² HNF
			Zahl der AP	m² HNF			
Professor	1	1	1	21			
Wiss. Mitarbeiter (HH-Stellen)	3	3	3	36	Schwerlabor/ Versuchshalle 450	Elektronik- werkstatt 18	Lager einfach 45
Wiss. Mitarbeiter (DM-Personen)	-	2 bis 4	5	60	Technolog. Labor 120	Serverraum 12	Messgeräte 20
Techniker	1	1	1	in Elektronik- werkstatt	Elektronik- labor 36		
Sekretariat	0,5	1	1	12	Physikalischer Messraum 24		
Diplomanden / stud. Hilfskräfte	-	8 bis 12	6 (PC-Raum)	36	Studierenden- Labor 24		
			Besprech- ungsraum	40			
				205	654	30	65
				Gesamt (m² HNF)		954	

Abb. 48 Arbeitsprofil 1 (Universität)

Arbeitsprofil 2: Kleinmaßstäbliche Energie- und Produktionstechnik (U)

Voraussetzungen

Personal

- Berücksichtigt sind nur die direkt einer Forschungsgruppe zugeordneten Räume und Flächen
- Pro Forschungsgruppe 1 Professor und 5-7 wissenschaftliche Mitarbeiter (Doktoranden)
- Wissenschaftliche Mitarbeiter auf Dauerstellen sind mehreren Forschungsgruppen zugeordnet (siehe Fachbereich)
- Pro Forschungsgruppe Arbeitsplätze für durchschnittlich 3-5 Diplomanden
- Pro wiss. Mitarbeiter je eine stud. Hilfskraft (5 - 7 Personen)

Büro

- Feste Arbeitsplätze für Wissenschaftler nur im Bürobereich
- Bis zu 2 Büroarbeitsplätze als Reserve (zusätzliche DM-Beschäftigte, Gastwissenschaftler etc.)
- Je 1 Arbeitsplatz sind für bis zu 2 Diplomanden oder stud. Hilfskräfte in einem Rechnerraum vorgesehen
- Der Besprechungsraum wird auch als Seminarraum und Handbibliothek der Forschungsgruppe genutzt

Labor

- Experimentelles Arbeiten findet in den Laboren und Messräumen statt
- Für bis zu vier Studierende pro Semester werden zusätzliche Laborflächen für forschungsnahe Praktika eingeplant

Dienstleistung

- Die Mechanikwerkstatt wird von mehreren Forschungsgruppen gemeinsam genutzt (siehe Fachbereich)
- Techniker ist in einer Elektronikwerkstatt mit Büroarbeitsplatz untergebracht
- EDV-Infrastruktur bietet Stellmöglichkeiten für Server, Drucker, Plotter und Kopierer

Lager

- Lagerflächen entsprechen bis zu 10% der Laborfläche
- Sozialräume werden mit anderen Forschungsgruppen gemeinsam genutzt (siehe Fachbereich)

Bedarfsmodell Forschungsgruppe

Personal			Flächenbedarf				
Personal-kategorie	Zahl der Stellen	Zahl der Personen	Büro		Labor m² HNF	Dienstleistung m² HNF	Lager m² HNF
			Zahl der AP	m² HNF			
Professor	1	1	1	21			
Wiss. Mitarbeiter (HH-Stellen)	3	3	3	36	Technolog. Labor 140	Elektronik-werkstatt 18	Lager einfach 15
Wiss. Mitarbeiter (DM-Personen)	-	2 bis 4	5	60	Elektronik-labor 60	Serverraum 12	Messgeräte 10
Techniker	1	1	1	in Elektronik-werkstatt	Physikalischer Messraum 24		
Sekretariat	0,5	1	1	12	Studierenden-Labor 24		
Diplomanden / stud. Hilfskräfte	-	8 bis 12	6 (PC-Raum)	36			
			Besprech-ungsraum	40			
				205	248	30	25
				Gesamt (m² HNF)			
				508			

Abb. 49 Arbeitsprofil 2 (Universität)

Arbeitsprofil 3: Großmaßstäbliche Produktionstechnik (U)

Voraussetzungen

Personal

- Berücksichtigt sind nur die direkt einer Forschungsgruppe zugeordneten Räume und Flächen
- Pro Forschungsgruppe 1 Professor und 5-7 wissenschaftliche Mitarbeiter (Doktoranden)
- Wissenschaftliche Mitarbeiter auf Dauerstellen sind mehreren Forschungsgruppen zugeordnet (siehe Fachbereich)
- Pro Forschungsgruppe Arbeitsplätze für durchschnittlich 3-5 Diplomanden
- Pro wiss. Mitarbeiter je eine stud. Hilfskraft (5 - 7 Personen)

Büro

- Feste Arbeitsplätze für Wissenschaftler nur im Bürobereich
- Bis zu 2 Büroarbeitsplätze als Reserve (zusätzliche DM-Beschäftigte, Gastwissenschaftler etc.)
- Je 1 Arbeitsplatz sind für bis zu 2 Diplomanden oder stud. Hilfskräfte in einem Rechnerraum vorgesehen
- Der Besprechungsraum wird auch als Seminarraum und Handbibliothek der Forschungsgruppe genutzt

Labor

- Experimentelles Arbeiten findet in der Versuchshallen, den flankierenden Laboren und Messräumen statt
- Für bis zu vier Studierende pro Semester werden zusätzliche Laborflächen für forschungsnahe Praktika eingeplant

Dienstleistung

- Die Mechanikwerkstatt wird von mehreren Forschungsgruppen gemeinsam genutzt (siehe Fachbereich)
- Techniker ist in einer Elektronikwerkstatt mit Büroarbeitsplatz untergebracht
- EDV-Infrastruktur bietet Stellmöglichkeiten für Server, Drucker, Plotter und Kopierer

Lager

- Lagerflächen entsprechen bis zu 10% der Laborfläche
- Sozialräume werden mit anderen Forschungsgruppen gemeinsam genutzt (siehe Fachbereich)

Bedarfsmodell Forschungsgruppe

Personal			Flächenbedarf				
Personal-kategorie	Zahl der Stellen	Zahl der Personen	Büro		Labor m² HNF	Dienstleistung m² HNF	Lager m² HNF
			Zahl der AP	m² HNF			
Professor	1	1	1	21			
Wiss. Mitarbeiter (HH-Stellen)	3	3	3	36	Schwerlabor/ Halle 200	Elektronik- werkstatt 18	Lager einfach 20
Wiss. Mitarbeiter (DM-Personen)	-	2 bis 4	5	60	Technolog. Labor 120	Serverraum 12	Messgeräte 20
Techniker	1	1	1	in Elektronik- werkstatt	Elektronik- labor 60		
Sekretariat	0,5	1	1	12	Physikalischer Messraum 24		
Diplomanden / stud. Hilfskräfte	-	8 bis 12	6 (PC-Raum)	36	Studierenden- Labor 24		
			Besprech- ungsraum	40			
				205	428	30	40
				Gesamt (m² HNF)		703	

Abb. 50 Arbeitsprofil 3 (Universität)

Arbeitsprofil 4: Physikalisch-technisch im Labormaßstab (U)

Voraussetzungen

Personal

- Berücksichtigt sind nur die direkt einer Forschungsgruppe zugeordneten Räume und Flächen
- Pro Forschungsgruppe 1 Professor und 5-7 wissenschaftliche Mitarbeiter (Doktoranden)
- Wissenschaftliche Mitarbeiter auf Dauerstellen sind mehreren Forschungsgruppen zugeordnet (siehe Fachbereich)
- Pro Forschungsgruppe Arbeitsplätze für durchschnittlich 3-5 Diplomanden
- Pro wiss. Mitarbeiter je eine stud. Hilfskraft (5 - 7 Personen)

Büro

- Feste Arbeitsplätze für Wissenschaftler nur im Bürobereich
- Bis zu 2 Büroarbeitsplätze als Reserve (zusätzliche DM-Beschäftigte, Gastwissenschaftler etc.)
- Je 1 Arbeitsplatz sind für bis zu 2 Diplomanden oder stud. Hilfskräfte in einem Rechnerraum vorgesehen
- Der Besprechungsraum wird auch als Seminarraum und Handbibliothek der Forschungsgruppe genutzt

Labor

- Experimentelles Arbeiten findet in den Laboren statt
- Für bis zu vier Studierende pro Semester werden zusätzliche Laborflächen für forschungsnahe Praktika eingeplant

Dienstleistung

- Die Mechanikwerkstatt wird von mehreren Forschungsgruppen gemeinsam genutzt (siehe Fachbereich)
- Techniker ist in einer Elektronikwerkstatt mit Büroarbeitsplatz untergebracht
- EDV-Infrastruktur bietet Stellmöglichkeiten für Server, Drucker, Plotter und Kopierer

Lager

- Lagerflächen entsprechen bis zu 10% der Laborfläche
- Sozialräume werden mit anderen Forschungsgruppen gemeinsam genutzt (siehe Fachbereich)

Bedarfsmodell Forschungsgruppe

Personal			Flächenbedarf				
Personal-kategorie	Zahl der Stellen	Zahl der Personen	Büro		Labor m² HNF	Dienstleistung m² HNF	Lager m² HNF
			Zahl der AP	m² HNF			
Professor	1	1	1	21			
Wiss. Mitarbeiter (HH-Stellen)	3	3	3	36	Elektronik-labor 96	Elektronik-werkstatt 18	Messgeräte 20
Wiss. Mitarbeiter (DM-Personen)	-	2 bis 4	5	60	Technolog. Labor 60	Serverraum 12	
Techniker	1	1	1	in Elektronik-werkstatt	EDV-Labor 24		
Sekretariat	0,5	1	1	12	Studierenden-Labor 24		
Diplomanden / stud. Hilfskräfte	-	8 bis 12	6 (PC-Raum)	36			
			Besprechungsraum	40			
				205	204	30	20
				Gesamt (m² HNF)			
				459			

Abb. 51 Arbeitsprofil 4 (Universität)

Arbeitsprofil 5: Software-technisch im Labormaßstab (U)

Voraussetzungen

Personal

- Berücksichtigt sind nur die direkt einer Forschungsgruppe zugeordneten Räume und Flächen
- Pro Forschungsgruppe 1 Professor und 5-7 wissenschaftliche Mitarbeiter (Doktoranden)
- Wissenschaftliche Mitarbeiter auf Dauerstellen sind mehreren Forschungsgruppen zugeordnet (siehe Fachbereich)
- Pro Forschungsgruppe Arbeitsplätze für durchschnittlich 3-5 Diplomanden
- Pro wiss. Mitarbeiter je eine stud. Hilfskraft (5 - 7 Personen)

Büro

- Feste Arbeitsplätze für Wissenschaftler nur im Bürobereich
- Bis zu 2 Büroarbeitsplätze als Reserve (zusätzliche DM-Beschäftigte, Gastwissenschaftler etc.)
- Je 1 Arbeitsplatz sind für bis zu 2 Diplomanden oder stud. Hilfskräfte in einem Rechnerraum vorgesehen
- Der Besprechungsraum wird auch als Seminarraum und Handbibliothek der Forschungsgruppe genutzt

Labor

- Experimentelles Arbeiten findet in den Laboren und Messräumen statt
- Für bis zu vier Studierende pro Semester werden zusätzliche Laborflächen für forschungsnahe Praktika eingeplant

Dienstleistung

- Die Mechanikwerkstatt wird von mehreren Forschungsgruppen gemeinsam genutzt (siehe Fachbereich)
- Techniker ist in einer Elektronikwerkstatt mit Büroarbeitsplatz untergebracht
- EDV-Infrastruktur bietet Stellmöglichkeiten für Server, Drucker, Plotter und Kopierer

Lager

- Lagerflächen entsprechen bis zu 10% der Laborfläche
- Sozialräume werden mit anderen Forschungsgruppen gemeinsam genutzt (siehe Fachbereich)

Bedarfsmodell Forschungsgruppe

Personal			Flächenbedarf				
Personal- kategorie	Zahl der Stellen	Zahl der Personen	Büro		Labor m² HNF	Dienstleistung m² HNF	Lager m² HNF
			Zahl der AP	m² HNF			
Professor	1	1	1	21			
Wiss. Mitarbeiter (HH-Stellen)	3	3	3	36	Technolog. Labor 60	Elektronik- werkstatt 18	Lager einfach 10
Wiss. Mitarbeiter (DM-Personen)	-	2 bis 4	5	60	EDV-Labor 24	Serverraum 12	
Techniker	1	1	1	in Elektronik- werkstatt	Physikalischer Messraum 12		
Sekretariat	0,5	1	1	12	Studierenden- Labor 15		
Diplomanden / stud. Hilfskräfte	-	8 bis 12	6 (PC-Raum)	36			
			Besprech- ungsraum	40			
				205	111	30	10
				Gesamt (m² HNF)			
				356			

Abb. 52 Arbeitsprofil 5 (Universität)

Arbeitsprofil 6: Physikalisch-chemisch-technisch im Labormaßstab (U)

Voraussetzungen

Personal

- Berücksichtigt sind nur die direkt einer Forschungsgruppe zugeordneten Räume und Flächen
- Pro Forschungsgruppe 1 Professor und 5-7 wissenschaftliche Mitarbeiter (Doktoranden)
- Wissenschaftliche Mitarbeiter auf Dauerstellen sind mehreren Forschungsgruppen zugeordnet (siehe Fachbereich)
- Pro Forschungsgruppe Arbeitsplätze für durchschnittlich 3-5 Diplomanden
- Pro wiss. Mitarbeiter je eine stud. Hilfskraft (5 - 7 Personen)

Büro

- Feste Arbeitsplätze für Wissenschaftler nur im Bürobereich
- Bis zu 2 Büroarbeitsplätze als Reserve (zusätzliche DM-Beschäftigte, Gastwissenschaftler etc.)
- Je 1 Arbeitsplatz sind für bis zu 2 Diplomanden oder stud. Hilfskräfte in einem Rechnerraum vorgesehen
- Der Besprechungsraum wird auch als Seminarraum und Handbibliothek der Forschungsgruppe genutzt

Labor

- Experimentelles Arbeiten findet in den Laboren und Messräumen statt
- Für bis zu vier Studierende pro Semester werden zusätzliche Laborflächen für forschungsnahe Praktika eingeplant

Dienstleistung

- Die Mechanikwerkstatt wird von mehreren Forschungsgruppen gemeinsam genutzt (siehe Fachbereich)
- Techniker ist in einer Elektronikwerkstatt mit Büroarbeitsplatz untergebracht
- EDV-Infrastruktur bietet Stellmöglichkeiten für Server, Drucker, Plotter und Kopierer

Lager

- Lagerflächen entsprechen bis zu 10% der Laborfläche
- Sozialräume werden mit anderen Forschungsgruppen gemeinsam genutzt (siehe Fachbereich)

Bedarfsmodell Forschungsgruppe

Personal			Flächenbedarf				
Personal-kategorie	Zahl der Stellen	Zahl der Personen	Büro		Labor m² HNF	Dienstleistung m² HNF	Lager m² HNF
			Zahl der AP	m² HNF			
Professor	1	1	1	21	Chem.- techn.-Labor* 48		
Wiss. Mitarbeiter (HH-Stellen)	3	3	3	36	Technolog. Labor 80	Elektronik- werkstatt 18	Messgeräte 14
Wiss. Mitarbeiter (DM-Personen)	-	2 bis 4	5	60	Elektronik- labor 48	Serverraum 12	Chemikalien- lager 10
Techniker	1	1	1	in Elektronik- werkstatt	EDV-Labor 24		
Sekretariat	0,5	1	1	12	Physikalischer Messraum 18		
Diplomanden / stud. Hilfskräfte	-	8 bis 12	6 (PC-Raum)	36	Studierenden- Labor 24		
			Besprech- ungsraum	40			
* auch als Anteil für Reinraumlabore für mehrere Forschungsgruppen einsetzbar.				205	242	30	24
			Gesamt (m² HNF)				501

Abb. 53 Arbeitsprofil 6 (Universität)

Die Übersicht über den Flächenbedarf der verschiedenen Forschungsgruppen-Modelle in Abbildung 54 zeigt, dass vom Profil 1 der großmaßstäblichen Energietechnik bis zum Profil 5 der software-technischen Arbeitsweise im Labormaßstab erhebliche Unterschiede im Flächenbedarf auftreten. Jedes Arbeitsprofil geht bei der Personalausstattung von der Voraussetzung aus, dass neben einem Hochschullehrer durchschnittlich 6 wissenschaftliche Mitarbeiter (Doktoranden) beschäftigt sind.

Der Flächenbedarf im Bürobereich ist bei allen Arbeitsprofilen gleich angesetzt, da jeder Wissenschaftler in der Elektrotechnik einen Schreib Arbeitsplatz mit einer leistungsfähigen Rechnerausrüstung benötigt

Eine Versuchshalle, bzw. Anteile an einer Versuchshalle, werden lediglich in den Arbeitsprofilen 1 und 3 benötigt. Alle übrigen Forschungsgruppen mit Bedarf an experimentellen Flächen werden mit entsprechenden Laborflächen ausgestattet. Hinzu kommen Flächen für Dienstleistungen (Serverraum und Elektronikwerkstatt, die zugleich einen Büroarbeitsplatz für einen Techniker enthält).

Anteilig zur jeweiligen Laborfläche (bis zu 10%) bekommt jedes Arbeitsprofil Lagerflächen zugewiesen.

Arbeitsprofil	Flächenbedarf (m ² HNF)					Summe (m ² HNF)
	Büro	Labor	Versuchshalle	Dienstleistung	Lager	
1 Großmaßstäbliche Energietechnik (Produktionsmaßstab)	205	204	450	30	65	954
2 Kleinmaßstäbliche Energie- und Produktionstechnik	205	248	0	30	25	508
3 Großmaßstäbliche Produktionstechnik	205	228	200	30	40	703
4 Physikalisch-technisch im Labormaßstab	205	204	0	30	20	459
5 Software-technisch im Labormaßstab	205	111	0	30	10	356
6 Physikalisch-chemisch-technisch im Labormaßstab	205	242	0	30	24	501

Abb. 54 Flächenbedarf der Arbeitsprofile (Übersicht)

6.2 Fachbereichsmodelle Universität

Im Folgenden werden die Flächen der einzelnen Arbeitsprofile miteinander kombiniert und zu Fachbereichsmodellen zusammengefasst. Diese Modelle werden in unterschiedlichen Größenordnungen ausgewiesen. Im kleinsten der Fachbereichsmodelle wird davon ausgegangen, dass jeweils eine Forschungsgruppe aus den Arbeitsprofilen 1, 5 und 6 sowie zwei Forschungsgruppen aus den Arbeitsprofilen 2, 3 und 4 vorhanden sind. Für die größeren Fachbereichsmodelle erhöht sich die Zahl der Arbeitsprofile proportional. Auf die Forschungsgruppen entfällt mit ca. 75 Prozent der Gesamtfläche der größte Flächenanteil im Fachbereichsmodell.

Hinzu kommen in allen Fachbereichsmodellen zentrale Büroräume für den Dekan, den Geschäftsführer und das Sekretariat. Entsprechend der Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter auf Dauerstellen werden weitere Büroräume der Fachbereichsebene zugeordnet. Ein weiterer Raum wird durch die Fachschaft in Anspruch genommen. Je nach Größe des Fachbereichs wird von einem zusätzlichen Personalbedarf im Verwaltungsbereich ausgegangen, z. B. für Studierenden- und Prüfungsangelegenheiten bzw. für eine zusätzliche Schreibkraft im Dekanat. Pro Verwaltungsmitarbeiter werden 12 m² Bürofläche angerechnet. Zum Bürobereich zählt weiterhin ein Besprechungsraum, der darauf ausgelegt ist, dass mindestens alle Professoren des Fachbereichs dort Platz finden (Platzfaktor 2 m²).

Im Dienstleistungsbereich benötigen insbesondere die Forschungsgruppen, in denen physikalisch-technische Arbeitsweisen im Produktionsmaßstab dominieren, mechanische Werkstattleistungen. Da dies nur für einige Forschungsgruppen zutrifft, ist eine zentrale Fachbereichswerkstatt sinnvoll, auf die dann im Einzelfall auch die übrigen Forschungsgruppen zugreifen können. Für die Personalausstattung wurde ein Mitarbeiter je Forschungsgruppe mit Arbeitsprofil 1 oder 3 vorgesehen. Der Flächenansatz je Werkstattbeschäftigtem von 40 m² wurde aus der vorliegenden HIS-Untersuchung "Wissenschaftliche Werkstätten an Hochschulen" (Vogel / Scholz 1997) entnommen.

Für die Bibliothek wurde zunächst eine Grundfläche für den Buchbestand inklusive Arbeitsplatz für eine Bibliothekskraft von 100 m² angesetzt (entspricht rund 13.000 Bänden). Die Grundfläche und die Zahl der Bibliotheksbeschäftigten erhöht sich je nach Größe des Fachbereichs. Für 6 % der Studienplätze wurden Leseplätze à 3 m² vorgesehen. Diese relativ geringe Quote begründet sich mit dem zunehmenden Rechneinsatz bei der Informationsrecherche. Die Bibliothek kann entweder auf Fachbereichsebene oder zentral auf Hochschulebene organisiert sein. Im zweiten Fall sind der im Modell angegebene Flächen- und Personalbedarf des Fachbereichs als Anteil an der Zentralbibliothek zu verstehen.

Für den Lagerbereich sind lediglich ein Archiv für die Verwaltung sowie eine Lagerfläche für die Gerätschaften der verschiedenen Praktika (5% der Praktikumsfläche) eingeplant, die sich je nach Fachbereichsgröße geringfügig vergrößern.

Im Lehrbereich wurde zunächst anhand der Beispiele für das Studienangebot (Kapitel 3) errechnet, wie viel Fläche je Studienplatz für zentrale Hörsäle und Seminarräume erforderlich ist (vgl. Anhang B). Der Flächenanteil liegt für alle Fachbereichsmodelle bei 0,75 m² HNF. Die benötigten Rechnerarbeitsplätze für Studierende wurden mit 15 % der Studienplätze angesetzt und wie folgt verteilt: Ein Teil der Rechnerarbeitsplätze wurde im Lehrbereich in einem PC-Pool untergebracht. Ein weiterer Teil der Arbeitsplätze mit PC-Ausstattung befindet sich für Diplomanden und studentische Hilfskräfte in den Rechnerräumen der Forschungsgruppen. Der Gesamtanteil von 15 % resultiert aus dem hohen Stellenwert, den die Informationstechnik auch in der Lehre einnimmt. Immer mehr Vorlesungen werden durch Übungen begleitet, für die Rechnerarbeitsplätze benötigt werden.

Da bisher nicht absehbar ist, wie weit sich dieser Rechnerbedarf ausdehnen wird, wurde in dieser Untersuchung die Relation von den bisher angesetzten 10 % (z. B. in der HIS-Untersuchung zum Maschinenbau; vgl. Vogel / Frerichs 1999) auf 15 % der Studienplätze erhöht.

Im Elektrotechnik-Studium spielen Grundlagen- und Fortgeschrittenenpraktika eine wichtige Rolle. Praktikumsräume für diese Veranstaltungen sollten zentral eingerichtet werden, um eine gute Auslastung zu gewährleisten. Pro Praktikumsplatz wird in der Regel ein Standard-Labortisch benötigt, der über Elektroanschlüsse sowie ausreichend Platz für die jeweiligen Versuchsaufbauten verfügt. Dafür erscheint ein Arbeitsplatz von 6 m² HNF für je zwei bis drei Studierende ausreichend. Die Bemessung der Zahl der notwendigen Arbeitsplätze erfolgte in Kapitel 3.2.5. Danach werden für 30 % der Studienanfänger Praktikumsplätze in Grundlagenpraktika und für 12 % der Studienanfänger in Fortgeschrittenenpraktika benötigt.

Im Sozialbereich wurde jeweils ein Platz im Aufenthaltsraum à 1 m² je nicht wissenschaftlichen Mitarbeiter ohne Büroarbeitsplatz - bei einer Mindestgröße von 10 m² - angenommen. Zu diesen Mitarbeitern zählen auch die Beschäftigten der zentralen Werkstatt ohne eigenen Büroarbeitsplatz. Im Ergebnis wird für jeden Fachbereich ein Sozialraum eingesetzt.

Bei allen Fachbereichsmodellen ist der Flächenansatz pro Studienplatz im Studiengang Elektrotechnik aufgeführt, der sich nach Abzug der Fläche für Drittmittelpersonal und unter Einbeziehung der Lehrfläche für Lehrimporte errechnet. Da bei den angegebenen experimentellen Forschungsflächen von einer Grundausrüstung des Fachbereiches ausgegangen wird, die zusätzlich von einer wechselnden Zahl von Drittmittelpersonal mitgenutzt werden, werden lediglich die Büroflächen des Drittmittelpersonals abgezogen. Die Einbeziehung der benötigten Flächen für Lehrimporte erfolgt nach einer Berechnung, die jeweils Flächenansätze für Hörsäle, Seminarräume und Praktikumsräume berücksichtigt (vgl. Anhang B).

Durch Deputatsreduzierungen bei Hochschullehrern und wissenschaftlichen Mitarbeitern können sich Reduzierungen der Studienplatzzahl um bis zu 15 % ergeben. Die Kapazitätsreduzierungen haben Auswirkungen auf den Flächenansatz pro Studienplatz, der sich je nach Umfang der Reduzierungen um bis zu 15 % erhöht.

Aufbauend auf dem Fachbereichsmodell 2, das eine durchschnittliche Personalausstattung und eine durchschnittliche Verteilung der Forschungsgruppen auf die verschiedenen Forschungsschwerpunkte und Arbeitsweisen aufweist, werden anschließend zwei Profilbildungen illustriert. Im ersten Profil liegt der Schwerpunkt auf der Energie- und Automatisierungstechnik, im zweiten Modell auf der Informationstechnik und Mikroelektronik. Es ergeben sich verschiedene Flächenmodelle durch den unterschiedlichen Flächenbedarf der Forschungsgruppen.

Es zeigt sich, dass der Flächenansatz pro Studienplatz stark davon abhängig ist, welches Profil einem Fachbereich konzeptionell zu Grunde gelegt wird. Er liegt beim Schwerpunkt Informationstechnik und Mikroelektronik bei maximaler Auslastung der Studienplatzkapazitäten bei 10,4 m² (bei minimaler Auslastung: 12,8 m²), beim gemischten Profil bei 11,2 m² (15,0 m²) und beim Schwerpunkt Energie- und Automatisierungstechnik bei 13,6 m² (17,6 m²) pro Studienplatz.

Fachbereichs-Bedarfsmodell Elektrotechnik 1 (Universität)

9 Forschungsgruppen
538 Studienplätze
168 Studienanfänger
75 Wissenschaftler

Flächenbedarf der Forschungsgruppen		Flächenbedarf der gemeinsamen Einrichtungen									
Arbeitsprofil	m² HNF	Büro		Dienstleistung		Lager		Lehre		Sozialräume	
		Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF
1 Forschungsgruppe Arbeitsprofil 1 (954 m²)	954	1 Büro Dekan	21	Mechanik- werkstatt 2 Beschäftigte	80	Archiv	18	Anteile zentr. Hörsäle und Seminarräume ²	404	Aufenthalts- räume 10 Plätze	10
2 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 2 (508 m²)	1.016	Büro Fachbereichs- verwaltung 1 AP à 18 m²	18	Bibliothek 100 m² 30 Leseplätze ¹ à 3 m²	190	Lager Praktikum ⁶	20	Rechnerpool ³ 25 PC-Arbeits- plätze à 3,5 m²	88		
2 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 3 (703 m²)	1.406	3 Büros Wiss. Mitarb. (Dauerstellen) à 18 m²	54	Serverraum	12			Grundlagen- praktikum ⁴ 50 AP à 6 m²	300		
2 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 4 (459 m²)	918	Besprechungs- raum 20 Plätze à 2m²	40	Kopierraum	6			Fortgeschrit- tenen- Praktikum ⁵ 20 AP à 6 m²	120		
1 Forschungsgruppe Arbeitsprofil 5 (356 m²)	356	1 Büro Fachschaft	18								
1 Forschungsgruppe Arbeitsprofil 6 (501 m²)	501	1 Büro Geschäfts- führer (FB)	18								
78%	5.151	3%	169	4%	288	< 1%	38	14%	911	< 1%	10
Gesamt (m² HNF)											6.567
¹ 6 % der Studienplätze ² 0,75 m² je Studienplatz ³ 5 % der Studienplätze (weitere PCs in den Forschungsgruppen) ⁴ 30% der Studienanfänger ⁵ 12% der Studienanfänger ⁶ 5% der Praktikumsfläche											
abzüglich Drittmittelflächen 45 Büroarbeitsplätze à 12 m² zuzüglich Lehrimporte 0,29 m²/Studienplatz (eigene Berechnung)											-540
Summe											6.183
											m² HNF / Studienplatz (min.) 11,5

Kapazitätsreduzierung

Aus Reduzierungen des Lehrdeputats der Lehrenden sowie durch Anwendung verschiedener CNW ergeben sich unterschiedliche Studienplatzkapazitäten (vgl. Kapazitätsberechnungen Kap. 4.5.3). Dies führt zu einer Reduzierung der Studienplatzzahl auf bis zu **384**.

Entsprechend reduzieren sich die studienplatzbezogenen Flächen:
Leseplätze Bibliothek, Anteil zentraler Lehrräume, Rechnerarbeits- und Praktikaplätze sowie Lehrimportflächen

Der Flächenansatz pro Studienplatz erhöht sich proportional zur Reduzierung der Studienplatzzahl

m² HNF / Studienplatz (max.) 15,2

Abb. 55 Fachbereichsmodell 1 (Universität)

Fachbereichs-Bedarfsmodell Elektrotechnik 2 (Universität)											
18 Forschungsgruppen 1081 Studienplätze 338 Studienanfänger 140 Wissenschaftler											
Flächenbedarf der Forschungsgruppen		Flächenbedarf der gemeinsamen Einrichtungen									
Arbeitsprofil	m² HNF	Büro		Dienstleistung		Lager		Lehre		Sozialräume	
		Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF
2 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 1 (954 m²)	1.908	1 Büro Dekan	21	Mechanikwerkstatt 4 Beschäftigte	160	Archiv	24	Anteile zentr. Hörsäle und Seminarräume²	811	Aufenthaltsräume 20 Plätze	20
4 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 2 (508 m²)	2.032	Büro Fachbereichsverwaltung 1 AP à 18 m²	18	Bibliothek 125 m² 65 Leseplätze¹ à 3 m²	320	Lager Praktikum⁶	40	Rechnerpool³ 55 PC-Arbeitsplätze à 3,5 m²	193		
4 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 3 (703 m²)	2.812	6 Büros Wiss. Mitarb. (Dauerstellen) à 18 m²	108	Serverraum	18			Grundlagenpraktikum⁴ 100 AP à 6 m²	600		
4 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 4 (459 m²)	1.836	Besprechungsraum 30 Plätze à 2m²	60	Kopierraum	9			FortgeschrittenenPraktikum⁵ 40 AP à 6 m²	240		
2 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 5 (356 m²)	712	1 Büro Fachschaft	24								
2 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 6 (501 m²)	1.002	1 Büro Geschäftsführer (FB)	18								
79% 10.302		2% 249		4% 507		< 1% 64		14% 1.843		< 1% 20	
Gesamt (m² HNF)										12.985	
¹ 6 % der Studienplätze						abzüglich Drittmittelflächen					
² 0,75 m² je Studienplatz						90 Büroarbeitsplätze à 12 m²					
³ 5 % der Studienplätze (weitere PCs in den Forschungsgruppen)						zuzüglich Lehrimporte					
⁴ 30% der Studienanfänger						0,29 m²/Studienplatz (eigene Berechnung)					
⁵ 12% der Studienanfänger						313					
⁶ 5% der Praktikumsfläche											
Summe										12.219	
										m² HNF / Studienplatz (min.) 11,3	
Kapazitätsreduzierung											
Aus Reduzierungen des Lehrdeputats der Lehrenden sowie durch Anwendung verschiedener CNW ergeben sich unterschiedliche Studienplatzkapazitäten (vgl. Kapazitätsberechnungen Kap. 4.5.3). Dies führt zu einer Reduzierung der Studienplatzzahl auf bis zu 772.											
Entsprechend reduzieren sich die studienplatzbezogenen Flächen: Leseplätze Bibliothek, Anteil zentraler Lehrräume, Rechnerarbeits- und Praktikplätze sowie Lehrimportflächen											
Der Flächenansatz pro Studienplatz erhöht sich proportional zur Reduzierung der Studienplatzzahl										m² HNF / Studienplatz (max.) 15,0	

Abb. 56 Fachbereichsmodell 2 (Universität)
(Gemischtes Profil)

Fachbereichs-Bedarfsmodell Elektrotechnik 3 (Universität)

27 Forschungsgruppen
1622 Studienplätze
507 Studienanfänger
210 Wissenschaftler

Flächenbedarf der Forschungsgruppen		Flächenbedarf der gemeinsamen Einrichtungen									
Arbeitsprofil	m² HNF	Büro		Dienstleistung		Lager		Lehre		Sozialräume	
		Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF
3 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 1 (954 m²)	2.862	1 Büro Dekan	21	Mechanik- werkstatt 6 Beschäftigte	240	Archiv	30	Anteile zentr. Hörsäle und Seminarräume²	1.217	Aufenthalts- räume 30 Plätze	30
6 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 2 (508 m²)	3.048	Büro Fachbereichs- verwaltung 2 AP à 18 m²	36	Bibliothek 175 m² 97 Leseplätze¹ à 3 m²	466	Lager Praktikum⁶	60	Rechnerpool³ 80 PC-Arbeits- plätze à 3,5 m²	280		
6 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 3 (703 m²)	4.218	9 Büros Wiss. Mitarb. (Dauerstellen) à 18 m²	162	Serverraum	24			Grundlagen- praktikum⁴ 150 AP à 6 m²	900		
6 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 4 (459 m²)	2.754	Besprechungs- raum 40 Plätze à 2m²	80	Kopierraum	12			Fortgeschrit- tenen- Praktikum⁵ 60 AP à 6 m²	360		
3 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 5 (356 m²)	1.068	1 Büro Fachschaft	30								
3 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 6 (501 m²)	1.503	1 Büro Geschäfts- führer (FB)	18								
80%	15.453	2%	347	4%	742	< 1%	90	14%	2.757	< 1%	30

Gesamt (m² HNF)

19.419

¹ 6 % der Studienplätze

² 0,75 m² je Studienplatz

³ 5 % der Studienplätze (weitere PCs in den Forschungsgruppen)

⁴ 30% der Studienanfänger

⁵ 12% der Studienanfänger

⁶ 5% der Praktikumsfläche

abzüglich Drittmittelflächen

135 Büroarbeitsplätze à 12 m²

zuzüglich Lehrimporte

0,29 m²/Studienplatz (eigene Berechnung)

-1.620

470

Summe

18.269

m² HNF / Studienplatz (min.)

11,3

Kapazitätsreduzierung

Aus Reduzierungen des Lehrdeputats der Lehrenden sowie durch Anwendung verschiedener CNW ergeben sich unterschiedliche Studienplatzkapazitäten (vgl. Kapazitätsberechnungen Kap. 4.5.3). Dies führt zu einer Reduzierung der Studienplatzzahl auf bis zu **1160**.

Entsprechend reduzieren sich die studienplatzbezogenen Flächen:

Leseplätze Bibliothek, Anteil zentraler Lehrräume, Rechnerarbeits- und Praktikplätze sowie Lehrimportflächen

Der Flächenansatz pro Studienplatz erhöht sich proportional zur Reduzierung der Studienplatzzahl

m² HNF / Studienplatz (max.)

14,9

Abb. 57 Fachbereichsmodell 3 (Universität)

Fachbereichs-Bedarfsmodell Elektrotechnik 4 (Universität)

36 Forschungsgruppen
2165 Studienplätze
677 Studienanfänger
358 Wissenschaftler

Flächenbedarf der Forschungsgruppen		Flächenbedarf der gemeinsamen Einrichtungen									
Arbeitsprofil	m² HNF	Büro		Dienstleistung		Lager		Lehre		Sozialräume	
		Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF
4 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 1 (954 m²)	3.816	1 Büro Dekan	21	Mechanik- werkstatt 7 Beschäftigte	280	Archiv	36	Anteile zentr. Hörsäle und Seminarräume²	1.624	Aufenthalts- räume 40 Plätze	40
8 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 2 (508 m²)	4.064	Büro Fachbereichs- verwaltung 2 AP à 18 m²	36	Bibliothek 200 m² 130 Lese- plätze¹ à 3 m²	590	Lager Praktikum⁶	85	Rechnerpool³ 110 PC-Arbeits- plätze à 3,5 m²	385		
8 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 3 (703 m²)	5.624	12 Büros Wiss. Mitarb. (Dauerstellen) à 18 m²	216	Serverraum	30			Grundlagen- praktikum⁴ 205 AP à 6 m²	1.230		
8 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 4 (459 m²)	3.672	Besprechungs- raum 50 Plätze à 2m²	100	Kopierraum	18			Fortgeschrit- tenen- Praktikum⁵ 80 AP à 6 m²	480		
4 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 5 (356 m²)	1.424	1 Büro Fachschaft	36								
4 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 6 (501 m²)	2.004	1 Büro Geschäfts- führer (FB)	18								
80%	20.604	2%	427	4%	918	< 1%	121	14%	3.719	< 1%	40
Gesamt (m² HNF)										25.829	
¹ 6 % der Studienplätze										abzüglich Drittmittelflächen	
² 0,75 m² je Studienplatz										180 Büroarbeitsplätze à 12 m²	
³ 5 % der Studienplätze (weitere PCs in den Forschungsgruppen)										zuzüglich Lehrimporte	
⁴ 30% der Studienanfänger										0,29 m²/Studienplatz (eigene Berechnung)	
⁵ 12% der Studienanfänger										628	
⁶ 5% der Praktikumsfläche											
Summe										24.297	
										m² HNF / Studienplatz (min.) 11,2	

Kapazitätsreduzierung

Aus Reduzierungen des Lehrdeputats der Lehrenden sowie durch Anwendung verschiedener CNW ergeben sich unterschiedliche Studienplatzkapazitäten (vgl. Kapazitätsberechnungen Kap. 4.5.3). Dies führt zu einer Reduzierung der Studienplatzzahl auf bis zu **1543**.

Entsprechend reduzieren sich die studienplatzbezogenen Flächen:
Leseplätze Bibliothek, Anteil zentraler Lehrräume, Rechnerarbeits- und Praktikaplätze sowie Lehrimportflächen

Der Flächenansatz pro Studienplatz erhöht sich proportional zur Reduzierung der Studienplatzzahl

m² HNF / Studienplatz (max) 14,9

Abb. 58 Fachbereichsmodell 4 (Universität)

Fachbereichs-Bedarfsmodell Elektrotechnik 2 (Universität) Schwerpunkt Energietechnik - Automatisierungstechnik

18 Forschungsgruppen
1081 Studienplätze
338 Studienanfänger
140 Wissenschaftler

Flächenbedarf der Forschungsgruppen		Flächenbedarf der gemeinsamen Einrichtungen									
Arbeitsprofil	m² HNF	Büro		Dienstleistung		Lager		Lehre		Sozialräume	
		Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF
5 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 1 (954 m²)	4.770	1 Büro Dekan	21	Mechanik- werkstatt 4 Beschäftigte	160	Archiv	24	Anteile zentr. Hörsäle und Seminarräume ²	811	Aufenthalts- räume 20 Plätze	20
3 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 2 (508 m²)	1.524	Büro Fachbereichs- verwaltung 1 AP à 18 m²	18	Bibliothek 125 m² 65 Leseplätze ¹ à 3 m²	320	Lager Praktikum ⁶	40	Rechnerpool ³ 55 PC-Arbeits- plätze à 3,5 m²	193		
5 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 3 (703 m²)	3.515	6 Büros Wiss. Mitarb. (Dauerstellen) à 18 m²	108	Serverraum	18			Grundlagen- praktikum ⁴ 100 AP à 6 m²	600		
2 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 4 (459 m²)	918	Besprechungs- raum 30 Plätze à 2m²	60	Kopierraum	9			Fortgeschrit- tenen Praktikum ⁵ 40 AP à 6 m²	240		
2 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 5 (356 m²)	712	1 Büro Fachschaft	24								
1 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 6 (501 m²)	501	1 Büro Geschäfts- führer (FB)	18								
82%	11.940	2%	249	3%	507	< 1%	64	13%	1.843	< 1%	20
Gesamt (m² HNF)										14.623	
¹ 6 % der Studienplätze										abzüglich Drittmittelflächen	
² 0,75 m² je Studienplatz										90 Büroarbeitsplätze à 12 m²	
³ 5 % der Studienplätze (weitere PCs in den Forschungsgruppen)										zuzüglich Lehrimporte	
⁴ 30% der Studienanfänger										0,29 m²/Studienplatz (eigene Berechnung)	
⁵ 12% der Studienanfänger										324	
⁶ 5% der Praktikumsflächen											
Summe										13.868	
										m² HNF / Studienplatz (min.) 13,6	

Kapazitätsreduzierung

Aus Reduzierungen des Lehrdeputats der Lehrenden sowie durch Anwendung verschiedener CNW ergeben sich unterschiedliche Studienplatzkapazitäten (vgl. Kapazitätsberechnungen Kap. 4.5.3). Dies führt zu einer Reduzierung der Studienplatzzahl auf bis zu **772**.

Entsprechend reduzieren sich die studienplatzbezogenen Flächen:

Leseplätze Bibliothek, Anteil zentraler Lehrräume, Rechnerarbeits- und Praktikplätze sowie Lehrimportflächen

Der Flächenansatz pro Studienplatz erhöht sich proportional zur Reduzierung der Studienplatzzahl

m² HNF / Studienplatz (max.) 17,1

Abb. 59 Fachbereichsmodell 2 (Universität) - Schwerpunkt Energietechnik und Automatisierungstechnik

Fachbereichs-Bedarfsmodell Elektrotechnik 2 (Universität) Schwerpunkt Informationstechnik - Mikroelektronik

18 Forschungsgruppen
1081 Studienplätze
338 Studienanfänger
140 Wissenschaftler

Flächenbedarf der Forschungsgruppen		Flächenbedarf der gemeinsamen Einrichtungen									
Arbeitsprofil	m² HNF	Büro		Dienstleistung		Lager		Lehre		Sozialräume	
		Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF
1 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 1 (954 m²)	954	1 Büro Dekan	21	Mechanik- werkstatt 4 Beschäftigte	160	Archiv	24	Anteile zentr. Hörsäle und Seminarräume²	811	Aufenthalts- räume 20 Plätze	20
1 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 2 (508 m²)	508	Büro Fachbereichs- verwaltung 1 AP à 18 m²	18	Bibliothek 125 m² 65 Leseplätze¹ à 3 m²	320	Lager Praktikum⁶	40	Rechnerpool³ 55 PC-Arbeits- plätze à 3,5 m²	193		
1 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 3 (703 m²)	703	6 Büros Wiss. Mitarb. (Dauerstellen) à 18 m²	108	Serverraum	18			Grundlagen- praktikum⁴ 100 AP à 6 m²	600		
5 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 4 (459 m²)	2.295	Besprechungs- raum 30 Plätze à 2m²	60	Kopierraum	9			Fortgeschrit- tenen Praktikum⁵ 40 AP à 6 m²	240		
6 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 5 (356 m²)	2.136	1 Büro Fachschaft	24								
4 Forschungsgruppen Arbeitsprofil 6 (501 m²)	2.004	1 Büro Geschäfts- führer (FB)	18								
76% 8.600		2% 249		4% 507		< 1% 64		16% 1.843		< 1% 20	
Gesamt (m² HNF)										11.283	
¹ 6 % der Studienplätze ² 0,75 m² je Studienplatz ³ 5 % der Studienplätze (weitere PCs in den Forschungsgruppen) ⁴ 30% der Studienanfänger ⁵ 12% der Studienanfänger ⁶ 5% der Praktikumsflächen											
abzüglich Drittmittelflächen 90 Büroarbeitsplätze à 12 m² zuzüglich Lehrimporte 0,29 m²/Studienplatz (eigene Berechnung)											
Summe										10.517	
										m² HNF / Studienplatz (min.) 10,4	

Kapazitätsreduzierung

Aus Reduzierungen des Lehrdeputats der Lehrenden sowie durch Anwendung verschiedener CNW ergeben sich unterschiedliche Studienplatzkapazitäten (vgl. Kapazitätsberechnungen Kap. 4.5.3). Dies führt zu einer Reduzierung der Studienplatzzahl auf bis zu **772**.

Entsprechend reduzieren sich die studienplatzbezogenen Flächen:
Leseplätze Bibliothek, Anteil zentraler Lehrräume, Rechnerarbeits- und Praktikaplätze sowie Lehrimportflächen

Der Flächenansatz pro Studienplatz erhöht sich proportional zur Reduzierung der Studienplatzzahl

m² HNF / Studienplatz (max.) 12,8

Abb. 60 Fachbereichsmodell 2 (Universität) - Schwerpunkt Informationstechnik und Mikroelektronik

6.3 Lehrbereichsprofile Fachhochschule

In diesem Kapitelabschnitt werden entsprechende Bedarfsmodelle für die Fachhochschulen vorgelegt. Diese unterscheiden sich von den Universitäts-Modellen dadurch, dass dem Lehrbereich der Professoren an Fachhochschulen nicht die gleiche Bedeutung wie der Forschungsgruppe an Universitäten zukommt. Lehrbereiche sind personell und flächenmäßig deutlich geringer ausgestattet und umfassen in der Regel nur den Hochschullehrer sowie anteilig Lehlabore und das zugehörige Personal.

Bei den Planungen für Elektrotechnik an Fachhochschulen sind zwei Planungsebenen zu unterscheiden:

- Lehrbereichsebene: Auf dieser Ebene sind organisatorisch die einzelnen Lehrbereiche der Hochschullehrer angesiedelt. Jeder Hochschullehrer vertritt einen Lehrbereich.
- Fachbereichsebene: Auf dieser Ebene sind zusätzlich zu den Lehrbereichen der Hochschullehrer alle gemeinsam genutzten Einrichtungen, Räume und Flächen zugeordnet.

Die Lehrbereiche (oder Lehrgebiete) der einzelnen Hochschullehrer bilden die zentralen Organisationseinheiten. Auch wenn in der Praxis Überschneidungen zwischen den Lehrgebieten auftreten, wird für die Planung von einer idealtypischen Zuordnung eines Lehrgebietes zu einem Hochschullehrer ausgegangen.

Auch für die Fachhochschulen lassen sich drei unterschiedliche Arbeitsweisen (physikalisch-technische, physikalisch-chemisch-technische und software-technische Arbeitsweisen) und daraus abgeleitet sechs Arbeitsprofile feststellen (vgl. Kap. 2.5 und Abb. 14). Diese Arbeitsprofile werden im Falle der Fachhochschulen Lehrbereiche genannt, weil dies trotz zunehmender Forschungstätigkeit die vorherrschende Aufgabe dieser Hochschulart ist.

Die sechs Modelle (Abb. 61 bis 66) umfassen diejenigen Räume und Flächen, die unmittelbar einem Lehrbereich zugeordnet werden können.

Entsprechend der Personalausstattung ist ein Bürobereich für Hochschullehrer, Laboringenieure, Diplomanden und wissenschaftliche Hilfskräfte ausgewiesen. Es wird weiterhin davon ausgegangen, dass künftig wissenschaftliche Mitarbeiter in der Forschung an Fachhochschulen tätig sein werden. Ihre Büroarbeitsplätze sind zentral im Fachbereich ausgewiesen.

Die für die Lehrbereiche vorgeschlagenen Laborflächen sind zwar vorrangig für Lehrveranstaltungen ausgelegt, zugleich sind darin aber zusätzliche Anteile für Forschungsarbeiten der Professoren bzw. der Diplomanden berücksichtigt. Alle weiteren benötigten Nutzungen sind auf Fachbereichsebene organisiert.

Neben der Rechnerausstattung in Büros und Laboren werden weitere Rechnerräume (PC-Pools und Server-Räume) nicht dem Lehrbereich, sondern zentral auf Fachbereichsebene bereitgestellt. Dort sind auch die Administratoren angesiedelt, die neben den Laboringenieuren die Hard- und Softwarebetreuung leisten.

Lagerflächen werden anteilig (bis zu 10%) der Laborflächen bereitgestellt.

Die Flächenmodelle der einzelnen Lehrbereiche werden im Abschnitt 6.4 zu Fachbereichsmodellen zusammengefasst und nach verschiedenen Schwerpunkten profiliert.

Lehrbereich 1: Großmaßstäbliche Energietechnik (FH)

Voraussetzungen

Personal

- Berücksichtigt sind nur die direkt einem Lehrbereich zugeordneten Räume und Flächen
- Jedem Professor ist anteilig eine halbe Stelle eines Laboringenieurs zugeordnet
- Wissenschaftliche Mitarbeiter aus Drittmittelfinanzierung sind der Fachbereichsebene zugeordnet
- Pro Lehrgebiet durchschnittlich bis zu 3 Diplomanden und 1 stud. Hilfskraft

Büro

- Feste Arbeitsplätze für Wissenschaftler und Laboringenieure nur im Bürobereich
- Je 1 Arbeitsplatz ist für bis zu 2 Diplomanden oder stud. Hilfskräfte in einem Rechnerraum vorgesehen

Labor

- Laborflächen sind für Lehre und Forschung ausgelegt

Lager

- Lagerflächen entsprechen bis zu 10% der Laborfläche

Bedarfsmodell Lehrbereich 1

Personal			Flächenbedarf			
Personal-kategorie	Zahl der Stellen	Zahl der Personen	Büro		Labor m ² HNF	Lager m ² HNF
			Zahl der AP	m ² HNF		
Professor	1	1	1	12	Schwerlabor/ Versuchshalle 200	Lager einfach 15
Labor-Ingenieur ¹	0,5	0,5	0,5	6	Technolog. Labor 100	Messgeräte 15
Diplomanden / stud. Hilfskräfte	-	4	2	12	Elektronik- labor 36	
				30	336	30
¹ anteilig					Gesamt (m ² HNF)	396

Abb. 61 Lehrbereichsprofil 1 (Fachhochschule)

Lehrbereich 2: Kleinmaßstäbliche Energie- und Produktionstechnik (FH)

Voraussetzungen

Personal

- Berücksichtigt sind nur die direkt einem Lehrbereich zugeordneten Räume und Flächen
- Jedem Professor ist anteilig eine halbe Stelle eines Laboringenieurs zugeordnet
- Wissenschaftliche Mitarbeiter aus Drittmittelfinanzierung sind der Fachbereichsebene zugeordnet
- Pro Lehrgebiet durchschnittlich bis zu 3 Diplomanden und 1 stud. Hilfskraft

Büro

- Feste Arbeitsplätze für Wissenschaftler und Laboringenieure nur im Bürobereich
- Je 1 Arbeitsplatz ist für bis zu 2 Diplomanden oder stud. Hilfskräfte in einem Rechnerraum vorgesehen

Labor

- Laborflächen sind für Lehre und Forschung ausgelegt

Lager

- Lagerflächen entsprechen bis zu 10% der Laborfläche

Bedarfsmodell Lehrbereich 2

Personal			Flächenbedarf			
Personal-kategorie	Zahl der Stellen	Zahl der Personen	Büro		Labor m² HNF	Lager m² HNF
			Zahl der AP	m² HNF		
Professor	1	1	1	12	Technolog. Labor 150	Lager einfach 10
Labor-Ingenieur ¹	0,5	0,5	0,5	6	Elektronik- labor 36	Messgeräte 10
Diplomanden / stud. Hilfskräfte	-	4	2	12		
				30	186	20
					Gesamt (m² HNF)	236

¹ anteilig

Abb. 62 Lehrbereichsprofil 2 (Fachhochschule)

Lehrbereich 3: Großmaßstäbliche Produktionstechnik (FH)

Voraussetzungen

Personal

- Berücksichtigt sind nur die direkt einem Lehrbereich zugeordneten Räume und Flächen
- Jedem Professor ist anteilig eine halbe Stelle eines Laboringenieurs zugeordnet
- Wissenschaftliche Mitarbeiter aus Drittmittelfinanzierung sind der Fachbereichsebene zugeordnet
- Pro Lehrgebiet durchschnittlich bis zu 3 Diplomanden und 1 stud. Hilfskraft

Büro

- Feste Arbeitsplätze für Wissenschaftler und Laboringenieure nur im Bürobereich
- Je 1 Arbeitsplatz ist für bis zu 2 Diplomanden oder stud. Hilfskräfte in einem Rechnerraum vorgesehen

Labor

- Laborflächen sind für Lehre und Forschung ausgelegt

Lager

- Lagerflächen entsprechen bis zu 10% der Laborfläche

Bedarfsmodell Lehrbereich 3

Personal			Flächenbedarf			
Personal-kategorie	Zahl der Stellen	Zahl der Personen	Büro		Labor m² HNF	Lager m² HNF
			Zahl der AP	m² HNF		
Professor	1	1	1	12	Schwerlabor/ Versuchshalle 150	Lager einfach 15
Labor-Ingenieur ¹	0,5	0,5	0,5	6	Technolog. Labor 60	Messgeräte 10
Diplomanden / stud. Hilfskräfte	-	4	2	12	Elektronik- labor 36	
				30	246	25
¹ anteilig					Gesamt (m² HNF)	301

Abb. 63 Lehrbereichsprofil 3 (Fachhochschule)

Lehrbereich 4: Physikalisch-technisch im Labormaßstab (FH)

Voraussetzungen

Personal

- Berücksichtigt sind nur die direkt einem Lehrbereich zugeordneten Räume und Flächen
- Jedem Professor ist anteilig eine halbe Stelle eines Laboringenieurs zugeordnet
- Wissenschaftliche Mitarbeiter aus Drittmittelfinanzierung sind der Fachbereichsebene zugeordnet
- Pro Lehrgebiet durchschnittlich bis zu 3 Diplomanden und 1 stud. Hilfskraft

Büro

- Feste Arbeitsplätze für Wissenschaftler und Laboringenieure nur im Bürobereich
- Je 1 Arbeitsplatz ist für bis zu 2 Diplomanden oder stud. Hilfskräfte in einem Rechnerraum vorgesehen

Labor

- Laborflächen sind für Lehre und Forschung ausgelegt

Lager

- Lagerflächen entsprechen bis zu 10% der Laborfläche

Bedarfsmodell Lehrbereich 4

Personal			Flächenbedarf			
Personal-kategorie	Zahl der Stellen	Zahl der Personen	Büro		Labor m² HNF	Lager m² HNF
			Zahl der AP	m² HNF		
Professor	1	1	1	12	Technolog. Labor 60	Lager einfach 10
Labor-Ingenieur ¹	0,5	0,5	0,5	6	Elektronik-labor 36	
Diplomanden / stud. Hilfskräfte	-	4	2	12	EDV-Labor 18	
			30		114	10
					Gesamt (m² HNF)	154

¹ anteilig

Abb. 64 Lehrbereichsprofil 4 (Fachhochschule)

Lehrbereich 5: Software-technisch im Labormaßstab (FH)

Voraussetzungen

Personal

- Berücksichtigt sind nur die direkt einem Lehrbereich zugeordneten Räume und Flächen
- Jedem Professor ist anteilig eine halbe Stelle eines Laboringenieurs zugeordnet
- Wissenschaftliche Mitarbeiter aus Drittmittelfinanzierung sind der Fachbereichsebene zugeordnet
- Pro Lehrgebiet durchschnittlich bis zu 3 Diplomanden und 1 stud. Hilfskraft

Büro

- Feste Arbeitsplätze für Wissenschaftler und Laboringenieure nur im Bürobereich
- Je 1 Arbeitsplatz ist für bis zu 2 Diplomanden oder stud. Hilfskräfte in einem Rechnerraum vorgesehen

Labor

- Laborflächen sind für Lehre und Forschung ausgelegt

Lager

- Lagerflächen entsprechen bis zu 10% der Laborfläche

Bedarfsmodell Lehrbereich 5

Personal			Flächenbedarf			
Personal-kategorie	Zahl der Stellen	Zahl der Personen	Büro		Labor m ² HNF	Lager m ² HNF
			Zahl der AP	m ² HNF		
Professor	1	1	1	12	EDV- Labor 36	Lager einfach 10
Labor-Ingenieur ¹	0,5	0,5	0,5	6	Technolog. Labor 60	
Diplomanden / stud. Hilfskräfte	-	4	2	12		
				30	96	10
¹ anteilig					Gesamt (m ² HNF)	136

Abb. 65 Lehrbereichsprofil 5 (Fachhochschule)

Lehrbereich 6: Physikalisch-Chemisch-technisch im Labormaßstab (FH)

Voraussetzungen

Personal

- Berücksichtigt sind nur die direkt einem Lehrbereich zugeordneten Räume und Flächen
- Jedem Professor ist anteilig eine halbe Stelle eines Laboringenieurs zugeordnet
- Wissenschaftliche Mitarbeiter aus Drittmittelfinanzierung sind der Fachbereichsebene zugeordnet
- Pro Lehrgebiet durchschnittlich bis zu 3 Diplomanden und 1 stud. Hilfskraft

Büro

- Feste Arbeitsplätze für Wissenschaftler und Laboringenieure nur im Bürobereich
- Je 1 Arbeitsplatz ist für bis zu 2 Diplomanden oder stud. Hilfskräfte in einem Rechnerraum vorgesehen

Labor

- Laborflächen sind für Lehre und Forschung ausgelegt

Lager

- Lagerflächen entsprechen bis zu 10% der Laborfläche

Bedarfsmodell Lehrbereich 6

Personal			Flächenbedarf			
Personal-kategorie	Zahl der Stellen	Zahl der Personen	Büro		Labor m ² HNF	Lager m ² HNF
			Zahl der AP	m ² HNF		
Professor	1	1	1	12	Chem.-Techn. Labor 36	Lager einfach 5
Labor-Ingenieur ¹	0,5	0,5	0,5	6	Elektronik-labor 36	Chemikalien-lager 10
Diplomanden / stud. Hilfskräfte	-	4	2	12	Technolog. Labor 60	
					EDV-Labor 18	
				30	150	15
					Gesamt (m ² HNF)	195

¹ anteilig

Abb. 66 Lehrbereichsprofil 6 (Fachhochschule)

Die Übersicht über den Flächenbedarf der verschiedenen Arbeitsprofile in Abbildung 67 zeigt, dass vom Lehrbereichsprofil 1 "Großmaßstäbliche Energietechnik" bis zum Lehrbereichsprofil 5 "Software-technische Arbeitsweise im Labormaßstab" deutliche Unterschiede im Flächenbedarf auftreten.

Die Personalausstattung (1 Hochschullehrer und durchschnittlich eine halbe Stelle für eine Laboringenieur) und daraus folgend der Flächenbedarf im Bürobereich ist für alle Lehrbereichsprofile gleich angesetzt. Eine Ausnahme bilden diejenigen Hochschullehrer, die ausschließlich theoretische bzw. grundlagenorientierte Lehrveranstaltungen anbieten (Mathematik, Wirtschaftswissenschaften etc.) und denen außer einem Büro keine Flächen und kein Personal zugeordnet sind.

Eine Versuchshalle bzw. Anteile an einer Versuchshalle sind nur für die Profile 1 und 3 vorgesehen. Die übrigen Lehrbereichsprofile werden mit Laborflächen ausgestattet, die in der Praxis natürlich von mehreren Lehrbereichen gemeinsam genutzt werden können. Hinzu kommt Lagerfläche, die rund 10 % der jeweiligen Laborfläche entspricht. Flächen für Dienstleistungen werden auf der Fachbereichsebene zentral zur Verfügung gestellt.

Arbeitsprofil	Flächenbedarf (m ² HNF)					Summe (m ² HNF)
	Büro	Labor	Versuchshalle	Dienstleistung	Lager	
1 Großmaßstäbliche Energietechnik (Produktionsmaßstab)	30	136	200	0	30	396
2 Kleinmaßstäbliche Energie- und Produktionstechnik	30	186	0	0	20	236
3 Großmaßstäbliche Produktionstechnik	30	96	150	0	25	301
4 Physikalisch-technisch im Labormaßstab	30	114	0	0	10	154
5 Software-technisch im Labormaßstab	30	96	0	0	10	136
6 Physikalisch-chemisch-technisch im Labormaßstab	30	150	0	0	15	195

Abb. 67 Flächenbedarf der Lehrbereichsprofile (Übersicht)

6.4 Fachbereichsmodelle Fachhochschule

Analog zum Vorgehen bei den Universitäten werden in diesem Abschnitt für die Fachhochschulen Fachbereichsmodelle entwickelt. Diese setzen sich aus einer Kombination verschiedener Lehrbereiche und den zusätzlichen Flächen für zentrale Einheiten zusammen. Dabei wird im kleinsten Fachbereichsmodell (9 Lehrbereiche) jeweils ein Lehrbereich des Laborprofils 1 bis 6 angesetzt. Hinzu kommen 3 Lehrbereiche, die ohne Labore auskommen (z. B. Grundlagen der Mathematik). In den weiteren Fachbereichsmodellen wird die Zahl der Lehrbereiche schrittweise erhöht.

Im Bürobereich wird jedem der Professoren, wissenschaftlichen Mitarbeiter und Laboringenieure je ein Büroraum von 12 m² zugeordnet. Einen größeren Büroarbeitsplatz erhalten der Dekan (21 m²), der Geschäftsführer (18 m²) und das Sekretariat (18 m²). Weitere Büroräume sind für die Systemadministratoren und die Fachschaft vorgesehen. Zum Bürobereich zählt weiterhin ein Besprechungsraum, der dafür ausgelegt ist, dass mindestens alle Professoren des Fachbereichs dort Platz finden (Platzfaktor 2 m²).

Als Dienstleistungseinrichtungen wird eine kleine Mechanikwerkstatt zur Wartung und Pflege der Aufbauten in den Lehrlaboren sowie zur technischen Unterstützung bei künftigen Forschungsaufgaben angesetzt. In den Fachbereichsmodellen 1 und 2 verfügt diese Werkstatt über zwei Mitarbeiter. In den folgenden Modellen erhöht sich diese Zahl auf 3 bzw. 4 Werkstatt-Mitarbeiter. Pro Mitarbeiter wird ein Flächenbedarf von 40 m² angesetzt. Weiterhin wird die Fläche einer Bibliothek in die Berechnung einbezogen, wobei für den kleinsten Fachbereich 50 m² Grundfläche angesetzt werden sowie ein Aufschlag für Leseplätze (6 % der Studienplätze) mit einem Flächenfaktor von 3 m² pro Leseplatz. Die Bibliothek kann entweder auf Fachbereichsebene oder zentral auf Hochschulebene organisiert sein. Im zweiten Fall sind der im Modell angegebene Flächen- und Personalbedarf des Fachbereiches als Anteil an der Zentralbibliothek zu verstehen.

Im Lagerbereich wird Fläche für ein kleines Archiv des Fachbereichs bereitgestellt (ab 12 m²).

Im Lehrbereich wird zunächst anhand der Studienstrukturmodelle (vgl. Kap. 3) errechnet, wie viel Fläche je Studienplatz anteilig in zentralen Hörsälen und Seminarräumen benötigt wird (vgl. Anhang B). Im kleinsten Fachbereichsmodell liegt der Flächenanteil pro Studienplatz bei 1,11 m², während er sich bei allen weiteren Modellen auf 0,93 m² pro Studienplatz verringert. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei einer geringeren Zahl von Studienanfängern Lehrveranstaltungen häufiger in Seminarräumen stattfinden. Für die Rechnerarbeitsplätze wurde ein den Universitäten entsprechender Bedarf von 15 % der Studienplätze angenommen. Die notwendige Zahl an PC-Arbeitsplätzen wird einerseits in fachbereichszentralen Rechnerräumen bereitgestellt, andererseits in den Lehrbereichen, wo entsprechende Plätze für Diplomanden und studentische Hilfskräfte eingerichtet sind. Zum zentralen Lehrbereich zählt weiterhin ein Praktikumsraum für die Grundlagen der Physik mit Arbeitsplätzen à 6 m². Je 2 bis 3 Studierende teilen sich einen Arbeitsplatz. Die notwendige Gesamtzahl an Praktikumsplätzen liegt bei 20 % der Studienanfänger (vgl. Kap. 3.2.5).

Im Sozialbereich wurde pro nicht wissenschaftlichen Mitarbeiter ohne eigenen Büroarbeitsplatz ein Platz in einem Aufenthaltsraum von 1 m² HNF je Person vorgesehen. Die Mindestgröße der Sozialräume beträgt 10 m² HNF.

Aus der Brutto-Gesamtfläche errechnet sich unter Abzug der Büroflächen für Drittmittelpersonal der Flächenansatz pro Studienplatz im Studiengang Elektrotechnik. Zusätzliche Lehrflächen durch Lehrimporte werden nach diesem Modell nicht benötigt (vgl. Berechnung Anhang B).

Durch Deputatsreduzierung der Hochschullehrer können sich Reduzierungen der Studienplatzzahl um bis zu 15 % ergeben. Die Kapazitätsreduzierungen haben Auswirkungen auf den Flächenanstoß pro Studienplatz, der sich je nach Umfang der Reduzierung um bis zu 15 % erhöht.

Aufbauend auf dem Fachbereichsmodell 2, das eine durchschnittliche Personalausstattung und eine durchschnittliche Verteilung der Lehrbereiche aufweist, werden anschließend zwei Profilbildungen illustriert: Im ersten Profil liegt der Schwerpunkt auf der Energie- und Automatisierungstechnik, im zweiten Modell auf der Informationstechnik und Mikroelektronik. Durch den unterschiedlichen Flächenbedarf der jeweiligen Lehrbereiche ergeben sich Konsequenzen für den Gesamtbedarf.

Der Flächenanstoß pro Studienplatz ist stark abhängig davon, welches Profil einem Fachbereich zu Grunde liegt. Beim Schwerpunkt Informationstechnik und Mikroelektronik und maximaler Auslastung der Studienplatzkapazitäten liegt er bei 9,6 m² (bei minimaler Auslastung: 11,8 m²), beim gemischten Profil bei 10,5 m² (13,0 m²) und beim Schwerpunkt Energie- und Automatisierungstechnik bei 11,7 m² (14,5 m²) pro Studienplatz.

Fachbereichs-Bedarfsmodell Elektrotechnik 1 (Fachhochschule)

9 Professoren
204 Studienplätze
64 Studienanfänger
45 Absolventen

Labore		Flächenbedarf des Fachbereichs									
Lehrbereiche	m² HNF	Büro		Dienstleistung		Lager		Lehre		Sozialräume	
		Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF
1 Lehrbereich 1 (396 m²)	396	1 Büro Dekan (21 m²)	21	Mechanik- werkstatt 2 Beschäftigte	80	Archiv	12	Hörsäle und Seminarräume²	226	Aufenthalts- raum	10
1 Lehrbereich 2 (236 m²)	236	Büro Fachbereichs- verwaltung 1 AP à 18 m²	18	Bibliothek 50 m² 12 Leseplätze¹ à 3 m³	86			Rechnerpool³ 18 AP à 3,5 m²	63		
1 Lehrbereich 3 (301 m²)	301	1 Büro Geschäfts- führer (FB)	18	Serverraum	18			Physik- Praktikum⁴ 13 AP à 6 m²	78		
1 Lehrbereich 4 (154 m²)	154	3 Büros Professoren Theorie / Grundlagen	36	Kopierraum	6						
1 Lehrbereich 5 (136 m²)	136	3+2 Büros wiss.Mitarbeiter (DM-Mittel)	60								
1 Lehrbereich 6 (195 m²)	195	1 Büro System- administrator	12								
		Büro Fachschaft	18								
		Besprechungs- raum 20 Plätze à 2m²	40								
64%	1418	10%	223	9%	190	< 1%	12	17%	367	< 1%	10
Gesamt (m² HNF)										2220	

¹ 6 % der Studienplätze

² 1,11 m² pro Studienplatz

³ für 15% der Studienplätze in PC-Pool und Lehrbereichen

⁴ 20% der Studienanfänger

abzüglich Drittmittelflächen

5 Büroarbeitsplätze à 12 m²

-60

Summe

2.160

m² HNF / Studienplatz (min.) 10,6

Kapazitätsreduzierung

Aus Reduzierungen des Lehrdeputats der Lehrenden sowie durch Anwendung verschiedener CNW ergeben sich unterschiedliche Studienplatzkapazitäten (vgl. Kapazitätsberechnungen Kap. 4.6.3). Dies führt zu einer Reduzierung der Studienplatzzahl auf bis zu 158.

Entsprechend reduzieren sich die studienplatzbezogenen Flächen:

Leseplätze Bibliothek, Anteil zentraler Lehrräume, Rechnerarbeits- und Praktikaplätze sowie Lehrimportflächen

Der Flächenansatz pro Studienplatz erhöht sich proportional zur Reduzierung der Studienplatzzahl

m² HNF / Studienplatz (max.) 13,1

Abb. 68 Fachbereichsmodell 1 (Fachhochschule)

Fachbereichs-Bedarfsmodell Elektrotechnik 2 (Fachhochschule)

18 Professoren
420 Studienplätze
131 Studienanfänger
92 Absolventen

Labore		Flächenbedarf des Fachbereichs									
Lehrbereiche	m² HNF	Büro		Dienstleistung		Lager		Lehre		Sozialräume	
		Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF
2 Lehrbereiche 1 (396 m²)	792	1 Büro Dekan (21 m²)	21	Mechanik- werkstatt 2 Beschäftigte	80	Archiv	18	Hörsäle und Seminarräume²	391	Aufenthalts- raum	20
3 Lehrbereiche 2 (236 m²)	708	Büro Fachbereichs- verwaltung 1 AP à 18 m²	18	Bibliothek 75 m², 25 Leseplätze¹ à 3 m²	150			Rechnerpool 35 AP à 3,5 m²	123		
2 Lehrbereiche 3 (301 m²)	602	1 Büro Geschäfts- führer (FB)	18	Serverraum	24			Physik- Praktikum³ 26 AP à 6 m²	156		
2 Lehrbereiche 4 (154 m²)	308	4 Büros Professoren Theorie / Grundlagen	48	Kopierraum	9						
3 Lehrbereiche 5 (136 m²)	408	6+2 Büros wiss.Mitarbeiter (DM-Mittel)	96								
2 Lehrbereiche 6 (195 m²)	390	2 Büros System- administratoren	24								
		Büro Fachschaft	24								
		Besprechungs- raum 35 Plätze à 2m²	70								
71%	3208	7%	319	6%	263	< 1%	18	15%	669	< 1%	20

Gesamt (m² HNF) 4497

¹ 6 % der Studienplätze

² 0,93 m² pro Studienplatz

³ für 15% der Studienplätze in PC-Pool und Lehrbereichen

⁴ 20% der Studienanfänger

abzüglich Drittmittelflächen

8 Büroarbeitsplätze à 12 m²

Summe

-96

4.401

m² HNF / Studienplatz (min.) 10,5

Kapazitätsreduzierung

Aus Reduzierungen des Lehrdeputats der Lehrenden sowie durch Anwendung verschiedener CNW ergeben sich unterschiedliche Studienplatzkapazitäten (vgl. Kapazitätsberechnungen Kap. 4.6.3). Dies führt zu einer Reduzierung der Studienplatzzahl auf bis zu **325**.

Entsprechend reduzieren sich die studienplatzbezogenen Flächen:
Leseplätze Bibliothek, Anteil zentraler Lehrräume, Rechnerarbeits- und Praktikaplätze sowie Lehrimportflächen

Der Flächenansatz pro Studienplatz erhöht sich proportional zur Reduzierung der Studienplatzzahl

m² HNF / Studienplatz (max.) 13,0

Abb. 69 Fachbereichsmodell 2 (Fachhochschule)
(Gemischtes Profil)

Fachbereichs-Bedarfsmodell Elektrotechnik 3 (Fachhochschule)

27 Professoren
636 Studienplätze
199 Studienanfänger
139 Absolventen

Labore		Flächenbedarf des Fachbereichs									
Lehrbereiche	m² HNF	Büro		Dienstleistung		Lager		Lehre		Sozialräume	
		Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF
3 Lehrbereiche 1 (390 m²)	1188	1 Büro Dekan (21 m²)	21	Mechanik- werkstatt 3 Beschäftigte	120	Archiv	24	Hörsäle und Seminarräume²	591	Aufenthalts- raum	20
4 Lehrbereiche 2 (250 m²)	944	Büro Fachbereichs- verwaltung 2 AP à 18 m²	36	Bibliothek 125 m², 38 Leseplätze¹ à 3 m²	239			Rechnerpool 51 AP à 3,5 m²	179		
3 Lehrbereiche 3 (315 m²)	903	1 Büro Geschäfts- führer (FB)	18	Serverraum	30			Physik- Praktikum³ 40 AP à 6 m²	240		
4 Lehrbereiche 4 (195 m²)	616	5 Büros Professoren Theorie / Grundlagen	60	Kopierraum	15						
4 Lehrbereiche 5 (150 m²)	544	9+2 Büros wiss.Mitarbeiter (DM-Mittel)	132								
4 Lehrbereiche 6 (200 m²)	780	3 Büros System- administratoren	36								
		Büro Fachschaft	30								
		Besprechungs- raum 50 Plätze à 2m²	100								
72% 4975		6% 433		6% 404		< 1% 24		15% 1010		< 1% 20	

Gesamt (m² HNF) **6866**

¹ 6 % der Studienplätze

² 0,93 m² pro Studienplatz

³ für 15% der Studienplätze in PC-Pool und Lehrbereichen

⁴ 20% der Studienanfänger

abzüglich Drittmittelflächen

11 Büroarbeitsplätze à 12 m²

Summe

-132

6.734

m² HNF / Studienplatz (min.) **10,6**

Kapazitätsreduzierung

Aus Reduzierungen des Lehrdeputats der Lehrenden sowie durch Anwendung verschiedener CNW ergeben sich unterschiedliche Studienplatzkapazitäten (vgl. Kapazitätsberechnungen Kap. 4.6.3). Dies führt zu einer Reduzierung der Studienplatzzahl auf bis zu **491**.

Entsprechend reduzieren sich die studienplatzbezogenen Flächen:

Leseplätze Bibliothek, Anteil zentraler Lehrräume, Rechnerarbeits- und Praktikaplätze sowie Lehrimportflächen

Der Flächenansatz pro Studienplatz erhöht sich proportional zur Reduzierung der Studienplatzzahl

m² HNF / Studienplatz (max.) **13,1**

Abb. 70 Fachbereichsmodell 3 (Fachhochschule)

Fachbereichs-Bedarfsmodell Elektrotechnik 4 (Fachhochschule)

36 Professoren
852 Studienplätze
266 Studienanfänger
186 Absolventen

Labore		Flächenbedarf des Fachbereichs									
Lehrbereiche	m² HNF	Büro		Dienstleistung		Lager		Lehre		Sozialräume	
		Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF
4 Lehrbereiche 1 (390 m²)	1584	1 Büro Dekan (21 m²)	21	Mechanik- werkstatt 4 Beschäftigte	160	Archiv	30	Hörsäle und Seminarräume²	775	Aufenthalts- raum	20
6 Lehrbereiche 2 (250 m²)	1416	Büro Fachbereichs- verwaltung 1 AP à 18 m²	36	Bibliothek 150 m², 51 Leseplätze¹ à 3 m²	303			Rechnerpool 68 AP à 3,5 m²	238		
5 Lehrbereiche 3 (315 m²)	1505	1 Büro Geschäfts- führer (FB)	18	Serverraum	36			Physik- Praktikum³ 53 AP à 6 m²	318		
5 Lehrbereiche 4 (195 m²)	770	6 Büros Professoren Theorie / Grundlagen	72	Kopierraum	18						
6 Lehrbereiche 5 (150 m²)	544	12+2 Büros wiss.Mitarbeiter (DM-Mittel)	168								
4 Lehrbereiche 6 (200 m²)	780	4 Büros System- administratoren	48								
		Büro Fachschaft	36								
		Besprechungs- raum 70 Plätze à 2m²	140								
73% 6599		6% 539		6% 517		< 1% 30		15% 1331		< 1% 20	
Gesamt (m² HNF)											9036

¹ 6 % der Studienplätze

² 0,93 m² pro Studienplatz

³ für 15% der Studienplätze in PC-Pool und Lehrbereichen

⁴ 20% der Studienanfänger

abzüglich Drittmittelflächen

14 Büroarbeitsplätze à 12 m²

Summe

-168

8.868

m² HNF / Studienplatz (min.) 10,4

Kapazitätsreduzierung

Aus Reduzierungen des Lehrdeputats der Lehrenden sowie durch Anwendung verschiedener CNW ergeben sich unterschiedliche Studienplatzkapazitäten (vgl. Kapazitätsberechnungen Kap. 4.6.3). Dies führt zu einer Reduzierung der Studienplatzzahl auf bis zu 658.

Entsprechend reduzieren sich die studienplatzbezogenen Flächen:

Leseplätze Bibliothek, Anteil zentraler Lehrräume, Rechnerarbeits- und Praktikplätze sowie Lehrimportflächen

Der Flächenansatz pro Studienplatz erhöht sich proportional zur Reduzierung der Studienplatzzahl

m² HNF / Studienplatz (min.) 12,9

Abb. 71 Fachbereichsmodell 4 (Fachhochschule)

Fachbereichs-Bedarfsmodell Elektrotechnik 2 (Fachhochschule) Schwerpunkt Energietechnik - Automatisierungstechnik

18 Professoren
420 Studienplätze
131 Studienanfänger
92 Absolventen

Labore		Flächenbedarf des Fachbereichs									
Lehrbereiche	m² HNF	Büro		Dienstleistung		Lager		Lehre		Sozialräume	
		Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF
3 Lehrbereiche 1 (396 m²)	1188	1 Büro Dekan (21 m²)	21	Mechanik- werkstatt 2 Beschäftigte	80	Archiv	18	Hörsäle und Seminarräume ²	391	Aufenthalts- raum	20
4 Lehrbereiche 2 (236 m²)	944	Büro Fachbereichs- verwaltung 1 AP à 18 m²	18	Bibliothek 75 m², 25 Leseplätze ¹ à 3 m²	150			Rechnerpool 35 AP à 3,5 m²	123		
3 Lehrbereiche 3 (301 m²)	903	1 Büro Geschäfts- führer (FB)	18	Serverraum	24			Physik- Praktikum ³ 26 AP à 6 m²	156		
2 Lehrbereiche 4 (154 m²)	308	4 Büros Professoren Theorie / Grundlagen	48	Kopierraum	9						
1 Lehrbereich 5 (136 m²)	136	6+2 Büros wiss.Mitarbeiter (DM-Mittel)	96								
1 Lehrbereich 6 (195 m²)	195	2 Büros System- administratoren	24								
		Büro Fachschaft	24								
		Besprechungs- raum 35 Plätze à 2m²	70								
74%	3674	6%	319	5%	263	< 1%	18	13%	669	< 1%	20
Gesamt (m² HNF)										4963	

¹ 6 % der Studienplätze

² 0,93 m² pro Studienplatz

³ für 15% der Studienplätze in PC-Pool und Lehrbereichen

⁴ 20% der Studienanfänger

abzüglich Drittmittelflächen

8 Büroarbeitsplätze à 12 m²

Summe

-96

4.887

m² HNF / Studienplatz (min.) 11,7

Kapazitätsreduzierung

Aus Reduzierungen des Lehrdeputats der Lehrenden sowie durch Anwendung verschiedener CNW ergeben sich unterschiedliche Studienplatzkapazitäten (vgl. Kapazitätsberechnungen Kap. 4.6.3). Dies führt zu einer Reduzierung der Studienplatzzahl auf bis zu **325**.

Entsprechend reduzieren sich die studienplatzbezogenen Flächen:
Leseplätze Bibliothek, Anteil zentraler Lehrräume, Rechnerarbeits- und Praktikplätze sowie Lehrimportflächen

Der Flächenansatz pro Studienplatz erhöht sich proportional zur Reduzierung der Studienplatzzahl

m² HNF / Studienplatz (min.) 14,5

Abb. 72 Fachbereichsmodell 2 (Fachhochschule) - Schwerpunkt Energietechnik und Automatisierungstechnik

Fachbereichs-Bedarfsmodell Elektrotechnik 2 (Fachhochschule) Schwerpunkt Informationstechnik - Mikroelektronik

18 Professoren
420 Studienplätze
131 Studienanfänger
92 Absolventen

Labore		Flächenbedarf des Fachbereichs									
Lehrbereiche	m² HNF	Büro		Dienstleistung		Lager		Lehre		Sozialräume	
		Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF	Raumart	m² HNF
1 Lehrbereich 1 (396 m²)	396	1 Büro Dekan (21 m²)	21	Mechanik- werkstatt 2 Beschäftigte	80	Archiv	18	Hörsäle und Seminarräume²	391	Aufenthalts- raum	20
2 Lehrbereiche 2 (236 m²)	472	Büro Fachbereichs- verwaltung 1 AP à 18 m²	18	Bibliothek 75 m², 25 Leseplätze¹ à 3 m²	150			Rechnerpool 35 AP à 3,5 m²	123		
1 Lehrbereich 3 (301 m²)	301	1 Büro Geschäfts- führer (FB)	18	Serverraum	24			Physik- Praktikum³ 26 AP à 6 m²	156		
2 Lehrbereiche 4 (154 m²)	308	4 Büros Professoren Theorie / Grundlagen	48	Kopierraum	9						
4 Lehrbereiche 5 (136 m²)	544	6+2 Büros wiss.Mitarbeiter (DM-Mittel)	96								
4 Lehrbereiche 6 (195 m²)	780	2 Büros System- administratoren	24								
		Büro Fachschaft	24								
		Besprechungs- raum 35 Plätze à 2m²	70								
68%	2801	8%	319	6%	263	< 1%	18	16%	669	< 1%	20
Gesamt (m² HNF)										4090	

¹ 6 % der Studienplätze

² 0,93 m² pro Studienplatz

³ für 15% der Studienplätze in PC-Pool und Lehrbereichen

⁴ 20% der Studienanfänger

abzüglich Drittmittelflächen

8 Büroarbeitsplätze à 12 m²

Summe

-96

4.014

m² HNF / Studienplatz (min.) **9,6**

Kapazitätsreduzierung

Aus Reduzierungen des Lehrdeputats der Lehrenden sowie durch Anwendung verschiedener CNW ergeben sich unterschiedliche Studienplatzkapazitäten (vgl. Kapazitätsberechnungen Kap. 4.6.3). Dies führt zu einer Reduzierung der Studienplatzzahl auf bis zu **325**.

Entsprechend reduzieren sich die studienplatzbezogenen Flächen:

Leseplätze Bibliothek, Anteil zentraler Lehrräume, Rechnerarbeits- und Praktikaplätze sowie Lehrimportflächen

Der Flächenansatz pro Studienplatz erhöht sich proportional zur Reduzierung der Studienplatzzahl

m² HNF / Studienplatz (min.) **11,8**

Abb. 73 Fachbereichsmodell 2 (Fachhochschule) - Schwerpunkt Informationstechnik und Elektronik

6.5 Bedarfsrelationen

Für Universitäten und Fachhochschulen werden im Folgenden verschiedene Flächenrelationen dargelegt, die sich aus den Fachbereichsmodellen ableiten lassen.

6.5.1 Flächenansätze pro Studienplatz

Die Abbildung 74 zeigt die Ergebnisse der ermittelten Studienplatz-Relationen im Überblick. Die Bandbreiten innerhalb der Modelle ergeben sich durch Unterschiede in den angenommenen Studienplatzkapazitäten. Die unterschiedlichen Bandbreiten zwischen den drei Modellen sind Folge unterschiedlicher Schwerpunktsetzung bei der Forschungsausrichtung. Den niedrigsten Flächenbedarf weist der Schwerpunkt Informationstechnik und Mikroelektronik auf. Über dem Durchschnitt dagegen liegen Fachbereiche mit dem Schwerpunkt Energie- und Automatisierungstechnik.

Die ausgewiesenen Flächenansätze für Studienplätze beziehen sich auf die kapazitätswirksame Fläche der Fachbereiche: Von der Gesamtfläche wurden die Büroflächen für Drittmittelbeschäftigte abgezogen und die Flächenanteile für Lehrimporte hinzugezählt.

Im Vergleich hierzu liegen die empirischen Flächenrelationen aus der HIS-Erhebung (vgl. Kap. 1.4.1 und 1.4.2) pro Studierenden mit einer Spanne von 16 bis 33 m² HNF an Universitäten deutlich über den errechneten Modellwerten. Diese höheren Werte erklären sich aus zwei Abweichungen: Zum einen war es nicht möglich, bei der Erhebung die nicht kapazitätswirksamen Drittmittelflächen herauszurechnen, zum anderen weisen die Fachbereiche zum Zeitpunkt der Erhebung eine Unterauslastung auf. Für die Fachhochschulen liegen die errechneten Modellwerte (10 - 15 m² HNF) innerhalb der Spanne der empirisch gewonnen Flächenwerte (10 - 17 m² HNF).

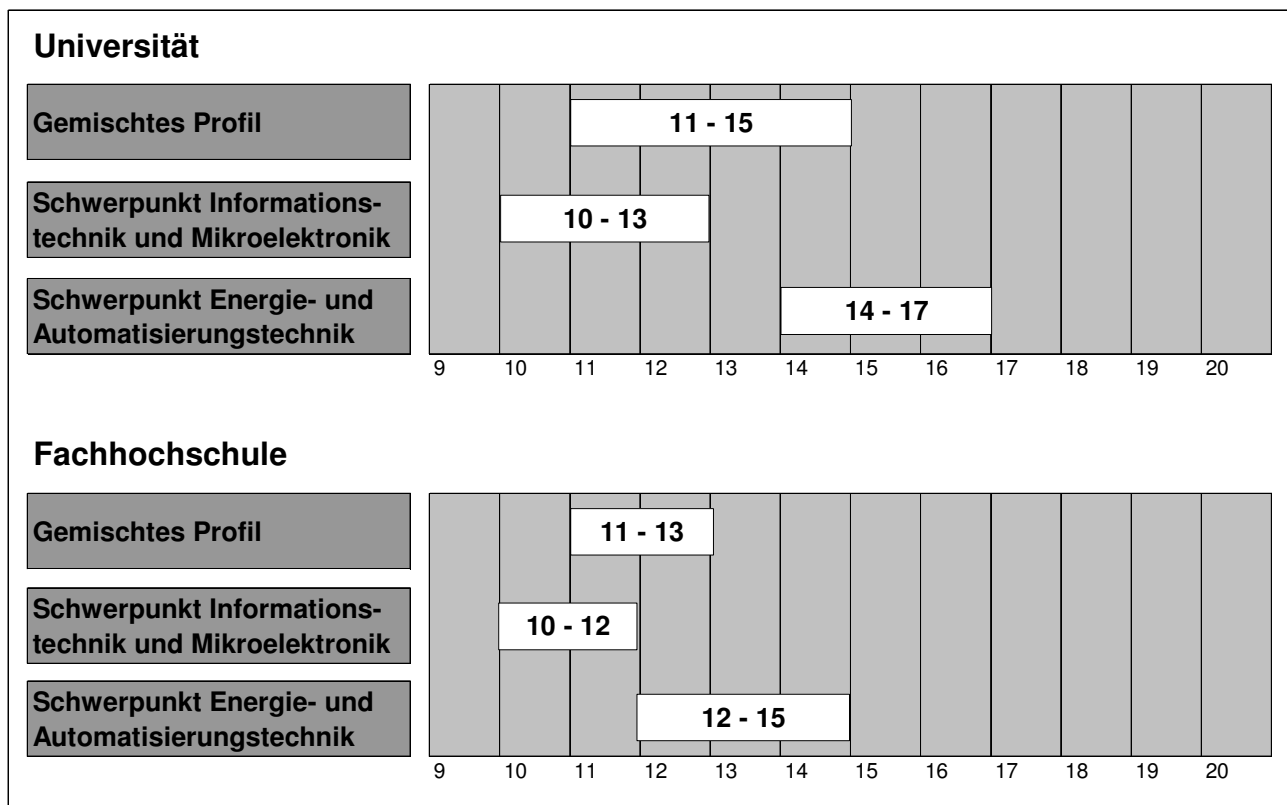


Abb. 74 Flächenansätze (m² HNF) pro Studienplatz

Gegenüber den Flächenansätzen des 29. Rahmenplans für Hochschulbau (15-18 m² je Studienplatz / Universität und 12 m² je Studienplatz / Fachhochschule) sind die von HIS errechneten Spannen größer und liegen im Falle der Universitäten zum Teil unter den Rahmenplan-Richtwerten. Im Falle der Fachhochschulen liegen die Werte bei den Extremwerten sowohl darunter als auch darüber.

6.5.2 Nutzungsprofile

In der Abbildung 75 sind die Flächen der Fachbereichsmodelle Elektrotechnik nach Nutzungsbereichen aufgeteilt. Die Darstellung gliedert sich wiederum in Universitäten und Fachhochschulen sowie nach den jeweiligen Profilen der Fachbereiche. Sie zeigt deutlich den Schwerpunkt des Flächenanteils der Fachbereichsmodelle der Universität im Labor-/Versuchshallen- und Lehrbereich, ebenso wird der gewachsenen Bedeutung des Büroarbeitsplatzes als Folge der Computerisierung der Forschung Rechnung getragen. An den Fachhochschulen liegt der Schwerpunkt dagegen bei den Lehlaboren mit über 39 % aber auch hier liegt die Fläche der Büroarbeitsplätze noch vor den Flächen für Hörsäle, Seminar- und Praktikumsräume (Lehre).

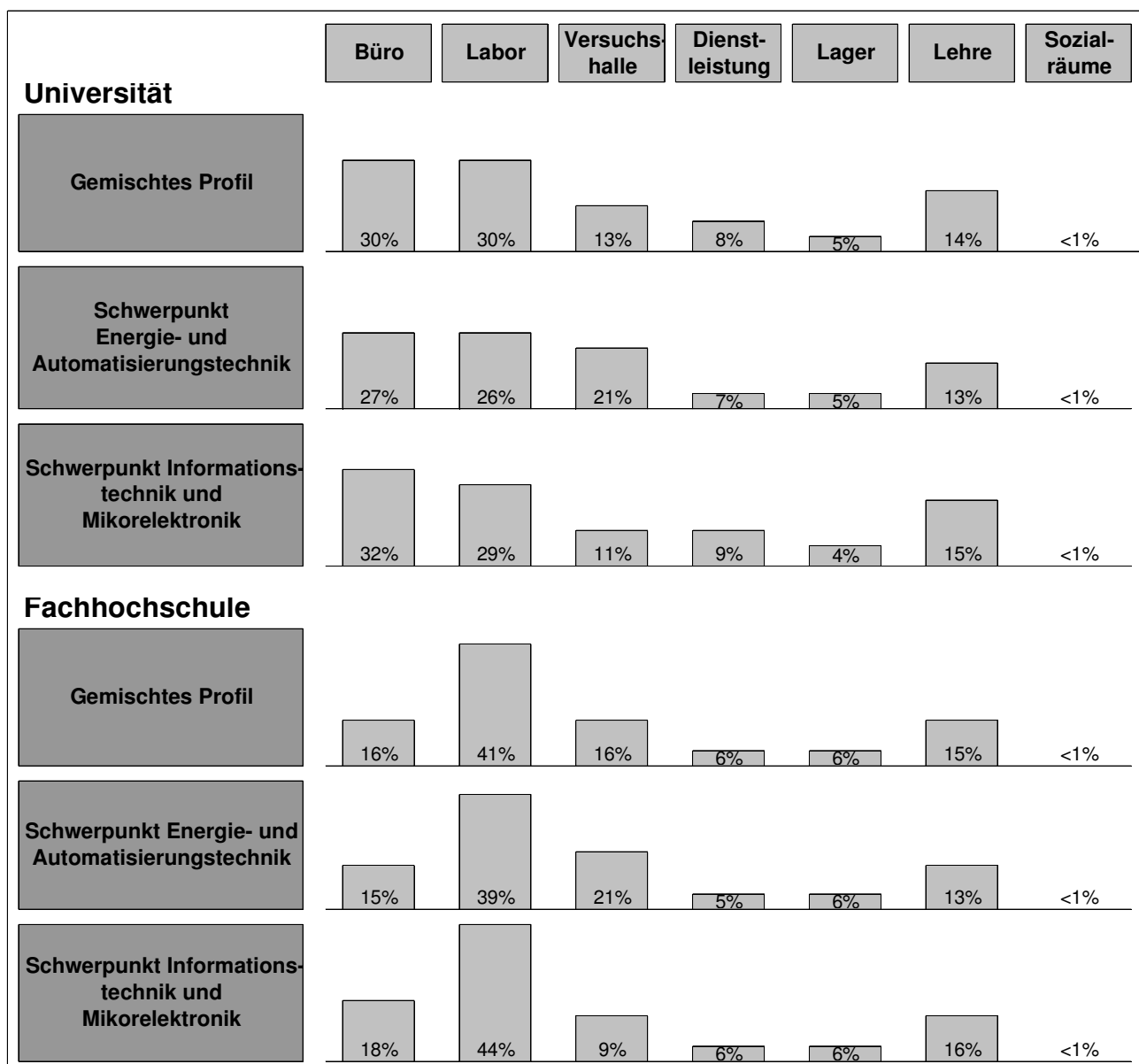


Abb. 75 Nutzungsprofile der Bedarfsmodelle

6.5.3 Studienplatzbezogen und Wissenschaftlerbezogene Teilflächenwerte

Neben der Verteilung der Gesamtfläche der Fachbereichsmodelle auf Nutzungsbereiche lässt sich die Fachbereichsfläche auch danach differenzieren, welche Flächenanteile unmittelbar der Lehre und welche der Forschung zugeordnet werden können. Diese Flächenansätze lassen sich anschließend in Relation zur Zahl der Studienplätze (bei minimaler und maximaler Auslastung) bzw. zur Zahl der Wissenschaftler (Gesamtzahl, Haushaltsstellen) setzen. In die lehrbezogenen Flächen an Universitäten gehen alle Hörsaal-, Seminarraum- und Praktikumsflächen sowie zugehörige Lagerflächen, PC-Pools und das Fachschaftsbüro mit ein. Anteilig werden die Bibliothek, die Studierendenlabore, die PC-Plätze für studentische Hilfskräfte und Diplomanden mit je 50 % eingerechnet. An den Fachhochschulen zählen zur Lehrfläche die Flächen für Hörsäle, Seminar-, Praktikumsräume, PC-Pools und Fachschaftsbüro. Im Gegensatz zu den Universitäten werden an den Fachhochschulen die Labor- und Versuchshallenflächen inklusive der dazugehörigen Flächen für Lager, Dienstleistung und Sozialraum mit 75 % eingerechnet. Der gegenüber der Untersuchung im Maschinenbau (Vogel/Frerichs 1999) höhere Lehrflächenanteil ergibt sich in der Elektrotechnik aus der Tatsache, dass hier die Forschungsaktivitäten bisher einen geringeren Flächenbedarf ausmachen als im Maschinenbau.

	Studienplatzbezogene Fläche (m² HNF)	Wissenschaftlerbezogene Fläche" (m² HNF)	
		Wiss. Personal (gesamt)	Wiss. Personal (Haushaltsstellen)
Universität			
Gemischtes Profil	2,7 - 3,8 ¹	71,6 - 89,5	128,6
Schwerpunkt Energie- und Automatisierungstechnik	2,7 - 3,6 ¹	83,3 - 104,1	149,5
Schwerpunkt Informations-technik und Mikroelektronik	2,7 - 3,6 ¹	59,6 - 74,4	106,9
Fachhochschule			
Gemischtes Profil	7,3 - 9,0 ²	43,0	52,5
Schwerpunkt Energie- und Automatisierungstechnik	8,2 - 10,0 ²	46,1	56,3
Schwerpunkt Informations-technik und Mikroelektronik	6,7 - 8,1 ²	39,4	48,2

¹Lehrbezogene Fläche

²Lehrfläche + 75% der Laborfläche und dazugehörige Infrastruktur

Abb. 76 Differenzierte Flächenansätze pro Studienplatz und pro Wissenschaftler

Die ausgewiesenen Schwankungsbreiten sind auf die unterschiedlichen Kapazitätsauslastungen und die damit einhergehenden Schwankungen bei den Studienplatz- und den Doktorandenzahlen zurückzuführen. Die Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter an Universitäten auf Haushaltsstellen sowie die Zahl der zu erwartenden Wissenschaftler an Fachhochschulen wurden für Berechnung jeweils als konstant angenommen. Je nach Profil und Auslastungsgrad wird eine Lehrfläche von 2,7 bis 3,8 m² HNF pro Studienplatz benötigt. Bezogen auf die Gesamtzahl der Wissenschaftler im Fachbereich wird zwischen 59,6 bis 104,1 m² Fläche je Wissenschaftler ausgewiesen. Reduziert man die Bezugsgröße auf diejenigen Wissenschaftler, die eine Haushaltsstelle innehaben, so erhöht sich die anteilige Fläche auf 106,9 bis 149,5 m² / pro Wissenschaftler.

An den Fachhochschulen schwankt der Anteil an Lehrfläche je Studienplatz von 6,7 bis 10 m². Die Bandbreite der Relation Fläche je Wissenschaftler liegt zwischen 39,4 und 46,1 m². Lässt man die Drittmittelstellen bei dieser Relation weg, ergeben sich Flächenanteile zwischen 48,2 und 56,3 m² pro Wissenschaftler.

6.5.4 Flächenrelationen Wissenschaftler

Auf der Grundlage der Bedarfsmodelle können außerdem Flächenrelationen für das wissenschaftliche Personal ermittelt werden (vgl. Abb. 77). Pro Hochschullehrer werden an Universitäten zwischen rund 630 und 810 m² HNF, an Fachhochschulen zwischen rund 230 und 280 m² HNF benötigt. In diesen Flächenansätzen sind alle Fachbereichsflächen anteilig enthalten.

Diese Flächenrelationen sind mit denen der empirischen Erhebung in Kapitel 1 nur eingeschränkt vergleichbar, da bei den empirischen Werten ortspezifische Besonderheiten und unterschiedliche Flächendefinitionen eingehen. Dies vorausgesetzt, zeigt der Vergleich der Flächenrelation pro Hochschullehrer an Universitäten, dass der empirische Durchschnittswert der Fachbereiche (691 m² HNF pro Hochschullehrer) innerhalb der Bandbreite liegt. Bei der Flächenrelation pro wissenschaftlichem Mitarbeiter (nur Haushaltsstellen) stimmen der Modellwert des gemischten Profils und der empirische Durchschnittswert (167 m² pro Wissenschaftler/HH-Stellen) fast überein. Durch die Profilierung mit Schwerpunkt in der flächenintensiven Energie- und Automatisierungstechnik wird der Durchschnittswert überschritten, während er beim Schwerpunkt auf Informationstechnik und Mikroelektronik deutlich unterschritten wird.

Alle aus den drei Modellen errechneten Flächenrelation pro wissenschaftlichen Personal (inklusive Drittmittelpersonal) liegen unterhalb des empirischen Mittelwertes von 111 m² HNF. Ein Grund für diesen Umstand mag sein, dass in den Modellrechnungen eine vergleichsweise hohe Zahl an Wissenschaftlern auf Drittmittel-Stellen eingesetzt wurden, die empirisch derzeit nicht erreicht wird.

Die Relationen der Fachbereichsmodelle für Fachhochschulen liegen insgesamt über den empirischen Durchschnittswerten: Der durchschnittliche Flächenteil pro Hochschullehrer liegt bei 187 m² HNF, der pro Wissenschaftler auf Haushaltsstellen bei 130 m² HNF und unter Hinzurechnung der Drittmittelstellen beträgt der durchschnittliche Flächenanteil pro Wissenschaftler 110 m² HNF. Die Abweichungen nach oben in den Fachbereichsmodellen haben ihre Ursache sicherlich darin, dass an vielen Fachhochschulen eine große Zahl von Hochschullehrern auf Grund der vielerorts üblichen Klassenbildung beschäftigt wird. Durch die Aufteilung der Studierenden eines Jahrganges in verschiedenen Klassen werden mehrere inhaltsgleiche Veranstaltungen parallel angeboten. Dies führt zu einer Erhöhung der zu erbringenden Lehrkapazität und damit zur Beschäftigung einer größeren Zahl von Hochschullehrern. Gleichzeitig sinken damit die Flächenrelationen.

	Flächenansatz pro Wissenschaftler (m ² HNF)		
	Hochschul- lehrer	Wiss. Personal (Haushaltsstellen)	Wiss. Personal (gesamt)
Universität			
Gemischtes Profil	721	166	87
Schwerpunkt Energie- und Automatisierungstechnik	812	187	97
Schwerpunkt Informationstechnik und Mikroelektronik	627	145	75
Fachhochschule			
Gemischtes Profil	250	167	128
Schwerpunkt Energie- und Automatisierungstechnik	276	184	142
Schwerpunkt Informationstechnik und Mikroelektronik	227	151	117

Abb. 77 Flächenrelationen Wissenschaftler

6.5.5 Forschungsbedingter Flächenbedarf an Fachhochschulen

In der Abbildung 76 ist für die Ermittlung der studienplatzbezogenen und der wissenschaftlerbezogenen Flächenanteile an Fachhochschulen die experimentelle Fläche (Labore, Versuchshallen und zugehörige Dienstleistungen) mit jeweils 75 Prozent den Studierenden und mit 25 Prozent den Wissenschaftlern zugeordnet worden. Lehlabore eignen sich ihrer baulichen und technischen Ausstattung nach sowohl für Lehrzwecke als auch für die Forschung. Da zukünftig mit einem erhöhtem Forschungsanteil in der Elektrotechnik an Fachhochschulen zu rechnen ist, scheint diese Aufteilung gerechtfertigt.

Mit steigendem Forschungsaufwand an Fachhochschulen stellt sich die generelle Frage, wie mit dem Thema "Forschungsfläche an Fachhochschulen" zukünftig umzugehen ist. Der Flächenricht-

wert des 29. Rahmenplans von 12 m² umfasst lediglich die für die Lehre benötigte Fläche. Denkbar sind verschiedene Lösungsmöglichkeiten für dieses Problem:

- Bis zu einem gewissen Grad kann der Flächenbedarf für Forschungsaufgaben durch zeitversetzte Nutzung der vorhandenen experimentellen Flächen in den Lehlaboren realisiert werden.
- Auf die Grundausrüstung von 12 m² wird ein Aufschlag für Forschung gewährt. Die in Kapitel 6.5 ermittelten differenzierten Flächenrichtwerte zeigen, dass dieser Zuschlag je nach Forschungsausrichtung bis maximal 3 m² pro Studienplatz betragen kann.
- Zusätzliche Flächen werden projektbezogen angemietet und durch Drittmittel aus der Industrie finanziert.
- Innerhalb von Fachbereichen können in begrenztem Umfang weniger flächenintensive Forschungsgruppen - wie etwa die software-technisch arbeitenden Wissenschaftler - zu Gunsten von stärker experimentell ausgerichteten Forschungsgruppen Flächen freigeben, die dann umverteilt werden können.
- Schließlich kann analog zur Bedarfsplanung für Universitäten auch für Fachhochschulen ein Zuschlag für nicht kapazitätswirksame Flächen eingeführt werden, auf der Drittmittel-Beschäftigte zusätzlich untergebracht werden können.

6.6 Baukosten

Zur Ermittlung der Baukosten eines Gebäudes für die Elektrotechnik lassen sich die Raumarten, die in den Modellen berücksichtigt worden sind, Kostenflächenarten zuordnen. Die hier benutzte Zuordnung ist den Richtlinien für die Baukostenplanung der Zentralstelle für Bedarfsbemessung und wirtschaftliches Bauen Freiburg (ZBWB) entnommen.

Mit Hilfe dieser Zuordnung lassen sich annähernd die Kosten berechnen, die sich aus den Vorgaben aus den Fachbereichsmodellen ergeben. Dabei wurde jeweils zwischen den gemischten Modellen der Größenordnung 2 und den beiden Schwerpunktmodellen mit Forschungs- bzw. Laborprofilen der Energie- und Automatisierungstechnik einerseits und der Informationstechnik und Mikroelektronik andererseits unterschieden.

Die Ergebnisse lassen sich mit den Baukosten vergleichen, die der 29. Rahmenplan für den Hochschulbau vorgibt. Beide Kostenwerte wurden dafür auf den Vergleichsmonat Februar 2000 hochgerechnet. Danach ergeben sich Rahmenplanrichtwerte für Gebäudekosten von 6.280 DM pro m² HNF sowie Gesamtbaukosten von 7.850 DM pro m² HNF.

Mit der Hilfe der Kostenflächenarten-Methode kann ein differenzierter Nachweis der Baukosten geführt werden. Die Berechnungen anhand der Modelle für Universitäten (vgl. Abb. 79) und Fachhochschulen (vgl. Abb. 80) ergeben Abweichungen von diesen Rahmplanrichtwerten. An Universitäten liegen die Kostenwerte zwischen 6.585 DM (Schwerpunkt Energie- und Automatisierungstechnik) und 6.815 DM (Schwerpunkt Informationstechnik und Mikroelektronik). Für Fachhochschulen differieren die Werte je nach Profil nur geringfügig zwischen 6.423 DM (Schwerpunkt Energie- und Automatisierungstechnik) und 6.735 DM pro m² HNF (Schwerpunkt Informationstechnik und Mikroelektronik) und liegen damit ebenfalls über dem Rahmenplanwert.

Kostenflächenart	Nutzungsbeispiel (RNC)
KFA 1	(nicht vorhanden)
KFA 2	Lagerraum allgemein (4110), Archiv (4211), Umkleide (7221), Abstellraum (7311)
KFA 3	Technologische Versuchshalle (3150), Unterrichtsraum (5210), Werkstatt Metall (3221)
KFA 4	Büroraum mit EDV (2112), Besprechungsraum mit EDV (2312), Aufenthaltsraum mit Teeküche (1212), Physikalischer Messraum mit EDV (3442), Übungsraum mit EDV (5232), Unterrichtsgroßraum (5221)
KFA 5	Technologisches Labor einfach (3310), Physikalische Versuchshalle (3160), Lichttechnisches Labor (3340), Bibliotheksraum allgemein (5410), Hörsäle ansteigend ohne Experimentierbühne (5131), Leseraum (5420), Toilette mit Abluft (7112)
KFA 6	Labor für stationäre Maschinen (3330), Technologisches Labor mit erhöhter Deckentragfähigkeit (3360), Elektroniklabor (3411), Physiklabor und Messraum mit elektromagnetischer Abschirmung (3480), EDV-Peripheriegeräteraum (2850), Lageraum für Chemikalien (4152)
KFA 7	Chemisch-technisches Labor mit RLT (3531)
KFA 8	(nicht vorhanden)
KFA 9	Labor mit besonderen Hygieneanforderungen / Zugang über Schleuse (3590)
KFA 10	Funktionsfläche (pauschal 26 %)
KFA 11	Verkehrsfläche horizontal (pauschal 32 %)
KFA 12	Verkehrsfläche vertikal (pauschal 5 %)
KFA 13	BRI-Faktor BRI/BGF (pauschal 4,2)

Quelle:
ZBWB: Richtlinien für die Baukostenplanung.
Freiburg 1998

Abb. 78 Nutzungsbeispiele

Universität

Kosten- flächen- art	Kostenkenn- wert in DM / m ² (Preisstand: 02/2000)	Gemischtes Profil (12.985 m ² HNF)		Schwerpunkt Energie- und Automatisierungstechnik (14.623 m ² HNF)		Schwerpunkt Informationstechnik und Mikroelektronik (11.283 m ² HNF)	
		Fläche ¹ (m ²)	Kosten (DM)	Fläche ² (m ²)	Kosten (DM)	Fläche ³ (m ²)	Kosten (DM)
KFA 1	838	0	0	0	0	0	0
KFA 2	1.073	1.681	1.803.226	2.000	2.145.420	1.338	1.435.286
KFA 3	1.739	1.680	2.920.730	2.710	4.711.416	990	1.721.145
KFA 4	2.491	5.436	13.539.228	5.418	13.494.396	5.424	13.509.340
KFA 5	3.613	2.913	10.523.766	3.133	11.318.558	2.133	7.705.868
KFA 6	5.684	2.479	14.090.958	2.777	15.784.829	2.335	13.272.444
KFA 7	10.148	96	974.169	48	487.084	192	1.948.337
KFA 8	17.287	0	0	0	0	0	0
KFA 9	26.201	0	0	0	0	0	0
Zwischensumme KFA 1 - KFA 9		14.285	43.852.077	16.086	47.941.703	12.412	39.592.419
KFA 10	3.156	3.714	11.723.482	4.182	13.201.536	3.227	10.186.340
KFA 11	1.640	4.571	7.496.265	5.148	8.441.367	3.972	6.513.381
KFA 12	5.622	714	4.015.856	804	4.522.161	621	3.489.311
KFA 13	182	4,2 x BGF ⁴	19.707.287	4,2 x BGF ⁵	22.191.908	4,2 x BGF ⁶	17.123.335
Zwischensumme KFA 10 - 13			42.942.890		48.356.971		37.312.367
Summe			86.794.967		96.298.675		76.904.786
Gebäudekosten (DM / m² HNF)			6.684		6.585		6.815

¹Für NNF pauschal 10 % Zuschlag: 1.099 m² KFA 2 / 200 m² KFA 5²Für NNF pauschal 10 % Zuschlag: 1.262 m² KFA 2 / 200 m² KFA 5³Für NNF pauschal 10 % Zuschlag: 928 m² KFA 2 / 200 m² KFA 5⁴inkl. 17 % KGF (2.428 m²)⁵inkl. 17 % KGF (2.735 m²)⁶inkl. 17 % KGF (2.110 m²)**Abb. 79 Gebäudekosten an Universitäten**

Fachhochschule

Kosten- flächen- art	Kostenkenn- wert in DM / m ² (Preisstand: 02/2000)	Gemischtes Profil (4.497 m ² HNF)		Schwerpunkt Energie- und Automatisierungstechnik (4.963 m ² HNF)		Schwerpunkt Informationstechnik und Mikroelektronik (4.090 m ² HNF)	
		Fläche ¹ (m ²)	Kosten (DM)	Fläche ² (m ²)	Kosten (DM)	Fläche ³ (m ²)	Kosten (DM)
KFA 1	838	0	0	0	0	0	0
KFA 2	1.073	618	662.935	704	755.188	542	581.409
KFA 3	1.739	970	1.686.374	1.320	2.294.860	620	1.077.889
KFA 4	2.491	1.218	3.033.624	1.128	2.809.464	1.290	3.212.951
KFA 5	3.613	1.640	5.924.812	1.770	6.394.461	1.510	5.455.162
KFA 6	5.684	429	2.438.492	501	2.847.749	393	2.233.863
KFA 7	10.148	72	730.626	36	365.313	144	1.461.253
KFA 8	17.287	0	0	0	0	0	0
KFA 9	26.201	0	0	0	0	0	0
Zwischensumme KFA 1 - KFA 9		4.947	14.476.863	5.459	15.467.036	4.499	14.022.527
KFA 10	3.156	1.286	4.059.928	1.419	4.480.118	1.170	3.692.261
KFA 11	1.640	1.583	2.596.011	1.747	2.864.691	1.440	2.360.917
KFA 12	5.622	247	1.390.720	273	1.534.656	225	1.264.777
KFA 13	182	4,2 x BGF ⁴	6.824.778	4,2 x BGF ⁵	7.531.122	4,2 x BGF ⁶	6.206.726
Zwischensumme KFA 10 - 13			14.871.437		16.410.587		13.524.681
Summe			29.348.300		31.877.623		27.547.207
Gebäudekosten (DM / m² HNF)			6.526		6.423		6.735

¹Für NNF pauschal 10 % Zuschlag: 350 m² KFA 2 / 100 m² KFA 5²Für NNF pauschal 10 % Zuschlag: 396 m² KFA 2 / 100 m² KFA 5³Für NNF pauschal 10 % Zuschlag: 309 m² KFA 2 / 100 m² KFA 5⁴inkl. 17 % KGF (841 m²)⁵inkl. 17 % KGF (928 m²)⁶inkl. 17 % KGF (765 m²)**Abb. 80 Gebäudekosten an Fachhochschulen**

7 Planungsschritte: Checkliste

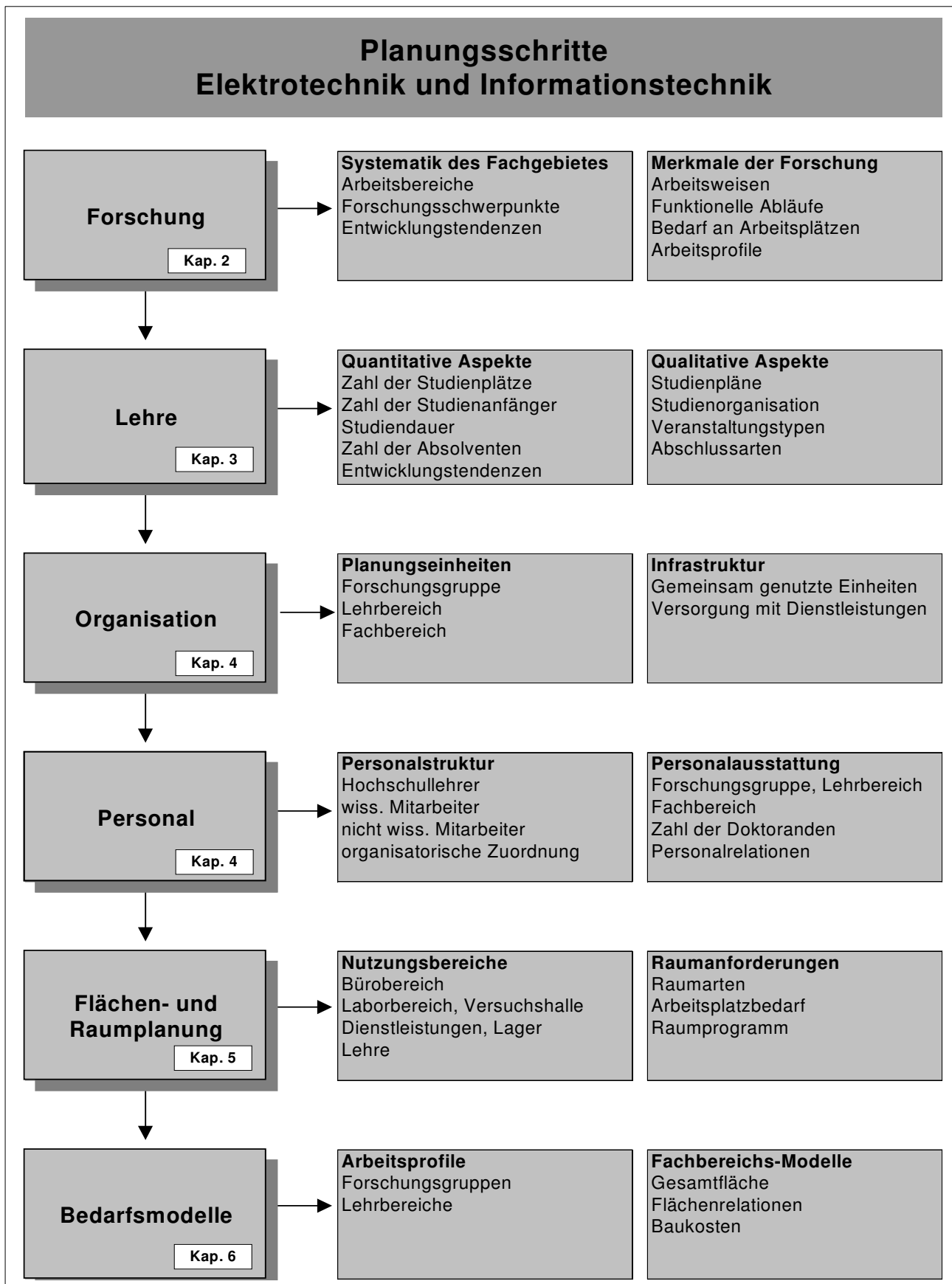


Abb. 81 Planungsschritte im Überblick

Forschung

Systematik	<p><i>Welche Arbeitsbereiche der Elektrotechnik lassen sich unterscheiden?</i></p> <p>Die Elektrotechnik kann in vier verschiedene Arbeitsbereiche mit unterschiedlichem Ressourcenbedarf systematisiert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektrische Energietechnik • Automatisierungstechnik • Informationstechnik • Mikroelektronik 	Kap. 2.1
Arbeitsweisen	<p><i>Welche qualitativen Merkmale weist die Forschungsarbeit auf?</i></p> <p>Es lassen sich drei grundlegende Arbeitsweisen unterscheiden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physikalisch-technisches Arbeiten (Produktions- und Labormaßstab) • Physikalisch-chemisch-technisches Arbeiten • Software-technisches Arbeiten <p>Für jede Arbeitsweise werden unterschiedlich ausgestattete Arbeitsplätze benötigt.</p>	Kap. 2.3 Kap. 2.5
Arbeitsprofile	<p><i>Welche Arbeitsweisen herrschen in den verschiedenen Arbeitsbereichen der Elektrotechnik vor?</i></p> <p>Es lassen sich sechs grundlegende Arbeitsprofile unterscheiden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Großmaßstäbliche Energietechnik (physikalisch-technisch) • Großmaßstäbliche Produktionstechnik • Kleinmaßstäbliche Energie- und Produktionstechnik • Physikalisch-technisches Arbeiten im Labormaßstab • Physikalisch-chemisch-technisches Arbeiten im Labormaßstab • Software-technisches Arbeiten 	Kap. 2.5
Entwicklungstendenzen	<p><i>Welche Entwicklungstendenzen, welche zukünftigen Forschungsschwerpunkte der Elektrotechnik zeichnen sich ab?</i></p> <p>Für die einzelnen Arbeitsbereiche der Elektrotechnik zeichnen sich für die Zukunft folgende wichtigen Forschungsschwerpunkte ab:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektrische Energietechnik: Energiegewinnung und -nutzung • Automatisierungstechnik: Robotik • Informationstechnik: Nachrichtentechnik, Medientechnik • Mikroelektronik: Mikro- und Nanotechnik <p>Darüber hinaus sind folgende generellen Entwicklungstendenzen zu berücksichtigen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wachsender Bedarf zur Feststellung elektromagnetischer Verträglichkeiten • Wachsende Bedeutung von Rechnernetzen • Zunehmende interdisziplinäre Verknüpfungen (Maschinenbau, Informatik) • Zunehmende Profilbildung der Fachbereiche • Zunehmende Forschungsaktivitäten an Fachhochschulen 	Kap. 2.7

Lehre

Zahl der Studierenden	<p><i>Mit welcher Zahl von Studierenden ist zu rechnen?</i></p> <p>Die Zahl der Studierenden insgesamt hängt von folgenden Faktoren ab:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zahl der geplanten Studienplätze • Zahl der Studienanfänger • Studiendauer • Verlaufsquoten <p>Universitäten: ab 3. Semester 70 %, ab 5. Semester 50 % Studienanfänger FH: ab 3. Semester 80 %, ab 5. Semester 70 % Studienanfänger</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zahl der Absolventen <p>Universitäten: 50 % der Studienanfänger FH: 70 % der Studienanfänger</p>	Kap. 3.1
Studienstruktur	<p><i>Welche qualitative Struktur weist der Studiengang auf?</i></p> <p>Die Struktur eines Studienganges hängt von folgenden Faktoren ab:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen des Studienplans: Fächer, Zahl der SWS etc. • Studienorganisation: Gliederung des Studiums, Modularisierung etc. • Veranstaltungstypen: Vorlesung, Übung, Praktikum etc. • Abschlussart: Diplom, Bachelor, Master <p>Die Studienstruktur kann mit Hilfe von Studienstrukturmodellen in ihren wesentlichen Elementen beschrieben werden.</p>	Kap. 3.2 Kap. 3.2.6
Veranstaltungstypen	<p><i>Welche Arten von Lehrveranstaltungen sind anzubieten?</i></p> <p>Jede Art von Lehrveranstaltungen bringt besondere Ressourcenanforderungen mit sich:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung, Seminar, Übung: dominierende Veranstaltungsform in Hörsälen und Seminarräumen. • Laborpraktikum: Studierende der Elektrotechnik müssen sowohl im Grundstudium als auch im Hauptstudium Laborpraktika in separaten Praktikumsräumen absolvieren. Für diese Praktikumsräume ist eine an der Jahrgangsstärke und Belegungsdichte orientierte Zahl an Arbeitsplätzen zu planen. • Projektstudium: Projektbezogene Studienarbeiten in kleinen Gruppen gewinnen an Bedeutung und benötigen flexibel nutzbare Laborräume. • Abschlussarbeit: Abschlussarbeiten können sowohl innerhalb der Hochschule (Universität) als auch außerhalb in einem Unternehmen (Fachhochschule) absolviert werden. 	Kap. 3.2.4 Kap. 3.2.5
Entwicklungstendenzen	<p><i>Welche Entwicklungstendenzen zeichnen sich in der Lehre ab?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Steigende Nachfrage nach Themen der Informationstechnik • Ausdifferenzierung der Studiengänge • Mehr interdisziplinäre Lehrveranstaltungen • Mehr international ausgerichtete und modularisierte Studiengänge (Bachelor und Master) • Heterogene Studienlandschaft durch neue Abschlüsse • Vermittlung neuer Schlüsselqualifikationen (soft skills) 	Kap. 3.3

Organisation

Planungseinheiten	<p><i>Für welche organisatorischen Einheiten ist an Universitäten zu planen?</i></p> <p>An Universitäten sind die Forschungsgruppen der Hochschullehrer die zentrale Organisationseinheit.</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Forschungsgruppen sind danach zu unterscheiden, welchem Arbeitsprofil sie zuzuordnen sind und mit welchem entsprechenden Ressourcenbedarf zu rechnen ist. <p><i>Für welche Organisationseinheiten ist an Fachhochschulen zu planen?</i></p> <p>An Fachhochschulen sind die Lehrbereiche die zentrale Organisationseinheit. Diese Lehrbereiche können sowohl einzelnen Hochschullehrern zugeordnet sein als auch von mehreren Hochschullehrern abgedeckt werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Zuordnung der Lehrbereiche betrifft insbesondere die Zuordnung der Lehlabore, in denen die Studierenden praktische Studienanteile in der Hochschule absolvieren. Diese Lehlabore können sowohl einzelnen Hochschullehrern zugeordnet sein als auch anteilig von mehreren Hochschullehrern gemeinsam genutzt werden. <p><i>Welche Organisationseinheiten sind als gemeinsame Einrichtungen des Fachbereichs anzusehen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Gemeinsame Verwaltung Gemeinsam genutzte Lehrflächen Dienstleistungen/Infrastruktur (Bibliothek, Werkstatt etc.) 	<div>Kap. 4.1</div> <div>Kap. 6.1</div> <div>Kap. 6.3</div>
Infrastruktur	<p><i>Welche Infrastruktureinrichtungen werden benötigt?</i></p> <p>Das Fachgebiet Elektrotechnik benötigt technische Dienstleistungen, die je nach Versorgungskonzept durch eigene Einrichtungen oder durch Vergabe an private Firmen erbracht werden können:</p> <ul style="list-style-type: none"> Mechanikwerkstatt: Bau von Sonderanfertigungen für Prototypen durch eigenes Werkstattpersonal oder durch Außenvergabe Elektronik-Arbeiten werden sowohl vom Techniker, wissenschaftlichen Personal oder von studentischen Hilfskräften in einem kleinen Werkstattbereich ausgeführt. Leiterplatten-Fertigung: Eine Leiterplatten-Fertigung wird aufgrund der günstigen Bedingungen einer Vergabe an private Firmen in der Regel nicht mehr benötigt. Rechneradministration: Da die Arbeit am Rechner einen erheblichen Stellenwert einnimmt und deren Bedeutung weiter zunimmt, entsteht Bedarf an Betreuungsleistungen für die Rechnerausstattung und -vernetzung. Diese Arbeit kann entweder durch vorhandenes technisches Laborpersonal oder durch spezielle Mitarbeiter übernommen werden. <p><i>Wie wird die Versorgung mit technischen Infrastruktureinrichtungen organisiert?</i></p> <p>Es beginnen sich zunehmend zentralisierte Organisationsformen durchzusetzen, bei denen die technische Infrastruktur von allen Forschungsgruppen bzw. Lehrbereichen gemeinsam genutzt wird.</p>	<div>Kap. 2.6</div> <div>Kap. 6.2</div> <div>Kap. 6.4</div>

Personal

Personal- struktur	<p><i>Welche Gruppen von Beschäftigten sind zu unterscheiden?</i></p> <p>Die Personalstruktur ist danach aufzuschlüsseln, ob es sich um wissenschaftliche oder nicht wissenschaftliche Mitarbeiter handelt und ob die Beschäftigten einer Forschungsgruppe bzw. einem Lehrbereich oder dem gesamten Fachbereich zuzuordnen sind.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forschungsgruppe: Auf der Ebene der Forschungsgruppe an Universitäten ist als Leitung ein Hochschullehrer eingesetzt, unterstützt durch ein Sekretariat. Der eigentliche Forschungsstab setzt sich vor allem aus Doktoranden und Diplomanden zusammen, unterstützt durch wissenschaftliche Hilfskräfte. Hinzu können verschiedene technische Mitarbeiter kommen, deren Bedarf je nach Forschungsschwerpunkt zu prüfen ist. • Lehrbereich: Ein Lehrbereich an einer Fachhochschule besteht im wesentlichen aus dem jeweils zuständigen Hochschullehrer. Laboringenieure sind in der Regel auf experimentelle Lehrbereiche beschränkt bzw. übergreifend für mehrere Lehrbereiche zuständig. • Fachbereich: Für die Verwaltung des Fachbereichs werden vor allem ein Dekanatssekretariat und zukünftig vermehrt Geschäftsführer eingesetzt. Hinzu kommen je nach Bedarf verschiedene technische Dienstleistungen, die nach Möglichkeit zentral zu organisieren sind. 	<div>Kap. 4.2</div>
Personal- ausstattung	<p><i>Mit welcher Personalausstattung ist in den Forschungsgruppen bzw. Lehrbereichen und Fachbereichen zu rechnen?</i></p> <p>Die absolute Personalausstattung wird in den kommenden Jahren sicherlich deutlichen Veränderungen unterliegen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hochschullehrer: Die Zahl der Hochschullehrer wird derzeit in fast allen Fachbereichen reduziert. • Wissenschaftliche Mitarbeiter: Hierbei handelt es sich fast ausschließlich um Doktoranden. Deren Zahl wird als Folge der gesunkenen Studienanfänger-Zahlen in den kommenden Jahren weiter sinken. • Nicht wissenschaftliches Personal: Beim technischen Personal ist in den kommenden Jahren mit einem weiteren Stellenabbau zu rechnen. 	<div>Kap. 4.3</div>
Personal- Modelle	<p><i>Wie viele Hochschullehrer werden benötigt?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufgrund der Anforderungen der Studienpläne sollte die Zahl der Hochschullehrer nicht unter 9 liegen <p><i>Mit wie vielen wissenschaftlichen Mitarbeitern ist pro Hochschullehrer zu rechnen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Die wissenschaftlichen Mitarbeiter (Doktoranden) rekrutieren sich überwiegend aus den jeweils eigenen Absolventen. In den Personal-Modellannahmen wird für Universitäten von 3 Haushaltsstellen pro Hochschullehrer ausgegangen. Die übrigen Doktoranden werden über Drittmittel finanziert. An Fachhochschulen ist mit einer leichten Zunahme an wissenschaftlichen Mitarbeiter zu rechnen. <p><i>Wie viele nicht wissenschaftliche Mitarbeiter pro Hochschullehrer sind anzusetzen?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pro Forschungsgruppe ist davon auszugehen, dass ein Techniker oder Laborant benötigt wird. An den Fachhochschulen wird in den Modellannahmen jeweils 1 Laboringenieur für zwei Hochschullehrer angesetzt. 	<div>Kap. 4.4</div>

Flächen- und Raumplanung

Nutzungs- bereiche	<p><i>Welche Nutzungsbereiche sind in der Elektrotechnik zu unterscheiden?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bürobereich: Neben den Arbeitsräumen für Professoren, wissenschaftliche und nicht wissenschaftliche Mitarbeiter sowie Studierende in den Forschungsgruppen gehören auch die Sekretariate und die büroartig genutzten Räume wie Besprechungsräume etc. zum Bürobereich. • Labore, Versuchshalle: In der Elektrotechnik werden vor allem verschiedene Laborarten (Elektroniklabor, Technologisches Labor, chemisch-technisches Labor, EDV-Labor, physikalischer Messraum etc.) benötigt. Versuchshallen und Schwerlabore sind nur bei speziellen Forschungsschwerpunkten erforderlich, die großmaßstäblich arbeiten. Auch an Fachhochschulen nimmt die Bedeutung von Forschungslaboren zu. • Dienstleistungen: Hierzu gehören vor allem Werkstatträume, Bibliothek und Räume für EDV-Infrastruktur und Vervielfältigung (Drucker, Scanner, Kopierer). • Lager: Verschiedene Lagerräume sind in der Regel bei allen Planungseinheiten zu berücksichtigen. Besonderer Bedarf entsteht bei experimentellen Bereichen sowie bei Werkstätten. • Lehre: Hierzu gehören vor allem Hörsäle und Seminarräume sowie spezielle Praktikums- und Rechnerräume für Studierende (Studierenden-L-labor). Zunehmende Bedeutung erlangen Gruppenräume für Projektarbeit sowie kleinere Seminarräume anstelle großer Hörsäle. An Universitäten findet ein Teil der Praktika in den Laboren der Forschungsgruppen statt. An Fachhochschulen sind die Labore in der Regel als Lehlabore ausgestattet. • Sozialräume 	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">Kap. 5.1</div>
Raum- anforderungen	<p><i>Welchen Bedarf an Arbeitsplätzen hat die Elektrotechnik?</i></p> <p>Es werden unterschiedliche büroartige und experimentelle Arbeitsplätze benötigt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die festen Arbeitsplätze der Wissenschaftler befinden sich im Bürobereich. • Die experimentellen Arbeitsplätze der Wissenschaftler sind in der Regel wechselnde Arbeitsplätze, da nach Bedarf an unterschiedlichen Geräten und Versuchsständen gearbeitet wird. <p><i>Wie entwickeln sich die Anforderungen an die Raumarten?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bürobereich: Die Anforderungen an die technische Vernetzung von Büros steigen. An Fachhochschulen werden zunehmend Einzelbüros für die Hochschullehrer eingerichtet. • Laborbereich: Der Bedarf an elektrotechnischen Laboren für experimentelles Arbeiten könnte aufgrund der zunehmenden Bedeutung von Programmierarbeit und Rechnersimulationen zugunsten von Rechner-Arbeitsplätzen zurück gehen. Trotzdem werden experimentelle Labore und Versuchshallen weiterhin eine wichtige Rolle spielen. • Lehre: Aufgrund neuer Lehrformen wird der Bedarf an großen Hörsälen zugunsten von Seminarräumen und Projekträumen sinken. Lehlabore an Fachhochschulen werden zunehmend für Forschungsarbeiten herangezogen, evtl. empfiehlt sich eine Trennung von Lehr- und Forschungsflächen. 	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">Kap. 5.2</div>

Bedarfsmodelle

Arbeitsprofile	<p><i>Welchen Flächenbedarf weisen die Forschungsgruppen an Universitäten bzw. die Lehrbereiche an Fachhochschulen auf?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Forschungsgruppen: Für die Forschungsgruppen wurden beispielhafte Raumprogramme aufgestellt, die an die jeweiligen Forschungsschwerpunkte angepasst sind. Diese Modelle umfassen Räume und Flächen, die unmittelbar einer Forschungsgruppe zugeordnet sind. Der absolute Flächenbedarf schwankt zwischen 954 m² HNF und 356 m² HNF. • Lehrbereiche: Für die Lehrbereiche wurden beispielhafte Raumprogramme aufgestellt, die deren Bedarf illustrieren sollen. Je nach Ausrichtung eines Lehrbereichs werden zwischen 396 m² HNF und 136 m² HNF benötigt. Es gibt allerdings auch Lehrbereiche, bei denen lediglich ein Büroarbeitsplatz für einen Hochschullehrer benötigt wird, da ausschließlich theoretische Grundlagen unterrichtet werden. 	<div>Kap. 6.1</div> <div>Kap. 6.3</div>
Fachbereichs-Modelle	<p><i>Welche zusätzlichen Flächen werden außer den Forschungsgruppen und Lehrbereichen benötigt?</i></p> <p>An Universitäten sind vor allem folgende gemeinsam genutzten Flächen zu berücksichtigen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zentrale Fachbereichsverwaltung • Dienstleistungen (Werkstatt, Bibliothek, Server etc.) • Lehre (Anteile an Hörsälen und Seminarräumen, Rechnerpools, Praktikumsräume für Grundstudium und Fortgeschrittene) <p>An Fachhochschulen sind vor allem folgende gemeinsam genutzten Flächen zu berücksichtigen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zentrale Fachbereichsverwaltung • Dienstleistungen (Werkstatt, Bibliotheksanteile, EDV-Infrastruktur) • Lehre (Anteile an Hörsälen und Seminarräumen, Rechnerpool, evtl. Physikpraktikum) <p><i>Welcher Flächenbedarf pro Wissenschaftler bzw. pro Studienplatz ergibt sich?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Universität: pro Studienplatz 11 bis 15 m², in extremen Fällen bis 17 m² HNF; pro Wissenschaftler (haushaltsfinanziert) Forschungsfläche 94 bis 129 m² HNF je nach Forschungsschwerpunkt • Fachhochschule: pro Studienplatz 11 bis 13 m², in extremen Fällen bis 15 m² HNF; pro Wissenschaftler (haushaltsfinanziert) Forschungsfläche 34 bis 42 m² HNF je nach Schwerpunktsetzung <p><i>Welche Baukosten entstehen?</i></p> <p>Die Gebäudekosten für Elektrotechnik liegen bei Universitäten und Fachhochschulen bei rund 6.280 DM/m² HNF (Preisstand 2/2000). Bei ausgeprägten Schwerpunkten im Bereich der Informationstechnik und Mikroelektronik können aufgrund der qualitativ hochwertigen Flächen (z.B. Reinräume) Kosten bis 6.800 DM/m² HNF entstehen.</p>	<div>Kap. 6.1</div> <div>Kap. 6.3</div> <div>Kap. 6.5</div> <div>Kap. 6.5</div> <div>Kap. 6.6</div>

HIS-Erhebungsbogen Elektrotechnik an Universitäten und Fachhochschulen

Im Rahmen des HIS-Projekts "Planungsmaterialien Elektrotechnik an Universitäten und Fachhochschulen" sollen wichtige Basisdaten von allen einschlägigen Hochschulen der Bundesrepublik zusammengestellt werden. Wir bitten Sie deshalb, den folgenden Fragebogen auszufüllen und bis zum 15. Januar 2000 an HIS zurückzusenden. Bei Fragen zur Beantwortung wenden Sie sich bitte an den zuständigen HIS-Mitarbeiter:

Tim Frerichs, Tel.: 0511 / 1220-276, E-Mail: frerichs@his.de

Hochschule:

Fachbereich/ Fakultät:

Studierende:	Studiengang	Anfänger (1. Fachsemester)		Studierende (gesamt)			Absolventen		
		Dipl.	Sonst.	Dipl.	Dokt.	Sonst.	Dipl.	Dokt.	Sonst.

- Als Studierende gelten alle immatrikulierten Personen ohne Beurlaubte und Gasthörer
- Studienanfänger im SS 1999 und WS 1999/2000 (Summe)
- Studierende im Wintersemester 1999/2000
- Absolventen im WS 1998/99 und SS 1999 (Summe)
- "Sonstige" Studienabschlüsse in der Spalte "Studiengang" eintragen

Personal:

	Haushalt	
	Stellen	Personen
Professoren C4		
Professoren C3/C2		
Wissenschaftliche Mitarb. (Dauerstellen)		
Wissenschaftliche Mitarb. (Zeitstellen)		
Laboringenieure		
Nicht-wiss. Mitarbeiter (tech. Aufgaben)		
Nicht-wiss. Mitarbeiter (Verwaltungsaufgaben)		
Sonstige (bitte präzisieren)		
.....		

Drittmittel	
Stellen	Personen

- Für "Drittmittel-Stellen" ggf. Umrechnung in Stellenäquivalente

Flächenausstattung:

Gesamtfläche des Fachbereichs
(m² HNF, unbewertet)

Bauliche Änderungen:

Sind größere Baumaßnahmen seit 1995 durchgeführt worden oder für die Zukunft geplant (z.B. Neubau, Sanierung)?

Jahr	Bauliche Änderung (Kosten über 5 Mio. DM)	m ² HNF	Kosten

Organisatorische Änderungen:

Sind organisatorische Änderungen seit 1995 durchgeführt worden bzw. geplant (z.B. Zusammenlegung von Fachbereichen, Reorganisation der Werkstattversorgung, Bildung von Instituten) ?

Bearbeiter des Fragebogens
(Name, Institution,
Telefon, Datum)

Bitte zurücksenden an:

**HIS GmbH, z.Hd. Herrn Frerichs, Goseriede 9, 30159 Hannover
Fax: 0511 / 1220-250**

Berechnung der anteiligen Flächen für Hörsäle und Seminarräume**Universität - Fachbereichsmodelle 1 - 4*****Annahmen**

Studienplätze: 1081

Verbleibequoten:		%	Studienplätze
	1. Semester	100	338
	3. Semester	70	236
	5. Semester	50	169
	7. Semester	50	169
	9. Semester	50	169
			1081

Grundstudium: (Pflichtfächer und Wahlpflichtfächer)	30 SWS Vorlesung 20 SWS Übung/Seminar 50 SWS insgesamt	Hauptstudium: (Pflichtfächer und Wahlpflichtfächer)	20 SWS Vorlesung (10 Pflicht) 42 SWS Übung/Sem.(8 Pflicht) 62 SWS insgesamt
---	--	---	---

Berechnung

Studienplätze	S	574 (im Grundstudium: 4 Sem)	507 (im Hauptstudium: 5 Sem.)
Zeitbudget für V/Ü/S in Hörs.	ZB	10 SWS	2 SWS
Zeitbudget für V/Ü/S in Sem.		2,5 SWS	10,4 SWS
zeitliche Ausnutzung Hörs.	AZ	40 h/w	40 h/w
zeitliche Ausnutzung Sem.		35 h/w	35 h/w
platzmäßige Ausnutzung	AR	0,7 Pers/Platz	0,7 Pers/Platz

Platzfaktor Hörsäle	PF	0,36	0,07 [PF=ZB / (AZ * AR)]
Platzfaktor Seminarräume	PF	0,10	0,42

Platzzahl in Hörsälen	P	205	36 [P = PF * S]
Platzzahl in Seminarräumen	P	59	215

Flächen in Lehrräumen (F)	FF 1 Platz im Hörsaal	1,1 m ²	265,3 m ² [F = FF*P]
	FF 1 Platz im Seminarraum	2,0 m ²	548,4 m ²
	Summe		813,8 m ²

Fläche pro Studienplatz **814 m² Fläche / 1081 Studienplätze = 0,75 m²/Studienplatz**

* Beispielhaft für das Fachbereichsmodell 2 gerechnet. Bei kleineren wie größeren Studienplatzzahlen (vgl. Kap. 4.4.2, Abb. 38) bleibt dieser Flächenfaktor unter den gegebenen Rahmendingungen gleich.

Berechnung anteiliger Flächen für Hörsäle und Seminarräume

Fachhochschule - Fachbereichsmodell 1

Annahmen

Studienplätze: 203

Verbleibequoten:		%	Studienplätze
	1. Semester	100	63
	3. Semester	80	51
	5. Semester	70	44
	7. Semester	70	44
			202

Grundstudium: (Pflichtfächer und Wahlpflichtfächer)	40 SWS Vorlesung 40 SWS Übung/Seminar 80 SWS insgesamt	Hauptstudium:	20 SWS Vorlesung 16 SWS Übung/Sem. 36 SWS insgesamt
---	--	---------------	---

Berechnung

Studienplätze	S	114 (im Grundstudium: 4 Sem.)	88 (im Hauptstudium: 3 Sem.)
Zeitbudget für V/Ü/S in Hörs.	ZB	10 SWS	0 SWS
Zeitbudget für V/Ü/S in Sem.		10 SWS	12 SWS
zeitliche Ausnutzung Hörs.	AZ	40 h/w	40 h/w
zeitliche Ausnutzung Sem.		35 h/w	35 h/w
platzmäßige Ausnutzung	AR	0,7 Pers/Platz	0,7 Pers/Platz

Platzfaktor Hörsäle	PF	0,36	0,00 [PF=ZB / (AZ * AR)]
Platzfaktor Seminarräume	PF	0,41	0,49

Platzzahl in Hörsälen	P	41	0 [P = PF * S]
Platzzahl in Seminarräumen	P	47	43

Flächen in Lehrräumen (F)	FF 1 Platz im Hörsaal	1,1 m ²	45,1 m ² [F = FF*P]
	FF 1 Platz im Seminarraum	2,0 m ²	180,2 m ²
	Summe		225 m ²

Fläche pro Studienplatz **225 m² Fläche / 203 Studienplätze = 1,11 m²/Studienplatz**

Berechnung anteiliger Flächen für Hörsäle und Seminarräume**Fachhochschule - Fachbereichsmodelle 2 - 4*****Annahmen**

Studienplätze: 419

		%	Studienplätze
Verbleibequoten:	1. Semester	100	131
	3. Semester	80	105
	5. Semester	70	92
	7. Semester	70	92
			420

Grundstudium: (Pflichtfächer und Wahlpflichtfächer)	40 SWS Vorlesung 40 SWS Übung/Seminar	Hauptstudium:	20 SWS Vorlesung, (15 Pflicht) 16 SWS Übung/Sem. (10 Pflicht)
	80 SWS insgesamt		36 SWS insgesamt

Berechnung

Studienplätze	S	236 (im Grundstudium: 4 Sem.)	184 (im Hauptstudium: 3 Sem.)
Zeitbudget für V/Ü/S in Hörs.	ZB	15 SWS	3,3 SWS
Zeitbudget für V/Ü/S in Sem.		5 SWS	8,7 SWS
zeitliche Ausnutzung Hörs.	AZ	40 h/w	40 h/w
zeitliche Ausnutzung Sem.		35 h/w	35 h/w
platzmäßige Ausnutzung	AR	0,7 Pers/Platz	0,7 Pers/Platz

Platzfaktor Hörsäle	PF	0,54	0,12 [PF=ZB / (AZ * AR)]
Platzfaktor Seminarräume	PF	0,20	0,35

Platzzahl in Hörsälen	P	126	22 [P = PF * S]
Platzzahl in Seminarräumen	P	48	65

Flächen in Lehrräumen (F)	FF 1 Platz im Hörsaal	1,1 m ²	162,7 m ² [F = FF*P]
	FF 1 Platz im Seminarraum	2,0 m ²	226,2 m ²
	Summe		389 m ²

Fläche pro Studienplatz **389 m² Fläche / 419 Studienplätze = 0,93 m²/Studienplatz**

* Beispielhaft für das Fachbereichsmodell 2 gerechnet. Auch bei größeren Studienplatzzahlen (vgl. Kap. 4.4.4, Abb. 41) bleibt dieser Flächenfaktor unter den gegebenen Rahmendingungen gleich.

Berechnung der anteiligen Flächen für Hörsäle und Seminarräume - Lehrimporte**Universität - Fachbereichsmodelle 1 - 4*****Annahmen**

Studienplätze: 1081

Verbleibequoten:		%	Studienplätze
	1. Semester	100	338
	3. Semester	70	236
	5. Semester	50	169
	7. Semester	50	169
	9. Semester	50	169
			1081

Grundstudium:	15 SWS Vorlesung	Hauptstudium:	8 SWS Vorlesung
(Pflichtfächer und	13 SWS Übung/Seminar	(Pflichtfächer und	2 SWS Übung/Sem.
Wahlpflichtfächer)	2 SWS Praktikum	Wahlpflichtfächer)	0 SWS Praktikum
	30 SWS insgesamt		10 SWS insgesamt

Berechnung

Studienplätze	S	574 (im Grundstudium: 4 Sem.)	507 (im Hauptstudium: 5 Sem.)
Zeitbudget für V/Ü/S in Hörs.	ZB	5,4 SWS	0,8 SWS
Zeitbudget für V/Ü/S in Sem.		1,6 SWS	1,2 SWS
Zeitbudget für Praktika		0,5 SWS	0 SWS
zeitliche Ausnutzung Hörs.	AZ	40 h/w	40 h/w
zeitliche Ausnutzung Sem.		35 h/w	35 h/w
zeitliche Ausnutzung Praktika		40 h/w	40 h/w
platzmäßige Ausnutzung	AR	0,7 Pers/Platz	0,7 Pers/Platz

Platzfaktor Hörsäle	PF	0,19	0,03 [PF=ZB / (AZ * AR)]
Platzfaktor Seminarräume	PF	0,07	0,05
Platzfaktor Praktikumsräume	PF	0,02	0,00

Platzzahl in Hörsälen	P	110	14 [P = PF * S]
Platzzahl in Seminarräumen	P	38	25
Platzzahl in Praktikumsräumen		10	0

Flächen in Lehrräumen	FF 1 Platz im Hörsaal	1,1 m ²	137 m ² [F = FF*P]
	FF 1 Platz im Seminarraum	2,0 m ²	126 m ²
	FF 1 Platz im Praktikumsraum	4,8 m ^{2**}	47,5 m ²
	Summe		310 m ²

Fläche pro Studienplatz **310 m² Fläche /** **1081 Studienplätze =** **0,29 m²/Studienplatz**

* Beispielhaft für das Fachbereichsmodell 2 gerechnet. Bei kleiner wie größeren Studienplatzzahlen (vgl. Kap. 4.4.2, Abb. 39) bleibt dieser Flächenfaktor unter den gegebenen Rahmendingungen konstant, da die anteilige Aufteilung der Lehrimporte in Vorlesungen, begleitende Übungen und Praktika gleich bleibt.

** Mittelwert für Labor- und Rechnerpraktika

Berechnung der anteiligen Flächen für Hörsäle und Seminarräume - Lehrimporte Fachhochschule - Fachbereichsmodelle 1 - 4*

Annahmen

Studienplätze: 419

Verbleibequoten:		%	Studienplätze
	1. Semester	100	131
	3. Semester	80	105
	5. Semester	70	92
	7. Semester	70	92
			420

Grundstudium:	0 SWS Vorlesung	Hauptstudium:	0 SWS Vorlesung, (15 Pflicht)
(Pflichtfächer und	0 SWS Übung/Seminar		2 SWS Übung/Sem. (10 Pflicht)
Wahlpflichtfächer)	0 SWS Praktikum		0 SWS Praktikum
	0 SWS insgesamt		2 SWS insgesamt

Berechnung

Studienplätze	S	236 (im Grundstudium)	184 (im Hauptstudium)
Zeitbudget für V/Ü/S in Hörs.	ZB	0 SWS	0 SWS
Zeitbudget für V/Ü/S in Sem.		0 SWS	0,5 SWS
Zeitbudget für Praktika		0 SWS	0 SWS
zeitliche Ausnutzung Hörs.	AZ	40 h/w	40 h/w
zeitliche Ausnutzung Sem.		35 h/w	35 h/w
zeitliche Ausnutzung Praktikum		40 h/w	40 h/w
platzmäßige Ausnutzung	AR	0,7 Pers/Platz	0,7 Pers/Platz

Platzfaktor Hörsäle	PF	0,00	0,00 [PF=ZB / (AZ * AR)]
Platzfaktor Seminarräume	PF	0,00	0,02
Platzfaktor Seminarräume	PF	0,00	0,00
Platzzahl in Hörsälen	P	0	0 [P = PF * S]
Platzzahl in Seminarräumen	P	0	4
Platzzahl in Praktikumsräumen	P	0	0

Flächen in Lehrräumen	FF 1 Platz im Hörsaal	1,1 m ²	0 m ² [F = FF*P]
	FF 1 Platz im Seminarraum	2,0 m ²	7,51 m ²
	FF 1 Platz im Praktikum	4,8 m ² **	0 m ²
	Summe		7,5 m ²

Fläche pro Studienplatz **8 m² Fläche / 419 Studienplätze = 0,02 m²/Studienplatz**

* Beispielhaft für das Fachbereichsmodell 2 gerechnet. Bei kleiner wie größeren Studienplatzzahlen (vgl. Kap. 4.4.4, Abb. 41) bleibt dieser Flächenfaktor unter den gegebenen Rahmendingungen konstant, da die anteilige Aufteilung der Lehrimporte in Vorlesungen, begleitende Übungen und Praktika gleich bleibt.

** Mittelwert für Labor- und Rechnerpraktika

Literaturverzeichnis

- Arbeitsgruppe Bedarfsbemessung wissenschaftlicher Hochschulen im Finanzministerium Baden-Württemberg und Zentralarchiv für Hochschulbau Stuttgart (Hrsg.): Bedarfsbemessung in den Ingenieurwissenschaften. Ergebnisbericht über die Arbeit im Fachbereich Elektrotechnik. Beiträge zur Bedarfsbemessung wissenschaftlicher Hochschulen 22 E. Stuttgart 1969.
- Böge, W. (Hrsg.): Vieweg Handbuch Elektrotechnik. Braunschweig / Wiesbaden 1998.
- Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung; Bundesanstalt für Arbeit (Hrsg.): Studien- und Berufswahl 1999/2000. Bad Honnef 1999.
- Bundesanstalt für Arbeit (Hrsg.): Materialien aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. Sonderreihe "Akademiker/innen - Studium und Arbeitsmarkt". Heft 1.1/1998, Ingenieurwissenschaften. Nürnberg 1998.
- Czichos, H.; Akademischer Verein Hütte e. V. (Hrsg.): Hütte: Die Grundlagen der Ingenieurwissenschaften. 30. Aufl. Berlin 1996.
- DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.): Bau- und Nutzungsplanung von wissenschaftlichen Bibliotheken. 2. Auflage 1998.
- Fern-Universität Hagen, Fachbereich Elektrotechnik: Anlagen zum künftigen Profil in Forschung und Lehre, Stand 26. Juli 1999. Hagen 1999.
- Friedrich, H. R.: Forschung und Entwicklung an Fachhochschulen. Nutzungspotential für kleinere und mittelständische Unternehmen. in: hlb Die neue Hochschule 3/99
- Gerken, H.; Lange, U.; Thauer, T.; Weidner-Russell, B.: Nutzungs- und Kostenflächenarten-Profile im Hochschulbereich. HIS Hochschulplanung Band 123. Hannover 1997.
- GMM VDE/VDI-Gesellschaft Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik: Positionspapier. Die Bedeutung der Mikrotechnologie und Mikroelektronik für den Wirtschaftsraum Hessen. Darmstadt 1999
- Haase, K.; Senf, M.: Materialien zur Hörsaalplanung. HIS Hochschulplanung Band 111. Hannover 1995.
- Hernaut, K.: Langzeitprognose des Akademikerbedarfes in der Elektroindustrie am Beispiel der Siemens AG. Vortragsmanuskript. München 1998.
- HIS Hochschul-Informationen-System (Hrsg.): Ingenieurstudium. Daten, Fakten, Meinungen. Materialien zur Konferenz "Innovative Ingenieurausbildung". Hannover 1998.
- Hochschulrektorenkonferenz (Hrsg.): Profilbildung der Hochschulen II. Elektrotechnik, Informatik, Maschinenbau. Dokumente zur Hochschulreform 89/1994.
- Hochschulrektorenkonferenz: Zur Forschung an Fachhochschulen. EntschlieÙung des 183. Plenums vom 10. November 1997.

- Hochschulrektorenkonferenz (Hrsg.): Zukunft der Ingenieurausbildung an Fachhochschulen. Beiträge zur Hochschulpolitik 2/1999. Bonn 1999.
- Holtkamp, R.: Forschung an Fachhochschulen. Ergebnisse einer empirischen Untersuchung. HIS Kurzinformation A2/95. Hannover 1995
- Informationsdienst Wissenschaft: Studienangebote deutscher Hochschulen im Wintersemester 2000 / 2001. Mitteilung vom 24.05.2000.
- König, H.; Kreuter, H.: Büroräume / Büroarbeitsplätze in Hochschulen. HIS Hochschulplanung Band 124. Hannover 1997.
- Kultusministerkonferenz (Hrsg.): Rahmenordnung für die Diplomprüfung im Studiengang Elektrotechnik an Universitäten und gleichgestellten Hochschulen. Bonn 1991.
- Kultusministerkonferenz (Hrsg.): Rahmenordnung für die Diplomprüfung im Studiengang Elektrotechnik an Fachhochschulen. Bonn 1999.
- Kultusministerkonferenz: Einführung eines Akkreditierungsverfahrens für Bachelor-/Bakkalaureus- und Master-/Magisterstudiengänge. Beschlüsse vom 03.12.1998 und 05.03.1999.
- Leichs-Knapp, S.: Virtuelles Labor. in: Deutsche Universitäts-Zeitung (DUZ) 1-2/2000
- Linden, B.: Der Gesellenbrief ergänzt das Diplomzeugnis. in: General-Anzeiger vom 6./7.5. 2000. Bonn.
- Neef, W.; Pelz, T. (Hrsg.): Ingenieurinnen und Ingenieure für die Zukunft. Berlin 1997.
- Neufert, E.: Bauentwurfslehre. 33. Aufl. Braunschweig / Wiesbaden 1992.
- Planungsausschuss für den Hochschulbau (Hrsg.): 29. Rahmenplan für den Hochschulbau nach dem Hochschulbauförderungsgesetz (2000 - 2003). Berlin 1999.
- Renkes, V.: Softwarewissen ist Trumpf. in: Young Professional 03/99
- Ruys, T. (ed.): Handbook of Facilities Planning, Vol. 1. Laboratory Facilities. New York 1990.
- RWTH Aachen (Hrsg.): Nanotechnologie. Das feine Kleine. RWTH-Themen 1/99. Aachen 1999.
- Sand, T.: Bauliche Anforderungen und Auswirkungen bei verstärktem Medieneinsatz an Hochschulen - Szenarien. HIS Hochschulplanung 126. Hannover 1997.
- Schnitzer, K.: Bachelor- und Masterstudiengänge im Ausland. HIS-Kurzinformation A3/98. Hannover 1998.
- Schwarz, H. (Hrsg.): Megavolts in Cottbus. Essen 1999.
- Staatliches Bauamt Duisburg (Hrsg.): Der Neubau des Zentrums für Halbleitertechnik und Optoelektronik. Duisburg 1999.

- Verband der Elektrotechnik Elektronik und Informationstechnik e.V (VDI): VDE-Studie 2000: Ingenieure der Elektrotechnik und Informationstechnik - Beruf, Arbeitsmarkt, Ausbildung; Frankfurt am Main 2000.
- Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.): Ingenieur - Berufsbild im Wandel. fazit Dezember 1997.
- Vogel, B.; Scholz, W.: Wissenschaftliche Werkstätten an Hochschulen. HIS Hochschulplanung Band 121. Hannover 1997.
- Vogel, B.; Holzkamm, I.: Chemie und Biowissenschaften an Universitäten. HIS Hochschulplanung Band 131. Hannover 1998.
- Vogel, B.; Frerichs, T.: Maschinenbau an Universitäten und Fachhochschulen. HIS Hochschulplanung 137. Hannover 1999.
- Wissenschaftsrat (Hrsg.): Empfehlungen für die Planung des Personalbedarfs an Universitäten. Köln 1990.
- Wissenschaftszentrum Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Mikrosystem- und Nanotechnologie. Das Magazin, 10. Jahrgang 1999, Ausgabe 1. Düsseldorf 1999.
- Zentralarchiv für Hochschulbau (Hrsg.): Handbuch der baubezogenen Bedarfsplanung. Stuttgart 1974.
- Zentralstelle für Bedarfsbemessung und Wirtschaftliches Bauen (ZBWB): Richtlinien für die Baukostenplanung. Freiburg 1998.
- Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI) e. V.; Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V. (VDMA) (Hrsg.): Internationalisierung der Ingenieurausbildung - Die neue Herausforderung für Hochschulen in Deutschland. Frankfurt 1997.
- Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI) e. V. (Hrsg.): Umbruch mit Chancen. Thesen zur Zukunft der Elektroindustriellen Produktion. Frankfurt 1997.
- o. Autor: Elektrotechnik. Feste Eckwerte. Deutsche Universitäts-Zeitung (DUZ) 22/1999

Stichwortverzeichnis

Aktuelle Daten	4, 9, 11, 14, 18, 20, 22	Forschungsgruppe	73
Absolventen	45	Forschungsschwerpunkte (Tendenzen).....	40
An-Institut.....	88	Frauen in der Elektrotechnik	13
Arbeitsabläufe	36	Funktionale Arbeitsabläufe.....	36
Arbeitsbereiche	28	Gebäudekosten	145
Arbeitsmarkt.....	1, 47	Geschäftsführung	75
Arbeitsprofile	37, 107, 114	Grundlagenfächer.....	26
Arbeitsprofil-Modelle (Universität)	108	Halbleiter	30
Arbeitsweisen	32, 150	Hochspannungstechnik	28
Archiv	103	Hörsaal	101
Automatisierungstechnik.....	28	Industriepraktikum	51
Bachelor	13, 57, 70	Informationstechnik	29, 40, 69
Baukosten.....	145	Institut.....	73
Bedarfsmodelle	155	Integration neuer Studienabschlüsse.....	55
Bedarfsplanung.....	3	Interdisziplinarität	2, 26, 41, 59, 69
Besprechungsraum.....	94	Internationalisierung	59, 69
Bibliotheken	75, 77, 102, 115	Kapazitätsberechnung	83, 87
Bürobereich	93, 115	Klassen.....	142
Büroräume	105	Kommunikationstechnik	29, 40
Checkliste	149	Kopierraum	102
Chemikalienlager	103	Kostenflächenarten	145
Chemisch-technisches Labor	95	Laborbereich	94
Curricular-Norm-Wert (CNW)	82, 83	Laboringenieure	77
Datengrundlage	9	Labormaßstab	34, 35
Dauerstellen.....	78, 81, 83	Laborpraktikum.....	63
Dekanat.....	75, 77	Lagerbereich	94, 103
Dienstleistungen	38, 102	Lehrbereich	75, 101, 115, 123, 131
Dienstleistungsbereich.....	102, 115, 131	Lehrbereichs-Modelle (Fachhochschule)	131
Diplomanden.....	13, 56, 76, 78, 94, 108	Lehrbereichsprofile.....	123
Diplomarbeit.....	62	Lehrdeputat	82, 84
Doktoranden	79	Lehre	1, 43, 69, 151
Drittmittel.....	21, 81, 108	Lehrimport	83
Drittmittel-Beschäftigte.....	81, 108	Lehrkapazität.....	82
EDV-Raum.....	101	Leistungselektronik.....	28
EDV-Versorgung.....	93, 95, 101	Master	13, 57, 70
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	31, 41	Mathematisch-naturwiss. Grundlagenfächer	50
Elektronikwerkstatt.....	102, 105	Mechanikwerkstatt.....	102
Elektrotechnik	1	Mechatronik.....	31
Elektroniklabor	95	Medienversorgung.....	101
Energietechnik, Elektrische	28, 40	Medientechnik	40
Energietechnik, Großmaßstäbliche	34, 37	Medizintechnik.....	31
Entwicklung Studierendenzahl	1, 13, 43	Messraum.....	95
Erhebungsergebnisse	9	Messgerätelager.....	103
Fachbereich	10, 72, 74	Mikroelektronik	30, 41
Fachbereichsmodelle (Fachhochschule)	131	Mikrosystemtechnik.....	29
Fachbereichsmodelle (Universität)	115	Mindestausstattung Hochschullehrer	80, 84
Fahrzeug- u. Verkehrstechnik	31	Miniaturisierung	30, 41
Flächenansatz	139	Modularisierung.....	58, 70
Flächenbestand	17	Nanotechnologie	30, 41
Flächeneempfehlungen	93	Netzadministration.....	40
Flächenfaktoren	93	Nicht-technische Fächer	50
Flächenrelationen	23, 142	Nutzungsbereiche	90
Forschung.....	1, 25, 150	Nutzungsprofil	140
Forschung an Fachhochschulen	123, 145	Optoelektronik	30

Organisation, Entwicklungstendenzen	88	Studienplatzzahl	82, 86
Organisationsstrukturen.....	72, 152	Studienplatz-Faktoren (Fläche).....	139
Outsourcing, Werkstattleistungen.....	39	Studienpläne	50
PC-Arbeitsplatz	93, 101, 116	Studierende gesamt	13
PC-Pool.....	101, 116	Studierenden-Labor	96, 108
Personal.....	15, 88	Studierendenrelationen	23
Personalrelationen.....	23	Studienstrukturmodell	66
Personalbestand	78	Struktur des Berichtes	7
Personalmodelle Fachhochschule.....	85	Strukturprofile	32
Personalmodelle Universität.....	81	Systematik der Elektrotechnik.....	26, 27, 150
Personalstruktur.....	75	Technikakzeptanz	47
Physikalisch-chemisch-techn. Arbeitsweise	35	Techniker.....	76, 77
Physikalisch-technische Arbeitsweise	34	Technische Dienstleistungen	38
Physikalisch-technischer Praktikumsraum	101	Technische Grundlagenfächer	50
Praktikum	63, 70	Technische Vertiefungsfächer.....	50
Praktikumsplatz	63	Technologisches Labor	95
Produktionsmaßstab.....	34	Teilflächenwerte	141
Produktionstechnik, Großmaßstäbliche.....	34, 37	Übersicht Fachhochschulen	6
Produktorientierte Fächer	26	Übersicht Universitäten	5
Professor	75, 76	Übung.....	60
Profil, Gemischtes.....	139	Veranstaltungstypen	60
Profilbildung	139	Verlaufsquoten	46
Projektstudium	61	Vernetzung	105
Raumanforderungen.....	93	Versuchshalle	99, 105
Raumarten	93	Verteilungsprofil Hochschullehrer	33
Raumgrößen.....	92, 103	Verwaltung	88
Raumplanung	154	Vorlesung	60
Raumprogramm, erweitert	91	Werkstätten	39, 102
Raumprogramm, Standard	91	Werkstattpersonal	75
Rechnereinsatz	29, 41		
Rechnerübungsraum	101, 116		
Regelstudienzeit	56		
Reinraum	97, 105		
Reinraumklassen.....	97		
Relationen.....	21, 23		
Robotik.....	29, 40		
Schwerlabor	96, 105		
Schwundquote	46, 83, 87		
Sekretariat	96		
Seminar.....	60		
Seminarraum	101, 105		
Seminaristischer Unterricht.....	61		
Serverraum	102		
Simulation	35, 105		
Soft skills.....	1, 70		
Software-technische Arbeitsweise.....	35		
Sozialräume.....	103, 116		
Spezialfächer	26		
Statistische Kennwerte	20, 22		
Studentische Hilfskräfte	76, 78, 94		
Studienanfänger	44, 46, 47		
Studienangebot.....	48		
Studienarbeit.....	62		
Studienfächer.....	48		
Studiengänge.....	49		
Studienorganisation	56		