



acatech BERICHTET UND EMPFIEHLT - Nr. 3

EMPFEHLUNGEN ZUR ZUKUNFT DER INGENIEURPROMOTION

WEGE ZUR WEITEREN VERBESSERUNG UND STÄRKUNG DER PROMOTION
IN DEN INGENIEURWISSENSCHAFTEN AN UNIVERSITÄTEN IN DEUTSCHLAND

MIT FREUNDLICHER UNTERSTÜTZUNG DES STIFTERVERBANDES
FÜR DIE DEUTSCHE WISSENSCHAFT UND DER
FRIEDRICH FLICK FÖRDERUNGSTIFTUNG

SEPTEMBER 2008

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISSN 1862-4200 / ISBN 978-3-8167-7782-3

Alle Rechte vorbehalten

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung von acatech unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.

© acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, 2008

Geschäftsstelle	Hauptstadtbüro
Residenz München	
Hofgartenstraße 2	Jägerstraße 22 / 23
80539 München	10117 Berlin

Telefon +49 (0) 89 / 5 20 30 90	Telefon +49 (0) 30 / 39 88 50 74
Telefax +49 (0) 89 / 5 20 30 99	Telefax +49 (0) 30 / 39 88 50 72

E-Mail: info@acatech.de
Internet: www.acatech.de

Redaktion: Dr. Jochen Holzkamp
Koordination: Dr. Martina Röbbcke
Umschlaggestaltung: klink, liedig werbeagentur gmbh
Satz / Layout: primustype Hurler, Notzingen
Herstellung und Produktion: Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart

Printed in Germany

Verlag und Vertrieb:
Fraunhofer IRB Verlag
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Telefon +49 (0) 711 / 9 70 25 00
Telefax +49 (0) 711 / 9 70 25 08
E-Mail: irb@irb.fraunhofer.de
Internet: www.IRBbuch.de

> INHALT

MITWIRKENDE AM PROJEKT	5
KURZFASSUNG: EMPFEHLUNGEN ZUR ZUKUNFT DER INGENIEURPROMOTION	9
1 EINLEITUNG	13
1.1 Assistenz-Promotion – das typische Modell	14
1.2 Neue Promotionsmodelle – neue Wege	15
1.3 Daten und Zahlen zur Ingenieurpromotion	17
1.4 Standpunkte	18
1.5 Das acatech Projekt „Zukunft der Ingenieurpromotion“	21
1.6 Nachwuchs für Innovationen – Maßnahmen gegen den Nachwuchsmangel in den Ingenieurwissenschaften	22
2 DIE PROFESSORENBEBFRAGUNG	25
2.1 Vorgehen	25
2.2 Datenbasis	25
2.3 Ergebnisse	26
3 DIE PROMOTIERTENBEFRAGUNG	29
3.1 Vorgehen	29
3.2 Datenbasis	29
3.3 Ergebnisse	29
4 ZUSAMMENSCHAU DER PROFESSOREN- UND PROMOTIERTENBEFRAGUNG	33
5 LÄNDERVERGLEICHE: EIN BLICK NACH EUROPA UND IN DIE VEREINIGTEN STAATEN VON AMERIKA	37
6 DIE EMPFEHLUNGEN VON acatech ZUR INGENIEURPROMOTION	41
6.1 Promotionsziel: Eigene Forschungsleistung	42
6.2 Promotionsziel: Erwerb außerfachlicher Qualifikationen	42
6.3 Zulassung	43
6.4 Auswahl	44
6.5 Struktur	44
6.6 Vereinbarung zwischen Doktorand und Betreuer	45
6.7 Promotionsdauer	46
6.8 Der Beitrag zur Lehre	47
6.9 Bezug zur industriellen Praxis	47
6.10 Internationalisierung	48
6.11 Gezielte Förderung von Frauen	48
6.12 Gradbezeichnung	49
7 GLOSSAR	51
8 LITERATURVERZEICHNIS	53

> INHALT

9 ANHANG	55
A 1 Auszüge aus den Stellungnahmen der Bildungsminister auf den Bologna-Folgekonferenzen, welche die Promotion betreffen	57
A 2 Ergebnisse der Professorenbefragung	61
A 3 Ergebnisse der Promoviertenbefragung	89
A 4 Doctoral Education in the Field of Engineering (Country Reports)	123
A 4.1 United Kingdom	124
A 4.2 Italy	133
A 4.3 France	142
A 4.4 Sweden	149
A 4.5 The United States	159
A 5 Vereinbarung zur Betreuung eines Promotionsvorhabens (Muster)	171



MITWIRKENDE AM PROJEKT

PROJEKTLEITER

Prof. Dr.-Ing. Michael F. Zäh, Technische Universität München/acatech

LEITER DES acatech THEMENNETZWERKS AUSBILDUNG UND WISSENSMANAGEMENT

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Dr.-Ing. E.h. Günter Pritschow, Universität Stuttgart/acatech

PROJEKTGRUPPE

Prof. Dr.-Ing. habil. Ekkard Brinksmeier, Universität Bremen/acatech

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Heinz Duddeck, Technische Universität Braunschweig/acatech

Prof. Dr.-Ing. habil. Horst Goldhahn, Technische Universität Dresden/acatech

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Joachim Heinzl, Technische Universität München/acatech

Prof. Dr. sc. tech. Horst Hippler, Universität Karlsruhe/TU9

Prof. Dr.-Ing. Bernd-Robert Höhn, Technische Universität München/acatech

Prof. Dr.-Ing. rer. nat. Michael Hoffmann, Universität Ulm/4ING

Prof. Dr.-Ing. habil. Helmut Kipphan, Heidelberger Druckmaschinen AG und Universität Karlsruhe (TH)/acatech

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Dr.-Ing. E.h. Reiner Kopp, RWTH Aachen/acatech

Prof. Dr.-Ing. Eckart Kottkamp, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA); Hako Holding GmbH & Co.

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Werner Krause, Technische Universität Dresden/acatech

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Paul J. Kühn, Universität Stuttgart/acatech

Prof. Dr.-Ing. Manfred Nagl, RWTH Aachen/4ING

Prof. Dr.-Ing. Peter Pirsch, Universität Hannover/Verein Deutscher Ingenieure (VDI)

Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart, Technische Universität München/acatech

Prof. Dr.-Ing. habil. Rolf Thiele, Universität Leipzig/acatech

Prof. Dr.-Ing. habil. Petra Winzer, Bergische Universität Wuppertal/acatech

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Eugen-Georg Woschni, Technische Universität Chemnitz/acatech

WEITERE MITWIRKENDE

Folgende weitere Personen haben durch die Mitwirkung an Sitzungen und Workshops zum Gelingen des Projektes beigetragen. Das bedeutet nicht unmittelbar, dass sie alle erarbeiteten Empfehlungen in vollem Umfang mittragen. Die persönliche Meinung einer oder mehrerer dieser Personen kann von den Aussagen und Empfehlungen dieses Textes abweichen. Ihnen sei herzlich für ihr Engagement gedankt!

Prof. Dr. ir. Hendrik van Brussel, Katholieke Universiteit Leuven, Belgien
Prof. Dr.-Ing. Gerry Byrne, University College Dublin, Irland
Prof. Didier Dumur (Ph.D.), École Supérieure d'Électricité, Frankreich
Carola Feller, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA)
Prof. Livan Frattini (Ph.D.), Università degli Studi di Palermo, Italien
Dr. Christiane Gaehtgens, Hochschulrektorenkonferenz (HRK)
Ministerialdirigent Peter Greisler, Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Ministerialdirigent Dr. Birger Hendriks, Ministerium für Wissenschaft, Wirtschaft und Verkehr des Landes Schleswig-Holstein; Kultusministerkonferenz (KMK)
Prof. Dr. Susanne Ihsen, Technische Universität München
Bettina Jorzik, Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft
Dr.-Ing. Michael Klimke, Technische Universität München
Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Dieter Mewes, Universität Hannover
Prof. Giovanni Perrone (Ph.D.), Università degli Studi di Palermo, Italien
Prof. Dr. Ernst Rank, Technische Universität München
Hartmut Rauen, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA)
Dr.-Ing. Wolfgang Staguhn, Daimler AG
Prof. Dr.-Ing. Dietmar Theis, Siemens AG
Manfred Wittenstein, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA); Wittenstein AG

AUFTRÄGE

Im Rahmen des Projekts ist das Center for Higher Education Policy Studies (CHEPS) an der Universität Twente/Niederlande gebeten worden, Befragungen durchzuführen und Expertisen zur Ingenieurpromotion in ausgewählten Ländern zu erstellen. Dem Direktor des CHEPS, Herrn Prof. Dr. Jürgen Enders, und seinen Mitarbeiterinnen wird für die gute und engagierte Zusammenarbeit gedankt.



PROJEKTMANAGEMENT

Dr. Martina Röbbcke, acatech Hauptstadtbüro

Dr. Jens Pape, acatech Geschäftsstelle

Dr.-Ing. Jochen Holzkamp, Hamburg

Andreas Trautmann, M.Sc., Technische Universität München

PROJEKTVERLAUF, SYNDIZIERUNG UND VERÖFFENTLICHUNG

Von Anfang des Jahres 2007 bis zum Sommer 2008 haben der Projektleiter, der Leiter des acatech Themennetzwerks Ausbildung und Wissensmanagement, die Projektgruppe und die weiteren Mitwirkenden den vorliegenden Projektbericht erarbeitet.

Der Vorstand von acatech dankt der Projektgruppe für die Erarbeitung des Projektberichtes und hat diesen am 1. Juli 2008 syndiziert.

Im Rahmen des acatech Forums „Zukunft der Ingenieurpromotion“ am 19. September 2008 wurde der Projektbericht der Öffentlichkeit vorgestellt.

KURZFASSUNG: EMPFEHLUNGEN ZUR ZUKUNFT DER INGENIEURPROMOTION

> PRÄAMBEL

Der Verlauf und die Ergebnisse der Ingenieurpromotion¹ in Deutschland sind insgesamt gesehen sehr zufrieden stellend. Die Universitäten² bilden hoch qualifizierten wissenschaftlichen Ingenieurwachstums³ aus, und die promovierten Ingenieurinnen und Ingenieure⁴ erfahren national wie international in Wissenschaft und Wirtschaft eine ausgesprochen große fachliche Anerkennung. Die Ingenieurpromotion an deutschen Universitäten, die durch eine weitgehend selbständige Tätigkeit in Forschung, Lehre und Projektarbeit⁵ gekennzeichnet ist, ermöglicht eine umfassende Kompetenzentwicklung der Doktoranden und ist ein Alleinstellungsmerkmal der deutschen Ingenieurwissenschaften im internationalen Vergleich.

Doktoranden sind für das Zusammenwirken von Wirtschaft und Wissenschaft von besonderer Bedeutung. Sie tragen die projektgebundene Zusammenarbeit zwischen Industrie und Universitäten und ermöglichen damit unter anderem erst den für Innovationen wichtigen Wissens- und Technologietransfer. Bestandteil dieses fruchtbaren Wechselspiels und der Netzwerkbildung von Wirtschaft und Wissenschaft sind auch in der Industrie tätige ehemalige Doktoranden, die ihre Berufserfahrung in die Universitäten zurückspeigeln und von dort wichtige Impulse für ihre beruflichen Aufgaben als Forscher und Führungskräfte erhalten.

Ungeachtet dessen gilt es, die durch den Bologna-Prozess eröffneten Möglichkeiten nicht ungenutzt zu lassen, sich also mit dem Verlauf, den Rahmenbedingungen und den Ergebnissen der Promotionsphase in den Ingenieurwissenschaften an deutschen Universitäten kritisch auseinanderzusetzen und Verbesserungspotentiale zu identifizieren.

Die von acatech aufgezeigten Wege zur weiteren Verbesserung und Stärkung der Promotion in den Ingenieurwissenschaften sollen mit dazu beitragen, dass die hohe Qualität der Ingenieurpromotionen in Deutschland erhalten und weiter nachhaltig gestärkt wird, dass das gegenwärtig hohe Interesse an der Promotion auch in Zukunft anhält und dass promovierte Ingenieure in Wissenschaft und Wirtschaft weiterhin den Erkenntnisgewinn in Forschung und Technik vorantreiben und damit die Voraussetzungen für innovative und international konkurrenzfähige Produkte schaffen können.

1 Gemeint sind hier und im Folgenden stets Promotionen in den Ingenieurwissenschaften (Fachdisziplinen Bauingenieurwesen, Elektrotechnik/Informationstechnik und Maschinenbau/Verfahrenstechnik) sowie in der Informatik. Dementsprechend wird in der vorliegenden Empfehlung die Disziplinenbezeichnung ‚Ingenieurwissenschaften‘ in einem übergreifenden Sinne verstanden und schließt diejenigen Teilbereiche der Informatik mit ein, die sich selber den Ingenieurwissenschaften zuordnen.

2 Gemeint sind hier und im Folgenden alle Universitäten, Technischen Universitäten und Technischen Hochschulen, an denen ein ingenieurwissenschaftliches Studium angeboten wird.

3 Mit dem breiten Begriff (ingenieur-)wissenschaftlicher Nachwuchs werden alle Wissenschaftler bezeichnet, die nach Abschluss ihres Studiums sich in der Phase vor der Promotion oder in der Phase nach der Promotion befinden. Unter Bezug auf die erste Phase spricht man mit Blick auf das Angestelltenverhältnis von wissenschaftlichen Mitarbeitern, mit Blick auf die eigentliche Promotion von Doktoranden, in der Phase nach der Promotion werden diese zu Postdoktoranden. Mit der Berufung auf eine Professur an einer Hochschule oder mit dem Antritt einer (leitenden) Stellung mit wissenschaftlichem Profil außerhalb der Hochschulen wird die Qualifizierungsphase als ‚wissenschaftlicher Nachwuchs‘ abgeschlossen (siehe Glossar).

4 Aus Gründen der Lesbarkeit sind im Folgenden die männliche und die weibliche Sprachform nicht nebeneinander aufgeführt. Personenbezogene Aussagen, Amts-, Status-, Funktions- und Berufsbezeichnungen gelten aber stets für Frauen und für Männer.

5 Unter Projektarbeit wird die Durchführung von Forschungsprojekten begrenzter Dauer für öffentliche Träger oder die Industrie, entweder als Einzelforschung oder als Verbundforschung, verstanden.

EMPFEHLUNGEN ZUR ZUKUNFT DER INGENIEUR-PROMOTION

acatech fasst die wesentlichen Kernelemente einer Weiterentwicklung der Ingenieurpromotion in zwölf Empfehlungen zusammen. Diese sind hier in Kurzfassung wiedergegeben (die ausführliche Darstellung findet sich in Kapitel 6):

1. Promotionsziel: Eigene Forschungsleistung

Die Promotion ist der Nachweis der Befähigung zur selbständigen wissenschaftlichen Arbeit. Die Universitäten sollen die Attraktivität einer Promotion weiter fördern und den Prozess der Promotion durch ein adäquates Umfeld der Doktoranden unterstützen. Die Einbindung des Doktoranden in ein aktives wissenschaftliches Umfeld ist ein wichtiger Erfolgsfaktor für ein Promotionsvorhaben.

Die angehenden Doktor-Ingenieure erwerben durch das Studium die fachlichen und methodischen Kompetenzen, die erforderlich sind, um ein Promotionsvorhaben vorbereiten und erfolgreich abschließen zu können. Um die frühe wissenschaftliche Selbständigkeit der Doktoranden und ihren Qualifizierungsprozess noch besser zu fördern, kann der Erwerb weiterer fachlicher Kompetenzen bei der Bearbeitung bestimmter Promotionsthemen sinnvoll sein. Hierzu sollten von den Doktoranden bestehende Lehrangebote der Hochschule genutzt werden. Eine Verpflichtung zur Belegung ergänzender (Lehr-)Angebote darf für den Doktoranden damit aber nicht verbunden sein.

2. Promotionsziel: Erwerb außerfachlicher Qualifikationen

In der Promotionsphase sollten begleitend zum eigentlichen Promotionsverfahren auch außerfachliche Qualifikationen erworben werden. Zu den außerfachlichen Qualifikationen zählen u. a. betriebswirtschaftliche Kenntnisse und rechtliche Kompetenzen, „Soft skills“ und Kenntnisse der Karriereplanung.

Die genannten Schlüsselqualifikationen erwerben die Doktoranden zum Teil durch ihre Einbindung in ein aktives wissenschaftliches Umfeld („Training on the Job“). Parallel hierzu lassen sie sich mittels Personalentwicklungsprogrammen auf Instituts-ebene oder durch andere, auch hochschuldidaktische Angebote vermitteln, die von den Universitäten speziell auf die Bedürfnisse von Doktoranden zugeschnitten angeboten werden sollten. Der Doktorand sollte mindestens zwei Angebote wahrnehmen, bei Bedarf und/oder Interesse auch weitere.

Das Angebot ausbildungsartiger Elemente darf jedoch nicht überbetont werden oder zu Lasten der Forschung wahrgenommen werden und muss stets fallweise abgewogen werden.

3. Zulassung

Die formale Voraussetzung für die Zulassung zur Promotion ist grundsätzlich der vorhergehende Erwerb des Mastergrades (bzw. des Diploms).

Wie gesetzlich geregelt, darf der Zugang zur Promotion auf der Basis eines Bachelorabschlusses allein herausragenden Studierenden vorbehalten bleiben und nur in besonders begründeten Ausnahmefällen möglich sein. Es wird jedoch empfohlen, dass Bachelorabsolventen über ein Eignungsfeststellungsverfahren Kompetenzen auf einem dem Mastergrad eines konsekutiven Studienganges äquivalenten Niveau vorab oder begleitend nachholen.

4. Auswahl von Promotionskandidaten nach Exzellenzkriterien

Die Qualität des wissenschaftlichen Nachwuchses ist einer der entscheidenden Faktoren für die Leistungsfähigkeit eines Instituts und einer Hochschule. Grundsätzlich sollte eine Promotion in den Ingenieurwissenschaften nur den besonders qualifizierten Absolventen der vorgelagerten Studiengänge oder solchen Absolventen, die außerhalb universitärer Forschungseinrichtungen exzellente Leistungen erbracht haben, offen stehen („Eignungsfeststellung“).

Zudem sollten die traditionellen Wege der Gewinnung begabter Studierender und Absolventen durch die Professoren um institutionell organisierte Ausschreibungs- und Annahmeverfahren ergänzt werden („Auswahl nach Exzellenzkriterien“). Die letzte Entscheidung muss dem Hochschullehrer obliegen, der die Betreuung der Dissertation übernehmen wird.

5. Struktur

Die Art und Weise der gegenwärtigen Ingenieurpromotion in Deutschland ist insgesamt gesehen sehr leistungsfähig.

Die Durchführung einer Promotion im Rahmen einer beruflichen Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter (sog. „Assistenz-Promotion“) ist durch ihre weite Verbreitung die Regelform der Ingenieurpromotion. Als Ergänzung zu dieser unter dem Dach der Universität ist auch die Promotion in einem Graduiertenkolleg, einer Graduiertenschule, einer Graduate School oder in anderen Formen von strukturierten Promotionsmodellen zu sehen. Beide Wege sollten koexistieren.

Eine besondere Lesart der Ingenieurpromotion ist zudem die Promotion von Externen, sei es als Mitarbeiter in einem mit der Universität kooperierenden Institut oder in der Wirtschaft („Industriepromotion“), die sich als eine Form der Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft in der Praxis sehr bewährt hat. Sie sollte nach Art und Umfang den am betreuenden Institut üblichen Bedingungen und Standards entsprechen.

6. Vereinbarung zwischen Doktorand und Betreuer

Im Mittelpunkt der Qualifikationsphase steht die eigenverantwortliche Forschung der Doktoranden. Eine erfolgreiche Nachwuchsförderung erfordert aber auch eine regelmäßige und verbindlich organisierte Begleitung der Doktoranden mit dem Zweck, eine hohe inhaltliche Qualität der Dissertation sicherzustellen und die Verantwortlichkeiten von Doktorand und betreuendem Hochschullehrer für den zeitlichen Ablauf der Promotion klar festzulegen („inhaltliche und zeitliche Qualitätssicherung“).

Zwischen Doktorand und betreuendem Hochschullehrer sollte frühestmöglich eine „Vereinbarung zur Betreuung eines Promotionsvorhabens“ abgeschlossen werden, die mindestens eine Skizze des Forschungsthemas, den Zeitrahmen für die Promotion mit Meilensteinen im Projektverlauf, eine Abschätzung der voraussichtlich benötigten sächlichen, finanziellen und personellen Ressourcen einschließlich deren Beschaffungsmaßnahmen sowie die Festlegung einer begleitenden Promotionsunterstützung umfassen sollte. Auf diese Weise soll auch der Fortschritt der Promotion (Gesamtplan und einzelne Meilensteine) nachvollziehbar gemacht und regelmäßig dargelegt werden.

Die Vereinbarung sollte auch Aussagen zu Vorträgen auf nationalen und internationalen Fachtagungen, zu fachwissenschaft-

lichen Publikationen und zu Vorveröffentlichungen von Teilergebnissen der Dissertation enthalten.

Zusätzlich zu dem betreuenden Hochschullehrer sollte wahlweise ein wissenschaftlicher Mentor festgelegt werden, welcher von dem Doktoranden regelmäßig über den Fortgang der Arbeit unterrichtet und somit in den Verlauf der Promotionsarbeit einbezogen wird.

7. Promotionsdauer

acatech unterstützt grundsätzlich alle Bestrebungen, die zu einem zügigen und zielorientierten Promotionsverhalten in den Ingenieurwissenschaften beitragen. Es sollte das Bestreben aller Beteiligten an einer Ingenieurpromotion sein, diese im Zeitraum von unter vier Jahren abzuschließen.

Folgende Maßnahmen sind besonders geeignet, Promotionszeiten weiter zu verkürzen: Begrenzung der dissertationsfremden Aufgaben der Doktoranden in Forschung, Lehre und Verwaltung, regelmäßige Berichterstattung der Doktoranden über den Fortgang der Promotionen, Sicherstellung einer ausreichenden Arbeitszeit für die Dissertation und für den Erwerb außerfachlicher Qualifikationen sowie Mitverantwortung der Betreuer für eine zügige Durchführung der Promotion.

Regelmäßige Doktorandenkolloquien, in denen die Doktoranden unter kommentierender Teilnahme der Professoren über die Fortschritte in ihren Arbeiten berichten und diskutieren, sind ein wichtiges Instrument zur inhaltlichen und zeitlichen Qualitätssicherung einer Promotion. Die Teilnahme an den Doktorandenkolloquien sollte für die Doktoranden wie für die betreuenden Hochschullehrer verpflichtend sein.

8. Der Beitrag zur Lehre

Die Einbindung der Doktoranden in die Lehre ist sowohl für die Doktoranden selbst als auch für die von den Doktoranden betreuten Studierenden von großem Nutzen: So führen Lehrere Erfahrungen für die Doktoranden in erheblichem Maße zur Weiterbildung der Persönlichkeit und zur Aneignung von Schlüsselkompetenzen der jungen Ingenieure, die für die berufliche Praxis von großer Bedeutung sind (beispielsweise für die Präsentation von Forschungsergebnissen oder in der internationalen wissenschaftlichen Kommunikation). Die Einbeziehung der Studierenden in Promotionsvorhaben durch Studien- oder Abschlussar-

beiten ermöglicht diesen einen frühen Zugang zu Forschung bereits im Studium. Die Mitwirkung der Doktoranden in der Lehre sollte weder aufgegeben noch abgeschwächt werden.

Der Einbindung der Doktoranden in die Lehre sollte deren hochschuldidaktische Vorbereitung vorausgehen.

9. Bezug zur industriellen Praxis

Die Ingenieurwissenschaften verstehen sich als angewandte Wissenschaft. Die Zusammenarbeit mit industriellen Partnern muss auch weiterhin das Umfeld für eine ingenieurwissenschaftliche Promotion darstellen.

Eine Promotion in den Ingenieurwissenschaften ist im Verständnis der weit verbreiteten „Assistenz-Promotion“ mehr als eine theoriebezogene Qualifizierung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Es handelt sich vor allem um eine erste Berufstätigkeit im Anschluss an das Studium und nicht um eine Verlängerung oder um einen dritten Zyklus desselben, wie es der Bologna-Prozess zum Ausdruck bringen will. Die selbständige Tätigkeit und auch der ausgeprägte Praxisbezug in Forschung, Lehre und Projektarbeit bringt eine umfassende Kompetenzentwicklung der Doktoranden mit sich und ist ein Alleinstellungsmerkmal der deutschen Ingenieurwissenschaften im internationalen Vergleich, aber auch im Vergleich zu anderen Wissenschaftsdisziplinen. Diese Merkmale sind besonders für die „Assistenz-Promotion“ typisch und sollten weder aufgegeben noch abgeschwächt werden.

10. Internationalisierung

Wissenschaft ist mehr und mehr auf internationale Fragestellungen ausgerichtet und stärker denn je international vernetzt. Dies gilt gleichlautend auch für die ingenieurwissenschaftliche Forschung, die mit ihren Ergebnissen den internationalen Wettbewerb im Blick haben muss.

Eine ingenieurwissenschaftliche Promotion muss die steigende Bedeutung von Auslandserfahrung – sei es hinsichtlich des Forschungsgegenstandes, hinsichtlich einer späteren beruflichen Tätigkeit im Ausland oder in Bezug auf den Erwerb mehrsprachlicher Kompetenzen – berücksichtigen.

Bestandteile einer Internationalisierung der Kompetenz von Doktoranden sind Publikationen in internationalen Fachzeitschriften, die aktive Teilnahme an internationalen Konferenzen und die

Mitarbeit in internationalen Projekten.

Sofern dem Promotionsvorhaben inhaltlich förderlich, sollte ein Doktorand nach Möglichkeit einen ca. vierteljährigen Auslandsaufenthalt anstreben.

11. Gezielte Förderung von Frauen

Der Anteil der von Frauen durchgeführten ingenieurwissenschaftlichen Promotionen ist mit rund 14% gering und deutlich niedriger als ihr Anteil an den erfolgreich abgelegten Diplomprüfungen (rund 25%, Stand 2006). Folgende Maßnahmen und Bedingungen sind als Elemente einer Personalentwicklung besonders gut geeignet, eine Chancengerechtigkeit herbeizuführen und die Vereinbarkeit von Familie und Erwerbstätigkeit für Frauen zu verbessern: Verbindliche Zielvereinbarungen zur Steigerung des Anteils von Wissenschaftlerinnen, Ausschreibung von Stipendien und Mitarbeiterstellen explizit für Frauen, spezifische Gewinnung von ausländischen Wissenschaftlerinnen, Schaffung einer familienfreundlichen Arbeitsumgebung (flexible Arbeitsmodelle, Angebote der Kinderbetreuung, u. a.).

12. Gradbezeichnung

Der deutsche Doktorgrad in den Ingenieurwissenschaften genießt weltweit eine hohe Reputation. Der akademische Grad „Dr.-Ing.“ sollte auch weiterhin verliehen werden. Dies gilt in Vereinbarkeit mit den Zielen des Bologna-Prozesses, da die Vergleichbarkeit der akademische Grade und Abschlüsse auch ohne deren Vereinheitlichung möglich ist. Die Bologna-Erklärung eröffnet den Mitgliedsstaaten ausdrücklich die Möglichkeit, nationale Besonderheiten bei der Schaffung des gemeinsamen europäischen Hochschulraums geltend zu machen. Genau dies wird mit der Bezeichnung eines an einer deutschen Universität promovierten Ingenieurs als „Dr.-Ing.“ bezweckt.

Bei Promotionswegen, die sich im Verständnis des Bologna-Prozesse als ein dritter Zyklus der Ausbildung und nicht als eine erste Berufstätigkeit im Anschluss an das Studium verstehen, sollte dies auch in der Verleihung eines anderen akademischen Grades zum Ausdruck kommen, beispielsweise dem im internationalen Kontext üblichen Ph.D..

1 EINLEITUNG

Die deutsche Hochschullandschaft ist in den zurückliegenden Jahren durch den Bologna-Prozess erheblich verändert worden. 1999 bekannten sich 29 europäische Nationen zu dem Ziel, bis zum Jahr 2010 einen gemeinsamen europäischen Hochschulraum zu schaffen. Die Umstellung der Studiengänge auf das zweistufige Bachelor-/Master-Studiensystem ist dabei das augenfälligste Ergebnis der Bologna-Reform.

Mit ihren im Jahr 2006 vorgelegten Empfehlungen zur Einführung von Bachelor- und Master-Studiengängen im Ingenieurwesen⁶ hat acatech für die Studiengänge Maschinenbau/Verfahrenstechnik, Elektrotechnik/Informationstechnik/Informatik und Bauingenieurwesen die Auswirkungen des Bologna-Prozesses dargestellt und Ansatzpunkte zu einer inhaltlichen Reform dieser Studiengänge formuliert, in deren Verlauf Studienangebote kritisch hinterfragt, auf ihre Aktualität und Relevanz überprüft und gegebenenfalls mit Blick auf neue Anforderungen aus Wirtschaft und Wissenschaft neu ausgerichtet werden müssen.

Die 1999 in Bologna getroffene Zielsetzung blieb nicht nur auf die Einführung eines zweistufigen Studiensystems beschränkt. Sie erfuhr im Jahr 2003 in Berlin durch die europäischen Bildungsminister eine wesentliche Erweiterung, indem die Doktorandenausbildung – ergänzend zu den Bachelor- und Master-Studiengängen – zum so genannten dritten Zyklus des Bologna-Prozesses erklärt wurde. Mit dem Bergen-Kommuniqué von 2005 wird festgestellt, dass dieser dritte Zyklus in der Regel einem drei- bis vierjährigen Vollzeitstudium entspricht. Die Doktoranden werden sowohl als Studierende wie auch als Nachwuchswissenschaftler anerkannt. Die Konferenz der für die Hochschulen zuständigen Minister fordert in dem Kommuniqué ferner die Universitäten auf, im Rahmen der Promotionsphase verstärkt die interdisziplinäre Ausbildung und die Entwicklung beruflicher Qualifikationen zu fördern; sie konstatiert zudem einen Bedarf an strukturierten Promotionsstudiengängen sowie an einer transparenten Betreuung und Bewertung.⁷

Den recht allgemein gehaltenen Beschlüssen im Bergen-Kommuniqué gingen im Februar 2005 fassbarere Überlegungen der European University Association voraus. Im Ergebnis sind dies sieben Grundsätze zur weiteren Diskussion der Promotionsphase. Die wichtigen Elemente sind: Anerkennung der Promotion als berufliche Phase, Vielfalt der Promotionswege, die essentielle Rele-

vanz der Betreuung, Regelpromotionszeit von drei bis vier Jahren und eine Erhöhung der Mobilität. Die erhaltenswerte Vielfalt in der Doktorandenausbildung wird schließlich vom London-Kommuniqué aus dem Jahr 2007 unterstrichen.

Darüber hinaus steht die Ausgestaltung der Promotionsphase vor Herausforderungen, die sich aus den Veränderungen der Rahmenbedingungen der Wissenschaft und des Lehr- und Forschungsprozesses ergeben. In der jüngeren Vergangenheit sind folgende Entwicklungen zu beobachten:

- Wissenszunahme: Wissenschaftliche Information und menschliches Wissen wachsen nach wie vor exponentiell an.
- Spezialisierung: Das Wachstum menschlichen Wissens führt zu Spezialisierungsprozessen.
- Ausdifferenzierung: An den Grenzen der klassischen Disziplinen bilden sich neue Fachgebiete aus.
- Interdisziplinarität: Die drei vorgenannten Veränderungen der Rahmenbedingungen von Wissenschaft verändern die Forschung und Entwicklung im disziplinären Kontext. Die wachsende Komplexität wissenschaftlicher Fragestellungen verlangt vielfach einen inter- bzw. multidisziplinären Untersuchungsansatz, der nach Umfang, Organisationsrahmen und Mitteleinsatz häufig nur in der Zusammenarbeit mehrerer Forscher oder wissenschaftlicher Arbeitsgruppen zu realisieren ist.
- Internationalisierung: Wissenschaft ist mehr und mehr auf internationale Zusammenarbeit ausgerichtet und muss sich zugleich dem internationalen Wettbewerb stellen.

Vom wissenschaftlichen Nachwuchs werden erweiterte Fähigkeiten und Fertigkeiten verlangt, weil hier auch außerakademische Problemstellungen und -definitionen, eine projektorientierte Durchführung von Forschung und die Bestimmung ihrer Qualität zum Tragen kommen. Interdisziplinäre Forschungsprofile setzen zudem neue Formen der Betreuung und eine parallele Vermittlung zusätzlichen Wissens voraus.

Es überrascht daher nicht, dass eine Reform der Doktorandenausbildung seit langem eines der wichtigsten Themen auf der deutschen wie auch der europäischen wissenschaftspolitischen Agenda ist.

⁶ acatech 2006.

⁷ Auszüge aus den Stellungnahmen der Bildungsminister auf den Bologna-Folgekonferenzen, welche die Promotion betreffen, sind in Anhang A 1 zusammengestellt.

1.1 ASSISTENZ-PROMOTION – DAS TYPISCHE MODELL

Die Ingenieurpromotion hat in Deutschland eine lange und ausgesprochen erfolgreiche Tradition. Die Universitäten können heute auf eine mehr als 100-jährige Geschichte der Qualifizierung des wissenschaftlichen Nachwuchses in den Technikwissenschaften zurückblicken. Die Verleihung des Promotionsrechtes stellte an der Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert auch den Abschluss langjähriger Bemühungen der „Technikerbewegung“ um eine Anerkennung der neuen „Technischen Wissenschaften“ dar, um eine Gleichrangigkeit der neuen technikgeprägten Hochschulen mit den Universitäten und eine gesellschaftliche Wertschätzung eines neuen Berufsstands zu erreichen – dem des Ingenieurs.⁸

Das typische Modell des Erwerbs eines Doktorgrades in den Ingenieurwissenschaften in Deutschland sieht für die Promotion eine berufliche Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter auf einer zeitlich befristeten Stelle vor, die aus Landes- oder aus Drittmitteln finanziert wird.⁹ Diese Form der Ingenieurpromotion, die oftmals auch als „Meister-Schüler-Modell“ oder als „Assistenz-Promotion“ bezeichnet wird, weist folgende Merkmale auf:¹⁰

- Die Promotion wird als die erste Stufe der selbstverantwortlichen Forscher- und Berufstätigkeit sowie als Vorbereitung auf eine Leitungsfunktion unter Anleitung des betreuenden Hochschullehrers aufgefasst.
- Kernstück der Promotion ist die Erarbeitung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse und ihre Darstellung in einer Dissertation.
- Im Rahmen der Promotion als einer Phase der ersten beruflichen Tätigkeit erwirbt der Doktorand – neben der Anfertigung einer originären wissenschaftlichen Forschungsarbeit – eine Reihe zusätzlicher Kompetenzen. Diese erwachsen aus der Mitarbeit in der Lehre, der Einwerbung und Organisation von Forschungsprojekten, der Beteiligung an laufenden Aktivitäten des Lehrstuhls/Instituts, aus dem Management des eigenen Promotionsprojekts, aus der Diskussion und der Präsentation der eigenen Ergebnisse wie auch allgemeiner Lehrinhalte, aus der Mitarbeiterführung und aus einer interdisziplinären Zusammenarbeit.

Dieses Modell wird in Deutschland von Wissenschaft und Wirtschaft gleichermaßen als ausgesprochen erfolgreich beurteilt:

- Der ingenieurwissenschaftliche Nachwuchs wird an den deutschen Universitäten hochqualifiziert ausgebildet und verfügt über auch international anerkannte fachliche sowie überfachliche Kompetenzen. Die Ingenieur-Promotion in ihrer jetzigen Form eröffnet den Absolventen regelmäßig den erfolgreichen Einstieg in verantwortungsvolle Funktionen in der Wirtschaft.
- Die Beschäftigung als wissenschaftlicher Mitarbeiter während der Promotionsphase ist von zentraler Bedeutung für die universitäre Lehre und die projektgebundene (Forschungs-) Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Universitäten. Die Tätigkeit der Doktoranden ist eine hervorragende Grundlage für den Technologietransfer „über die Köpfe“, der formalisierten Kooperationsformen deutlich überlegen ist. Beide Seiten, Wirtschaft und Wissenschaft, ziehen Nutzen aus diesem Qualifizierungssystem, welches sich insbesondere durch die Nähe zwischen Unternehmen und Universitäten grundlegend von dem System anderer Länder unterscheidet. Es ist eine gute Voraussetzung für die wissenschaftlich fundierte und zugleich praxisbezogene Forschung in den Ingenieurwissenschaften.

Die beschriebene Promotionspraxis erfährt über Deutschland hinaus eine breite nationale wie internationale Anerkennung. Gleichwohl wird auch die Ingenieurpromotion im Zusammenhang mit der jüngeren allgemeinen Diskussionen über eine Verbesserung der Promotionsphase kritischer betrachtet.

Als Schwächen, die nicht nur die Promotionen in den Ingenieurwissenschaften betreffen, sondern sich auf Promotionen in allen Wissensgebieten beziehen, nennen Enders/Bornmann¹¹ u. a.

- die wenig transparenten Auswahlverfahren,
- die langen Promotionsdauern (oftmals über fünf bis sechs Jahre),
- die im Ermessen der jeweiligen Betreuer liegende, oftmals unsystematische Qualifizierung der Doktoranden,
- die fehlende Vermittlung fächerübergreifender Kompetenzen sowie
- die starke Abhängigkeit der Doktoranden von ihrem jeweiligen Betreuer.

⁸ König 1999.

⁹ Auf die „Assistenz-Promotion“ entfallen nahezu 90% aller Ingenieurpromotionen in Deutschland, weitere rund 10% werden in Graduiertenkollegs erarbeitet. Zur Anzahl der „Industriepromotionen“ liegen acatech keine quantitativen Angaben vor, diese dürften aber im einstelligen Prozentbereich liegen.

¹⁰ Siehe auch 4ING 2006. Ähnlich auch TU9 2007. Beide Standpunkte werden in Abschnitt 1.4 referiert.

¹¹ Enders/Bornmann 2001.

Der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) hat in seiner Studie zu Stand und Perspektiven der Ingenieurpromotion an deutschen Universitäten¹² neben vielfachen bewährten Elementen auch gezeigt, dass noch Entwicklungspotentiale brach liegen. Viele der vom VDMA befragten Unternehmensvertreter forderten einen Qualifikationszuwachs z. B. in Projektmanagement, Mitarbeiterführung, Managementmethoden und internationaler Kompetenz. Die befragten Doktoranden gingen zwar selbst davon aus, dass sie die meisten dieser Qualifikationen im Laufe ihrer Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter erwerben würden. Nur lägen die überfachlichen Kompetenzen noch nicht auf Industrieniveau, so ein Fazit der VDMA-Studie.

Neben Unternehmen und Doktoranden wurden vom VDMA auch bereits promovierte Ingenieure aus der Industriepraxis nach ihren Erfahrungen im Zuge ihrer eigenen Promotion befragt. Sie forderten eine verbesserte Organisation, Planung und Betreuung und monierten fehlende regelmäßige Treffen mit ihrem Betreuer für die weitere Abstimmung des Promotionsvorhabens und eine inhaltliche Rückmeldung. Sie wünschten sich weniger Bürokratie, weniger promotionsferne Tätigkeiten und mehr Transparenz bezüglich Finanzierung und Ausstattung. Auch Meilensteine für die Projekte würden zu selten definiert, so ein weiteres Ergebnis der Studie.

1.2 NEUE PROMOTIONSMODELLE – NEUE WEGE

Reformen der Promotion an deutschen Universitäten werden nicht nur angesichts der geschilderten Schwächen angemahnt, sondern auch mit dem Ziel der Steigerung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Wissenschaftssystems. Wissenschafts- und hochschulpolitische Organisationen wie der Wissenschaftsrat¹³ und die Hochschulrektorenkonferenz¹⁴ setzen in der Doktorandenausbildung allgemein auf strukturierte Modelle.¹⁵

Als Vorreiter gelten die Graduiertenkollegs der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Ziel der Graduiertenkollegs ist es nicht, die traditionelle Einzelbetreuung durch einen Hochschullehrer zu verdrängen, sondern sie zu ergänzen. Doktoranden sollen in Graduiertenkollegs die Möglichkeit erhalten, ihre Arbeit im Rahmen eines koordinierten, von mehreren Hochschullehrern getragenen Forschungsprogramms durchzuführen. Sie sollen dadurch, über die Betreuung durch einzelne Hochschullehrer hinaus, in die Forschungsarbeit der am Kolleg beteiligten Einrichtungen einbezogen werden. Das zusätzliche Angebot eines systematisch angelegten Studienprogramms soll zudem eine fundierte Einführung in und ein breiteres Verständnis für den Wissenschaftszweig, in dem die Arbeit entsteht, gewährleisten.¹⁶

Die ersten Graduiertenkollegs der DFG wurden bereits im Jahr 1990 eingerichtet. Im Mai 2008 wurden 235 Graduiertenkollegs von der DFG gefördert, darunter 32 aus dem Bereich Ingenieurwissenschaften und Informatik, was einem Anteil von 13,6% an allen Kollegs entspricht.¹⁷ Die DFG geht davon aus, dass rund 10% aller Promotionen in den Ingenieurwissenschaften in Deutschland in Graduiertenkollegs erarbeitet werden.

12 VDMA 2006.

13 Wissenschaftsrat 2002.

14 HRK 2003.

15 Die Bezeichnung „strukturierte Modelle“ wird hier und im Folgenden als terminus technicus der gegenwärtigen wissenschaftspolitischen Debatte um die Zukunft der Promotion übernommen, obgleich auch andere Wege zur Promotion für sich in Anspruch nehmen können, zielorientiert zu dieser zu führen.

16 Siehe auch www.dfg.de/forschungsfoerderung/koordinierte_programme/graduiertenkollegs/. Dort finden sich auch Informationen zu internationalen Graduiertenkollegs, die eine gemeinsame Doktorandenausbildung zwischen einer Gruppe an einer deutschen Hochschule und einer Partnergruppe im Ausland zum Ziel haben.

17 Von den bewilligten beziehungsweise geförderten Graduiertenkollegs entfielen im Zeitraum von 1999 bis 2007 jährlich zwischen 11 und 15% auf den Bereich Ingenieurwissenschaften und Informatik (siehe die von der DFG jährlich durchgeführten Erhebungen zur Entwicklung und zum Stand des Förderprogramms „Graduiertenkolleg“).

Seither sind weitere strukturierte Promotionsmodelle hinzugekommen, an denen in Teilen auch Ingenieurwissenschaftler beteiligt sind:

- Internationale Promotionsprogramme (IPP) des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD) und der DFG

IPP sind international ausgerichtete Promotionsstudiengänge. Die begleitenden curricularen Veranstaltungen vermitteln neben fachübergreifenden Themen Methoden und Präsentationstechniken.¹⁸

- International Max Planck Research Schools (IMPRS) der Max-Planck-Gesellschaft

Die Max-Planck-Gesellschaft errichtete im Jahr 2000 in Abstimmung mit der Hochschulrektorenkonferenz die ersten *International Max Planck Research Schools* (IMPRS), die international ausgerichtet sind und an interdisziplinären Forschungsthemen arbeiten.¹⁹

- Helmholtz-Kollegs der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren

Mit den Helmholtz-Kollegs hat die Helmholtz-Gemeinschaft ein dem Graduiertenkolleg der DFG ähnliches Modell etabliert. Die Kollegs werden auf Grundlage von Kooperationsabkommen zwischen Helmholtz-Forschungszentren und Hochschulen gegründet.²⁰

- Promotionskollegs

In jüngerer Zeit haben einige Begabtenförderungswerke in Kooperation mit Hochschulen so genannte Promotionskollegs eingerichtet. In diesem Rahmen werden thematisch verwandte Promotionsvorhaben koordiniert und aufeinander abgestimmt.²¹

- Graduate Schools im Allgemeinen

In Anlehnung an die DFG-Graduiertenkollegs haben sich seitdem eine Reihe von Graduate Schools etabliert. Im Gegensatz zu den Graduiertenkollegs sind Graduate Schools jedoch dauerhafte Einrichtungen an einer Hochschule. Sie bezeichnen eine größere Organisationseinheit (und nicht eine „school“ im englischsprachigen Verständnis), an der in der Regel mehrere Fakultäten interdisziplinär zusammenwirken. Die Doktoranden werden in einen eigens konzipierten Promotionsstudiengang aufgenommen. Obgleich sich die Promotionsstudiengänge sowohl in der Art der Finanzierung als auch bezüglich des Grades der curricularen Ausrichtung unterscheiden, ist insgesamt eine starke Orientierung an den Reformvorstellungen des Wissenschaftsrates und der Hochschulrektorenkonferenz festzustellen. Danach stehen als Ziele die Reduzierung der Promotionsdauer, die Förderung besonders qualifizierter Absolventen sowie die Vermittlung zusätzlicher, fächerübergreifender Schlüsselkompetenzen im Mittelpunkt.

Ein Beispiel aus den Ingenieurwissenschaften ist die „Graduate School for Production and Logistics“ an der Universität Dortmund. Die Dortmunder Graduate School ist Teil der „NRW-Graduate Schools“,²² an denen in der Regel mehrere Fakultäten interdisziplinär zusammenwirken, die pro Jahr etwa 20 nach Leistungskriterien ausgewählte Doktoranden in einen eigens konzipierten Promotionsstudiengang aufnehmen und diese möglichst innerhalb von drei Jahren zur Promotion führen sollen. Für sie stehen Vollstipendien für drei Jahre zur Verfügung. Weitere Beispiele, an denen auch ingenieurwissenschaftlich orientierte Graduate Schools beteiligt sind, sind das Elitenetzwerk Bayern mit seinen internationalen Doktorandenkollegs²³ oder die Niedersachsen Graduate School.²⁴

18 Siehe auch www.daad.de/ipp.

19 Siehe auch www.mpg.de/instituteProjekteEinrichtungen/schoolauswahl/researchSchools/index.html.

20 Siehe auch www.helmholtz.de/forschung/forschung_foerdern/nachwuchsfoerderung/helmholtz_graduate_schools_und_kollegs.

21 Die Begabtenförderungswerke in der Bundesrepublik Deutschland sind: Studienstiftung des deutschen Volkes, Cusanuswerk, Evangelisches Studienwerk, Hans-Böckler-Stiftung, Stiftung der Deutschen Wirtschaft, Konrad-Adenauer-Stiftung, Heinrich-Böll-Stiftung, Friedrich-Ebert-Stiftung, Rosa Luxemburg Stiftung, Friedrich-Naumann-Stiftung und Hanns-Seidel-Stiftung. Zu Einzelheiten der Promotionskollegs siehe www.begabtenfoerderungswerke.de.

22 Das Programm „NRW Graduate Schools“ wird ab 2008 von dem Programm „NRW-Forschungsschulen“ abgelöst. Mit dem neuen Förderprogramm beabsichtigt das Land Nordrhein-Westfalen, die Doktorandenförderung auf eine breitere Basis zu stellen und Ergänzungen zur Förderlinie „Graduate Schools“ der Exzellenzinitiative vorzunehmen.

23 Insgesamt zehn Kollegs sind ab 2004 gestartet worden oder befinden sich in der Anlaufphase, darunter zwei aus den Ingenieurwissenschaften („Identifikation, Optimierung und Steuerung für technische Anwendungen“, Universitäten Erlangen-Nürnberg (Sprecheruniversität), Bayreuth und Würzburg; „Materials Science of Complex Interfaces“, Technische Universität München (Sprecheruniversität) und Universität Augsburg).

24 U. a. mit dem vom Land Niedersachsen geförderten Promotionsstudiengang „Neue Materialien mit maßgeschneiderten Eigenschaften“ an der Universität Hannover.

– Graduiertenschulen im Rahmen der Exzellenzinitiative

Die Einrichtung von Graduiertenschulen für den wissenschaftlichen Nachwuchs, die ein strukturiertes Promotionsprogramm anbieten sollen, stellt eine der drei Förderlinien der Exzellenzinitiative dar, mit der Bund und Länder eine Förderung der universitären Spitzenforschung anstreben. Dabei gehen die Graduiertenschulen insofern über das Instrument der Graduiertenkollegs hinaus, als sie die Schwerpunktbildung einer Universität durch die entsprechende Nachwuchsförderung gezielt unterstützen und dabei für die Universität und die beteiligten Fächer einen wissenschaftlichen und strukturellen Mehrwert erbringen sollen. Graduiertenkollegs verfolgen hingegen ein fokussiertes Forschungsprogramm und ihr Umfang an Beteiligten ist begrenzt. Auch Graduiertenschulen sind wie die Graduate Schools keine „Schulen“ im engen deutschsprachigen Verständnis.

Im Rahmen der Exzellenzinitiative wurden auf dem Gebiet der Ingenieurwissenschaften die folgenden Graduiertenschulen gegründet (Stand 2007):

- Aachen Institute for Advanced Studies in Computational Engineering Science (AICES), Aachen
 - Graduate School of Computational Engineering, Darmstadt
 - Erlanger Graduiertenschule für Fortschrittliche Optische Technologien, Erlangen
 - Graduate School for Computing in Medicine and Life Sciences, Lübeck
 - International Graduate School of Science and Engineering (IGSSE), München
 - Saarbrücker Graduiertenschule der Informatik, Saarbrücken
 - Graduate School for Advanced Manufacturing Engineering, Stuttgart
- In begrenztem Maße gibt es auch in den Sonderforschungsbereichen der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) Möglichkeiten zur Durchführung einer Promotion.
- Zusätzlich zu den genannten Programmen wurden in den letzten Jahren von einzelnen Universitäten oder Fakultäten eigene Promotionsstudiengänge auch in den Ingenieurwissenschaften entwickelt.

Die genannten Promotionsmodelle weisen vielfache Gemeinsamkeiten auf:²⁵

- Begrenzung der finanziellen Förderung auf in der Regel drei Jahre,
- Strukturierung der Ausbildung durch ein promotionsbegleitendes Studienprogramm (teilweise curricular organisiert),
- Angebot an Kursen zum Erwerb von Schlüsselqualifikationen,
- Etablierung von stärker formalisierten Betreuungsstrukturen.

Gemeinsam ist diesen Programmen ferner – wenn auch in unterschiedlicher Intensität – die internationale Ausrichtung, die in einem hohen Anteil ausländischer Doktoranden, einem englischsprachigen Lehrprogramm sowie der Kooperation mit ausländischen Wissenschaftlern und Institutionen ihren Ausdruck findet. Einige dieser strukturierten Promotionsmodelle richten sich explizit an die besten Absolventen. Die Auswahl der qualifiziertesten Bewerber soll durch ein wettbewerbliches und transparentes Auswahlverfahren gewährleistet werden.

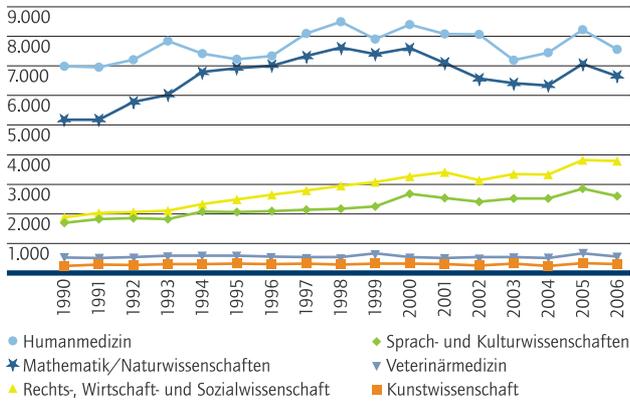
1.3 DATEN UND ZAHLEN ZUR INGENIEURPROMOTION

Im Folgenden wird der Blick auf die quantitative Entwicklung der Promotionen in den Ingenieurwissenschaften gerichtet.

Dargestellt ist die absolute Anzahl der Promotionen in Deutschland seit Beginn der 70er Jahre nach Fächergruppen (Abbildung 1a). Zu erkennen ist ein deutlicher Anstieg an abgeschlossenen Promotionen in allen Fächergruppen. Für die Ingenieurwissenschaften findet sich der Trend der Zunahme der Anzahl der Promotionen besonders bis zum Jahr 2000. Seitdem werden rund 2.200 Promotionen pro Jahr abgeschlossen (Abbildung 1b).

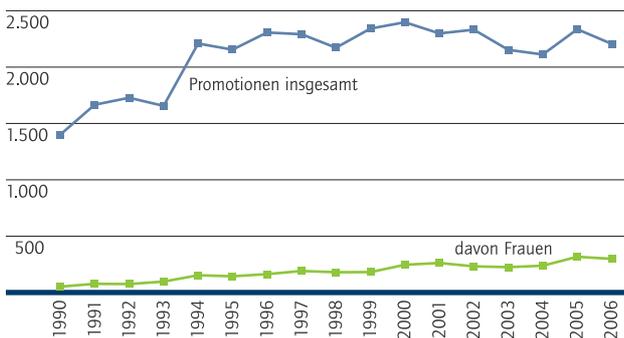
25 Berning/Falk 2006.

Abbildung 1a: Jährlich abgeschlossene Promotionen nach Fächergruppen



Quelle: Statistisches Bundesamt, 2006, Fachserie 11, Reihe 4.2

Abbildung 1b: Jährlich abgeschlossene Promotionen in den Ingenieurwissenschaften



Quelle: Statistisches Bundesamt, 2006, Fachserie 11, Reihe 4.2

Obwohl sich die Anzahl der von Frauen abgeschlossenen Promotionen seit 1992 mehr als vervierfacht hat (von 75 im Jahr 1992 auf 299 im Jahr 2006), machen sie dennoch nur rund 14% aller Promovierten in den Ingenieurwissenschaften aus (Abbildung 1b).²⁶

Die Nachfrage des Arbeitsmarktes nach promovierten Nachwuchskräften geht dabei einher mit der Entwicklung der Promotionszahlen. Anzeichen für einen außergewöhnlichen Mangel an promovierten Ingenieuren liegen nicht vor. Dass es in den Ingenieurwissenschaften einen Mangel an Absolventen überhaupt gibt, bleibt von dieser Feststellung gleichwohl unberührt (siehe Abschnitt 1.6 Nachwuchs für Innovationen - Maßnahmen gegen den Nachwuchsmangel in den Ingenieurwissenschaften).

Die von acatech aufgezeigten Wege zur weiteren Verbesserung und Stärkung der Promotion in den Ingenieurwissenschaften sollen mit dazu beitragen, dass das gegenwärtig hohe Interesse an der Promotion auch in Zukunft anhält und dass promovierte Ingenieure in Wissenschaft und Wirtschaft weiterhin den Erkenntnisgewinn in Forschung und Technik vorantreiben und damit die Voraussetzungen für innovative und international konkurrenzfähige Produkte schaffen können.

1.4 STANDPUNKTE

Verschiedene Fakultätentage (4ING), Zusammenschlüsse von Technischen Hochschulen (TU9), Interessenverbände der Industrie (VDMA) und Berufsverbände wie der VDI sprechen sich unisono für die Durchführung einer ingenieurwissenschaftlichen Promotion im Rahmen eines Beschäftigungsverhältnisses als wissenschaftlicher Mitarbeiter an einem Lehrstuhl aus. Auch wissenschaftspolitische Organisationen wie der Wissenschaftsrat und die Deutsche Forschungsgemeinschaft unterstreichen die spezifische Bedeutung der „Assistenz-Promotion“ für die Ingenieurwissenschaften. Offenheit besteht in den verschiedenen Standpunkten für eine Weiterentwicklung der Promotionsphase zur weiteren Verbesserung und Qualitätssicherung des Kompetenzerwerbs und der wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit.

Im Folgenden werden ausgewählte Standpunkte zur Ingenieurpromotion zusammenfassend wiedergegeben:

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA)

Der VDMA hat in einer Promotionsstudie Unternehmen, Doktoranden und bereits promovierte Ingenieure aus der Industriepraxis nach ihren Erfahrungen im Zuge der Ingenieurpromotion befragt.²⁷ Demnach zeigten sich 85% der befragten Unternehmen zufrieden oder sehr zufrieden mit den Ausbildungs- und Berufsleistungen der bei ihnen beschäftigten promovierten Ingenieure. Besonderes Qualitätsmerkmal der Promotionen seien die vielfältigen Forschungs Kooperationen zwischen Universität und Industrie, die es ermöglichten, dass Doktoranden frühzeitig mit praxisnahen Forschungsthemen in Berührung kämen. 68% der Unternehmen haben angegeben, dass die dabei entstehende Forschungskompetenz ihnen sehr wichtig sei. Auch 85% der befragten promovierten Ingenieure mit Industrieerfahrung beur-

26 Statistisches Bundesamt, 2006, FS 11 Reihe 4.2.

27 VDMA 2006.

teilten die Promotion als wichtigen Erfolgsfaktor. Ungeachtet der weitgehend positiven Einschätzungen gebe es in der Gestaltung der Promotionsphase noch Handlungsbedarf: Obwohl rund zwei Drittel der oberen Managementfunktionen mit Ingenieuren besetzt würden, bewerteten die Unternehmen die dafür benötigten Kompetenzen bei den Dr.-Ingenieuren als nur schwach ausgeprägt. Defizite gebe es beispielsweise im Projektmanagement sowie in der Kenntnis von Unternehmensstrukturen oder von Managementmethoden.

Der VDMA schlägt in seinem Positionspapier vor, den Kompetenzerwerb in diesem Bereich zu stärken. Wie die Untersuchung zeige, könnten dafür Ressourcen in der Mitarbeiterführung und -entwicklung genutzt werden. So erhielten die Doktoranden nach ihren eigenen Angaben zu wenig fachliche und persönliche Rückmeldung, es würden kaum Elemente der Zielvereinbarung genutzt und professionelles Projektmanagement komme eher selten zum Einsatz. Die Teilnahme an Doktorandenprogrammen könnte aus Sicht des VDMA eine sinnvolle Ergänzung sein, sollte aber die bewährte Form der Promotion als wissenschaftlicher Mitarbeiter keinesfalls ersetzen.

In der Frage der Promotionsdauer sieht der VDMA einen Zeitraum von in der Regel nicht länger als vier Jahren als ausreichend an. Die vom VDMA befragten Unternehmen und Doktoranden hatten bezüglich der optimalen Promotionsdauer jedoch unterschiedliche Vorstellungen: 61 % der Unternehmen sprachen sich für unter drei Jahren aus, 33 % der Unternehmen hielten drei bis vier Jahre für angemessen. Die Doktoranden sahen einen längeren Zeitraum als ideal an, 46 % von ihnen drei bis vier Jahre und 42 % vier bis fünf Jahre.

Auch zum akademischen Grad des Doktor-Ingenieurs hat sich der VDMA geäußert: Das international bei Unternehmen und Hochschulen etablierte „Label ‚Dr.-Ing.‘“ sollte beibehalten werden.

Dachvereinigung der vier Ingenieurfakultätentage (4ING)²⁸

4ING hat im September 2006 ein Positionspapier zur Ingenieurpromotion²⁹ verabschiedet, das von zahlreichen Verbänden und Gruppierungen der Ingenieurpraxis unterstützt wird.³⁰ 4ING spricht sich dafür aus, den gegenwärtigen Weg zur Promotion in den Ingenieurwissenschaften zu erhalten und weiter zu entwickeln: Die Promotion in Deutschland mit einer Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter sei weltweit anerkannt und dürfe nicht „verschult“ werden. In der Forschung spielten Doktoranden eine tragende Rolle. Zugleich übernahmen sie vielfältige Aufgaben im laufenden Betrieb der Institute, etwa indem sie Drittmittel akquirierten und Projekte managten, wobei sie in Methoden der Präsentation und Teamleitung geschult würden. Diese „außerfachlichen“ Kompetenzen seien auf dem Arbeitsmarkt wichtig und international nachgefragt, heißt es in dem Papier. Damit plädiert 4ING gegen stark formalisierte Promotionsstudiengänge im Zuge der Internationalisierung akademischer Abschlüsse. Die Promotionsphase wird primär als berufliche Tätigkeit und nicht als Ausbildung angesehen.

Zusammenschluss von neun Technischen Universitäten in Deutschland (TU9)³¹

Der Verband TU9 sieht die Erlangung des Doktorgrades in den Ingenieurwissenschaften als das Ergebnis selbst verantworteter Forschertätigkeit an, die in der Regel im Rahmen einer Beschäftigung als wissenschaftlicher Mitarbeiter einer Forschungseinrichtung ausgeübt werde. TU9 begrüßt eine Weiterentwicklung der Promotion in Richtung einer strukturierten Doktorandenausbildung, was aber nicht eine „Verschulung“ der Promotionsphase bedeuten dürfe. Der Effekt der hochwertigen Kompetenzentwicklung und ingenieurwissenschaftlichen Weiterbildung werde

28 4ING versteht sich als der Dachverein „Fakultätentage der Ingenieurwissenschaften und der Informatik an Universitäten“. 4ING vertritt mehr als 127 Fakultäten/Fachbereiche und Abteilungen von Universitäten, Technischen Universitäten und Hochschulen aus dem deutschsprachigen Raum. Diese stellen mehr als 90% des universitären Studienangebotes und der Forschung in den Fächern Bauingenieurwesen, Geodäsie, Maschinenbau, Verfahrenstechnik, Elektrotechnik und Informationstechnik sowie Informatik.

29 4ING 2006.

30 Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. (ZVEI), Bundesingenieurkammer, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA), VDE Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e.V., Hauptverband der Deutschen Bauindustrie, AMA Fachverband für Sensorik e.V., Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), VGB PowerTech e.V., Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. (DECHEMA). Auch acatech unterstützte seinerzeit das Positionspapier.

31 Der TU9 versteht sich als Verband der neun führenden Technischen Universitäten in Deutschland: RWTH Aachen, TU Berlin, TU Braunschweig, TU Darmstadt, TU Dresden, Universität Hannover, Universität Karlsruhe (TH), TU München, Universität Stuttgart. An TU9 Universitäten sind derzeit rund 204.000 Studierende immatrikuliert (rund 10% aller deutschen Studierenden). In Deutschland stammen 56% der Universitätsabsolventen in den Ingenieurwissenschaften von TU9-Universitäten. Rund 57% der Promotionen in den Ingenieurwissenschaften werden an TU9-Universitäten durchgeführt.

insbesondere durch „learning by doing“ erzielt. Er ginge verloren, wenn die Ingenieurpromotion in der Art eines Studienprogramms curricular geregelt würde.

Die zügige Durchführung einer Promotion ist für die TU9-Mitglieder ein wichtiges Ziel. Daher solle der Promotionszeitraum inklusive der sonstigen akademischen Tätigkeit die Dauer von fünf Jahren nicht überschreiten. Forschungsinhalte sollten so bemessen sein, dass sie innerhalb von drei Personenjahren bearbeitet werden können.³²

Conference of European Schools of Advanced Engineering Education and Research (CESAER)³³

Auch die europäische Organisation CESAER hat sich zur Promotion in den Ingenieurwissenschaften geäußert.³⁴ Nach Auffassung von CESAER stellt die Promotion nicht die dritte Stufe des Studiums dar, sondern ist als die erste Stufe selbst verantwortlicher Forschertätigkeit aufzufassen, in der auf eine wissenschaftliche Laufbahn und auch auf eine berufliche Funktion in der Wirtschaft vorbereitet wird. Die individuelle Forschungsleistung bilde den zentralen Baustein einer Promotion; enge curriculare Vorgaben für die Durchführung eines Promotionsvorhabens werden von CESAER als nicht sinnvoll erachtet. Die zügige Durchführung einer Promotion sei ein wichtiges Ziel und erfordere optimale Rahmenbedingungen in der Betreuung und der Ausstattung. Hierfür sei in der Regel ein Zeitraum von drei bis fünf Jahren erforderlich.

Verein Deutscher Ingenieure (VDI)

Der VDI unterstreicht, dass die „Assistenz-Promotion“ auch in Zukunft der Regelfall für Promotionen im Ingenieurbereich sein wird.³⁵ Im Zuge der Weiterentwicklung wird von einer stärkeren Strukturierung der Promotionsphase ausgegangen. Die Strukturierung solle die über die Forschung hinausgehenden Elemente der Promotionsphase in den Ablauf einbetten und eine Beschränkung der Dauer auf etwa vier Jahre sicherstellen. Den überfach-

lichen Aktivitäten wird eine besondere Bedeutung zugeordnet. Die überfachlichen Aktivitäten auf Projekt- und Institutsebene sollen durch spezifische überfachliche Angebote der zugehörigen Fakultät ergänzt werden. Die ingenieurwissenschaftliche Promotion solle auch zukünftig einerseits Voraussetzung für eine akademische Laufbahn und andererseits von besonderer Bedeutung für Forschungs- und Leitungsaufgaben in der Industrie sein.

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Die DFG hat in ihren Thesen und Empfehlungen zur universitären Ingenieurausbildung³⁶ festgehalten, dass die Ingenieurpromotion in der Regel in einem festen Beschäftigungsverhältnis als wissenschaftlicher Mitarbeiter in konkreten Forschungsprojekten erfolgt. Sie ist eingebunden in und verknüpft mit dem Lehr- und Forschungsauftrag der Universität. Diese Art der Promotion soll als Regelfall beibehalten werden. In Ergänzung dazu sollen Graduierten- oder Promotionskollegs dort eingerichtet werden, wo sich Forschungsverbände mit interdisziplinärem Charakter auf gemeinsame Forschungsaufgaben konzentrieren. Zur Sicherung vergleichbarer Standards bei der Doktorandenausbildung sollen „Graduate Schools of Engineering“ gebildet werden, die auch promotionsbegleitende Seminare und Fortbildungsveranstaltungen anbieten, so die DFG.

Wissenschaftsrat

Auch der Wissenschaftsrat erkennt an, dass viele Dissertationen im Rahmen eines Beschäftigungsverhältnisses als wissenschaftlicher Mitarbeiter erarbeitet werden, was insbesondere für die Ingenieurwissenschaften kennzeichnend ist.³⁷ Um die Attraktivität des Promovierens in dieser Form weiter zu verbessern, schlägt der Wissenschaftsrat die Entlastung von promotionsfernen Tätigkeiten, eine Qualitätssicherung durch klare Verantwortlichkeiten sowie eine angemessene finanzielle Ausstattung von Qualifikationsstellen vor. Auch sollte allen Doktoranden Zeit für die Teilnahme am Studienprogramm eines Promotionskollegs zur Verfügung stehen.

32 TU9 2007.

33 CESAER is an international association of some 50 leading European universities and schools specialized in engineering and research.

34 CESAER 2008.

35 VDI 2008.

36 DFG 2004.

37 Wissenschaftsrat 2002.

1.5 DAS acatech PROJEKT „ZUKUNFT DER INGENIEUR-PROMOTION“

Das acatech Projekt „Zukunft der Ingenieurpromotion“ hat insbesondere die gemeinsamen Erklärungen der europäischen Wissenschaftsminister zum Bologna-Prozess zum Anlass genommen, der Frage nachzugehen, welche Auswirkungen damit auf die Ingenieurpromotion in Deutschland verbunden sind. Dabei gilt es einerseits, die nationalen Besonderheiten bei der Umsetzung des Bologna-Prozesses zu berücksichtigen, und andererseits, die sich ergebenden Chancen, sich mit dem Verlauf, den Rahmenbedingungen und den Ergebnissen der Promotionsphase in den Ingenieurwissenschaften an deutschen Universitäten kritisch auseinanderzusetzen und Verbesserungspotentiale zu identifizieren, nicht ungenutzt zu lassen. Ziel des acatech Projektes „Zukunft der Ingenieurpromotion“ war es, bestehende Stärken der Promotion in den Ingenieurwissenschaften an Universitäten in Deutschland zu benennen und Wege zu deren weiteren Verbesserung aufzuzeigen.

Die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses ist Gegenstand von zahlreichen Studien und Untersuchungen (eine vollständige Aufstellung findet sich bei Berning/Falk³⁸). Für den Bereich der Ingenieurwissenschaften sind diese empirischen Erhebungen jedoch nicht ausreichend differenziert und berücksichtigen die Besonderheit dieser Fachkultur nicht so angemessen, als dass sich zuverlässige Aussagen zur Nachwuchsausbildung und -förderung für Ingenieure ableiten ließen.

Aus diesem Grund hat acatech das Center of Higher Education Policy Studies der Universität Twente/Niederlande (CHEPS) mit der Durchführung folgender Befragungen beauftragt, um mehr über das tatsächliche Promotionsgeschehen in den Ingenieurwissenschaften an deutschen Universitäten zu erfahren:

- Befragung von Professoren aus den Ingenieurwissenschaften und der Informatik (siehe Kapitel 2)

Ausgewählt, angeschrieben und befragt wurden Hochschullehrer aus verschiedenen Fachrichtungen der Ingenieurwissenschaften (Bauingenieurwesen, Elektrotechnik/Informationstechnik, Maschinenbau/Verfahrenstechnik) und der Informatik, die zu ihren Erfahrungen und Einschätzungen der Betreuung von Doktoranden befragt wurde. Die Befragung sollte neben Merkmalen des Umfelds der Doktoranden insbesondere Methoden zur Sicherstellung des wissenschaftlichen Niveaus und zur Kontrolle des Zeitrahmens sowie begleitende Aktivitäten für die Vermittlung von „Soft skills“ erheben.

Innerhalb dieser Befragung wurden Angaben zu Größe und Forschungsintensität des Instituts/Lehrstuhls, Auswahl von Doktoranden, Themenfindung der Promotionsarbeiten, Einbindung in und Qualifizierung für Lehre, Betreuung und Weiterbildung, Dauer der Promotion, zu bewährten Maßnahmen der Promotionsförderung und zu Vorschlägen für die (weitere) Verbesserung der Doktorandenausbildung ermittelt.

- Befragung von Promovierten aus den Ingenieurwissenschaften und der Informatik (siehe Kapitel 3)

Befragt wurden jüngere, bereits promovierte Ingenieure und Informatiker, die ihre Promotion erst vor wenigen Jahren abgeschlossen haben und in Wirtschaft oder Wissenschaft tätig sind. Aus dem Rückblick der ehemaligen Doktoranden sollten Anregungen für die zukünftige Ausgestaltung der Promotionsphase gewonnen werden.

Die Promovierten wurden um Aussagen zu ihrem Weg zur Promotion (Rekrutierung, Festlegung des Promotionsthemas), zu verschiedenen Aspekten des Promotionsprozesses (Betreuung und Unterstützung, interne und externe Einbindung), zur Dauer ihrer Promotion, zur Bedeutung der Promotion für die Berufstätigkeit und zu Vorschlägen für die (weitere) Verbesserung der Doktorandenausbildung gebeten.

Die Befragungen der Professoren und der Promovierten wurden dabei maßgeblich von 4ING, dem Dachverein der Fakultätentage der Ingenieurwissenschaften und der Informatik an Universitäten, mitgetragen. Bei der Befragung der Promovierten hat der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) wertvolle Unterstützung geleistet.

Um detailliertere Kenntnisse über die internationalen Besonderheiten der Promotionsphase in den Ingenieurwissenschaften zu erhalten, hat acatech zudem CHEPS mit der Erstellung von Länderstudien für verschiedene europäische Länder (England, Italien, Frankreich, Schweden) und für die Vereinigten Staaten von Amerika beauftragt (siehe Kapitel 5).

Auf gemeinsame Initiative von acatech und des Verbandes Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) kamen im April 2007 zudem Vertreter von Politik, Hochschule und Wirtschaft in einem Round-Table-Gespräch zusammen, um gemeinsam die Folgen des Bologna-Prozesses für die Ingenieurpromotion in Deutschland zu erörtern.

acatech hat darüber hinaus im Januar 2008 einen internationalen Workshop zum Thema „Future of the Engineering Doctorate in Germany“ veranstaltet, in dessen Rahmen Experten aus Irland, Italien, Frankreich und Belgien über Rahmenbedingungen, Verlauf und Ergebnisse der Promotionsphase in den Ingenieurwissenschaften in ihren Heimatländern berichteten.

Die Empfehlungen von acatech zur Zukunft der Ingenieurpromotion stützen sich auf die genannten Befragungen, Erhebungen und Beratungen.

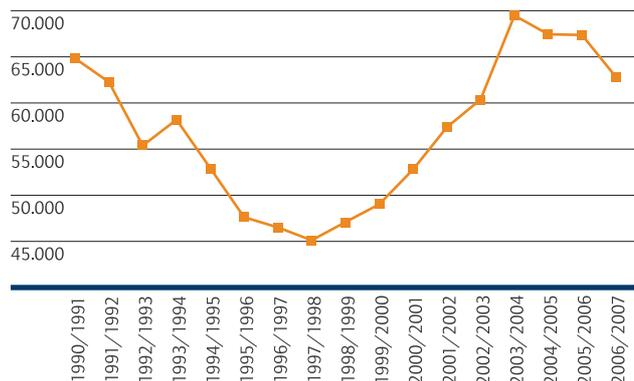
1.6 NACHWUCHS FÜR INNOVATIONEN – MASSNAHMEN GEGEN DEN NACHWUCHSMANGEL IN DEN INGENIEURWISSENSCHAFTEN

Die attraktive Gestaltung der Promotionsphase kann junge Menschen nach erfolgreichem Abschluss ihres Studiums dazu bewegen, eine Promotion in Betracht zu ziehen und sich auf diese Weise auf die Übernahme von Führungsfunktionen in Industrie und Wissenschaft vorzubereiten. Dies ist umso bedeutsamer, da sich seit geraumer Zeit im Bereich der Technik und Naturwissenschaften ein beunruhigender Trend abzeichnet: In Deutschland wird eine Abkehr von technischen und naturwissenschaftlichen Berufen erkennbar. Weder positive Entwicklungen am Arbeitsmarkt noch gezielte Bemühungen von Politik und Wirtschaft konnten bisher dem Fachkräftemangel spürbar entgegenwirken, der durch die demographische Entwicklung zusätzlich beeinträchtigt wird. Die folgenden Zahlen machen besonders deutlich, um welche Herausforderungen es geht:³⁹

- Der bestehende Fachkräftemangel in Deutschland droht sich aufgrund der demografischen Entwicklung weiter zu verschärfen. So werden bis zum Jahr 2010 jährlich etwa 37.000, nach 2015 sogar jährlich etwa 43.000 Ingenieure altersbedingt aus dem Erwerbsleben ausscheiden. Pro Jahr schließen aber nur etwa 40.000 junge Menschen ihre ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge ab – diese decken somit gerade einmal den Ersatzbedarf der Unternehmen.

- Die Zahl der Studienanfänger in den Ingenieurwissenschaften (1. Hochschulsesemester) zeigte lange Zeit eine stark rückläufige Entwicklung (Abbildung 2). So lag im Studienjahr 1997 / 1998 die Zahl von rund 45.100 Studienanfängern um rund 30% unterhalb des Ausgangsniveaus von 1990 (rund 64.800 Studienanfänger). Erst danach setzte ein Umschwung ein. Im Ergebnis des anschließenden kontinuierlichen Anstiegs lag die Zahl der jährlichen Studienanfänger erst im Studienjahr 2003/2004 wieder über der Zahl von 1990 (rund 69.500 Anfänger). Im Studienjahr 2004/2005 ging die Anfängerzahl – parallel zu den Studienanfängern insgesamt – wieder zurück. Die rückläufige Entwicklung der Erstsemesterzahlen in den Ingenieurwissenschaften setzte sich bis zum Jahr 2006 weiter fort.

Abbildung 2: Studienanfänger in Deutschland (1. Hochschulsesemester) der Studienjahre*) 1990 bis 2006 in den Ingenieurwissenschaften



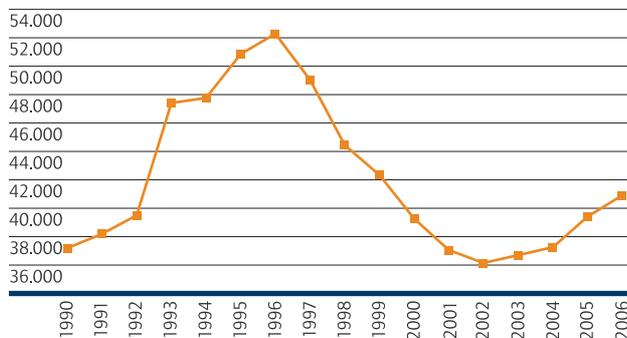
* Studienjahr: Sommersemester und nachfolgendes Wintersemester

Quelle: Statistisches Bundesamt, 2006, Fachserie 11, Reihe 4.1

- Nach einem zwischenzeitlichen Hoch in 1996 sank die Zahl der Absolventen in den Ingenieurwissenschaften kontinuierlich und erreichte im Jahr 2002 mit rund 36.200 einen Tiefpunkt (Abbildung 3). In 2003 und 2004 stieg die Zahl der Absolventen wieder geringfügig an, in den Jahren 2005 und 2006 etwas deutlicher. Trotz des leichten Anstiegs blieb sie im Jahr 2006 mit rund 41.000 deutlich unter dem Niveau von 1996.

39 Vgl. ausführlich Egelin/Heine 2007.

Abbildung 3: Absolventen in den Ingenieurwissenschaften (1990–2006), einschließlich Promotionen



Quelle: Statistisches Bundesamt, 2006, Fachserie 11, Reihe 4.2.

- Die Studienabbruchquote (Anteil der Studienanfänger, die das Studium ohne Abschluss beenden und das Hochschulsystem verlassen) lag 1999 in den universitären Ingenieurwissenschaften bei 26 %, für das Jahr 2002 bei 30 %, im Jahr 2004 bei 28 % und im Jahr 2006 bei 25 %. Die Abbruchquoten in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen liegen damit über dem Durchschnitt aller universitären Studiengänge (zwischen 22 % und 25 % seit Anfang der 1990er Jahre, d. h. etwa jeder vierte Studienanfänger eines Jahrgangs beendet das begonnene Studium ohne Abschluss).⁴⁰
- Der Anteil von Frauen unter den Studienanfängern (20,6 % im Jahr 2006) und Absolventen (22,3 % im Jahr 2006) der Ingenieurwissenschaften ist noch immer gering.⁴¹ Nicht zuletzt durch die Diskussion über Handlungsoptionen zur Behebung des Fachkräftemangels sind verschiedene Initiativen gestartet worden, um Studentinnen in das Studium und Ingenieurinnen nach erfolgreichem Studium in Wirtschaft und Wissenschaft zu integrieren sowie eine erfolgreiche berufliche Entwicklung zu unterstützen. Dies umfasst Maßnahmen in Universitäten und Unternehmen für ein zielgruppenspezifisches Recruiting und spezifische Orientierungshilfen (Mentoring-Programme) bis hin zu Programmen zum Aufbau weiblichen Führungsnachwuchses. In diesem Zusammenhang sind auch Maßnahmen für eine „Work-Life-Balance“, insbesondere zur Vereinbarkeit von Beruf und Familie für junge Ingenieurinnen und Ingenieure wichtig für die weitere Berufs- und Karriereplanung.⁴²

Die von acatech aufgezeigten Wege zur weiteren Verbesserung und Stärkung der Promotion in den Ingenieurwissenschaften sollen auch dazu beitragen, die Attraktivität und die Chancen des Ingenieurberufs in all seinen Facetten zu unterstreichen und auf diese Weise die Neigung junger Menschen zur Aufnahme eines Ingenieurstudiums zu erhöhen.

Die acatech Empfehlungen zur Zukunft der Ingenieurpromotion sind daher eingebettet in breit angelegte Aktivitäten von acatech zur Förderung naturwissenschaftlich-technischer Interessen und Kompetenzen und zur Unterstützung einer entsprechenden Studien- und Berufswahl. Dazu gehörten beziehungsweise gehören u. a. folgende Vorhaben:

- Das Projekt „Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften“, das gemeinsam mit dem Verband Deutscher Ingenieure (VDI) durchgeführt wird und sich auf die Beobachtung individueller Motive und Einschätzungen von Naturwissenschaften und Technik konzentriert.
- Im acatech Projekt „Motivation durch Modellprojekte und Studienwahlverhalten“ werden die Effekte der zahlreichen Modellvorhaben (z. B. Girls Days, Schülerlabore, Kinderuniversitäten etc.) untersucht, mit denen versucht wird, Schülerinnen und Schüler für die Gestaltung und Entwicklung von Technik zu begeistern.
- Nicht zuletzt hat acatech die „Plattform zur Förderung des technisch-naturwissenschaftlichen Nachwuchses“ ins Leben gerufen. Umfassend untersucht werden die verschiedenen Ursachen des sich abzeichnenden Fachkräftemangels und es wird eine Gesamtstrategie zur Förderung des technisch-naturwissenschaftlichen Nachwuchses entwickelt.

Grundsätzlich wird die Nachwuchsförderung in den kommenden Jahren einen Schwerpunkt der Aktivitäten von acatech bilden.

40 Heublein/Schmelzer/Sommer 2008.

41 Alle Angaben: Statistisches Bundesamt, Fachserie 11, Reihe 4.1 bzw. Reihe 4.2.

42 Siehe auch Empfehlung 6.11: Gezielte Förderung von Frauen.

2 DIE PROFESSORENBEFRAGUNG

2.1 VORGEHEN

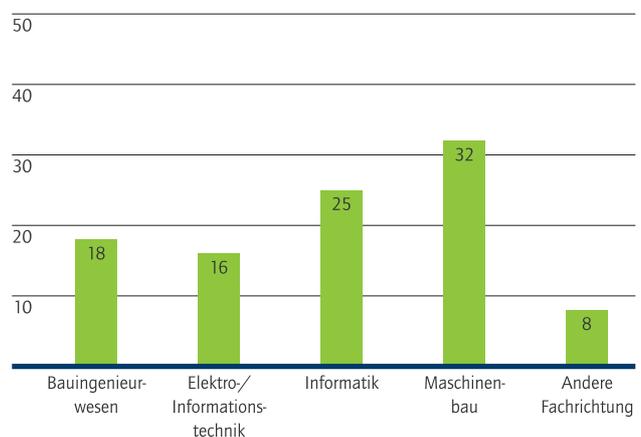
Um zu generalisierbaren Resultaten zu gelangen, wurde das Vorgehen einer schriftlichen Befragung gewählt. Die Befragung wurde maßgeblich durch 4ING, dem Dachverein der Fakultätentage der Ingenieurwissenschaften und der Informatik an Universitäten, mitgetragen, um eine möglichst große Anzahl von zu befragenden Professoren zu erreichen. Auf diese Weise wurden alle ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten an deutschen Universitäten von acatech angeschrieben und um die Teilnahme an der Befragung gebeten.

Die schriftliche Befragung wurde von November 2007 bis zum Januar 2008 durchgeführt. Der Professorenfragebogen umfasste insgesamt 37 Fragen. Der Fragebogen wurde teilstandardisiert konzipiert und hatte neben geschlossenen auch zahlreiche offene Fragen sowie Raum für zusätzliche Anmerkungen. Die absolute Anzahl von über vierhundert Antworten (siehe Abschnitt 2.2) von Professoren lässt differenzierte statistische Auswertungen zu.

2.2 DATENBASIS

Insgesamt nahmen 417 Professoren aus verschiedenen Fachrichtungen der Ingenieurwissenschaften und der Informatik an der Befragung teil. Fast jeder dritte der Befragten⁴³ ordnete sich der Fachrichtung Maschinenbau/Verfahrenstechnik zu (32%), an zweiter Stelle rangierte die Fachrichtung Informatik mit einem Anteil von 25%. Danach folgen Bauingenieurwesen (18%) sowie die Fachrichtung Elektrotechnik/Informationstechnik (16%). Die übrigen Befragten (8%) ordneten sich anderen Fachrichtungen zu, wobei hier die Fachrichtungen Geodäsie/Geoinformatik und Mechatronik besonders häufig genannt wurden.

Abbildung 4: Fachrichtung der Befragten (Anteile in Prozent)



Mit dem Sample wird ein breites Spektrum verschiedener Institutsgößen in Bezug auf deren Anzahl beschäftigter wissenschaftlicher Mitarbeiter abgedeckt. Auch hinsichtlich der Berufserfahrung als Professoren konnte eine große Varianz erreicht werden: Sowohl Professoren, die schon vor 1990 ihren Lehrstuhl innehatten, wie auch Professoren, die nach dem Jahr 2000 Lehrstuhlinhaber wurden, sind unter den Befragten zu finden.

Von diesen Befragten wurden in den vergangenen fünf Jahren insgesamt 2.868 Promotionen erfolgreich begleitet. Der größte Teil dieser Promotionen (50%) wurde in der Fachrichtung Maschinenbau/Verfahrenstechnik abgeschlossen.

In diesen Zahlen sind auch die Promotionen von Ausländern enthalten, insgesamt wurden in den letzten fünf Jahren 451 Promotionen von Ausländern erfolgreich abgeschlossen, dies sind 15% aller abgeschlossenen Promotionen. Der größte Teil ausländischer Promovierter findet sich in der Fachrichtung Maschinenbau/Verfahrenstechnik mit 201 abgeschlossenen Promotionen.

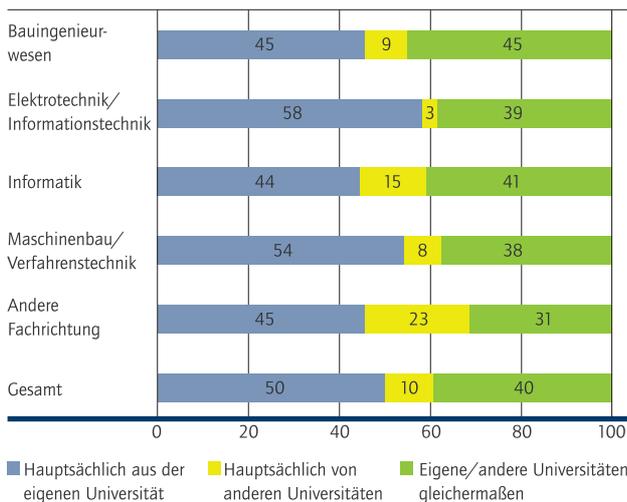
⁴³ Gemeint sind befragte Professoren, die auf den Fragebogen eine Antwort übermittelten.

2.3 ERGEBNISSE

Die wesentlichen Ergebnisse der Professorenbefragung sind:⁴⁴

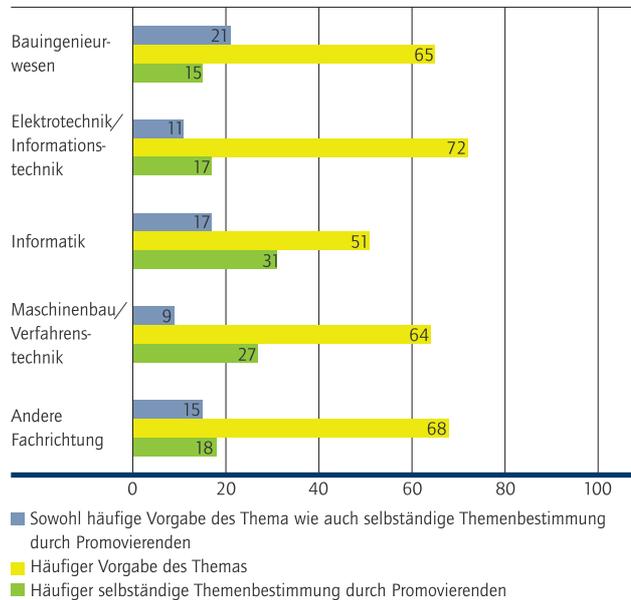
- Bei der Rekrutierung von Doktoranden (Abbildung 5) wenden die Professoren verschiedenartige Strategien und Instrumente an. Die Rekrutierung aus den Studierenden bzw. Absolventen der eigenen Universität spielt dabei eine herausragende Rolle: Jeder zweite Professor sucht sich seine Doktoranden im Wesentlichen in dieser Gruppe. Auswahlinstrumente sind dabei vor allem das Bewerbungsgespräch, aber auch die Leistungen des Bewerbers in der Diplom- bzw. Masterarbeit sowie als studentische Hilfskraft am Lehrstuhl sind hier von Bedeutung.

Abbildung 5: Rekrutierung von Doktoranden, nach Fachrichtungen, Anteile in Prozent



- Die Promotionsthemen werden auf unterschiedliche Weise gefunden (Abbildung 6): 62 % der Professoren geben an, dass sie ihren Promovierenden das Promotionsthema in einem gewissen Ausmaß grob vorgeben und dann gemeinsam mit dem Doktoranden im Promotionsverlauf weiter spezifizieren. 24 % sagen aus, dass bei ihnen die gemeinsame Themenfindung von Doktorand und Professor auf einem Vorschlag des Doktoranden aufbaut. Weitere 14 % der Professoren benutzen beide Vorgehensweisen. Generell bestand für die Doktoranden die Möglichkeit, dass sie, auch bei Vorgabe des Themas, selbständig die Fragestellung spezifizieren und die Bearbeitungsweise bestimmen konnten.

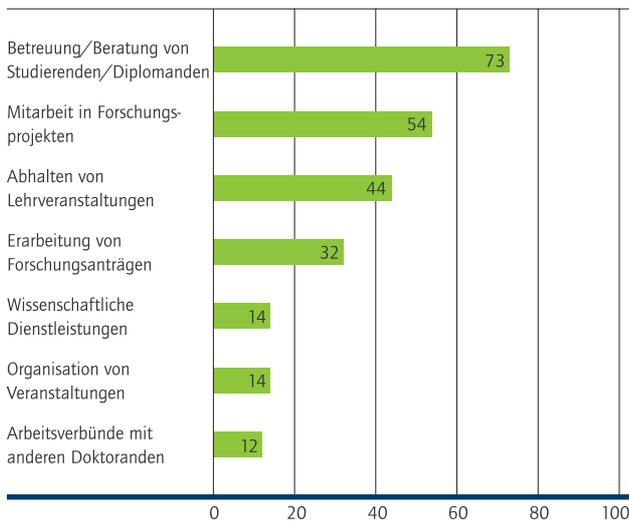
Abbildung 6: Verfahren bei der Festlegung des Promotionsthemas, Anteile in Prozent



- Insgesamt 89% der Professoren geben an, dass sie ihre Doktoranden im Wesentlichen selbst betreuen. Dabei setzen 61 % Arbeits- und Zeitpläne ein, um die rechtzeitige Fertigstellung der Promotion zu sichern. 92 % der Professoren bitten den Doktoranden um einen regelmäßigen Bericht über den Stand der Promotionsarbeiten.
- Die Ausbildung während der Promotionsphase wird durch eine Vielzahl von Mitteln gewährleistet. Besonders bewährte Maßnahmen in der Promotionsförderung sind für die Professoren die regelmäßige, persönliche Unterstützung ihrer Doktoranden, die Einbindung der Doktoranden in die Forschungsarbeit am Lehrstuhl sowie das Doktorandenkolloquium. Letzteres wird von 72 % der Professoren als besonders förderlich angesehen. Weitere Ausbildungsveranstaltungen – wie etwa Fachvorlesungen – werden von etwa der Hälfte der Befragten genannt. Diese Veranstaltungen dienen zumeist der fachlichen Qualifizierung, die Ausbildung von „Soft skills“ spielt hier nur eine untergeordnete Rolle.
- 73 % der befragten Professoren berichten, dass die Doktoranden neben der Arbeit an ihrer Dissertation häufig bzw. sehr häufig Diplomanden und Studierende betreuen (Abbildung 7). An zweiter Stelle findet sich die Mitarbeit in Forschungsprojekten: Mehr als die Hälfte der Befragten gibt dieses an. Die Organisation von Veranstaltungen oder Arbeitsverbände mit anderen Doktoranden spielen diesen Tätigkeiten gegenüber eher eine untergeordnete Rolle.

44 Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse der Professorenbefragung findet sich in Anhang A 2.

Abbildung 7: Häufig durch Doktoranden übernommene Tätigkeiten (neben der Dissertation), Anteile in Prozent, Antwortkategorien 1 und 2 (Die Antwortkategorien „sehr häufig“ und „häufig“ sind Antwortkategorien auf einer Skala von 1 „sehr häufig“ bis 6 „sehr selten“.)



- 50% der Professoren geben an, dass sie ihre Doktoranden für die Lehre qualifizieren, und mehr als zwei Drittel evaluieren deren Lehre. Die Qualifikation für die Lehre erfolgt durch die Teilnahme der Doktoranden an den hochschuldidaktischen Fortbildungsmaßnahmen der Hochschule, vor allem aber durch das persönliche Engagement der Professoren, die gemeinsam mit den Doktoranden das Lehrmaterial erarbeiten, durchsprechen und deren rhetorische Fähigkeiten schulen.
- 95% der Professoren erwarten, dass die Doktoranden vor dem Einreichen ihrer Dissertationsschrift schon erfolgreich publiziert haben. Als wichtig erachten sie vor allem Beiträge zu internationalen Konferenzen (92%) oder Aufsätze in in-

ternationalen, reviewten Zeitschriften (72%). Ein Viertel der Professoren spezifiziert dabei die Mindestanzahl der Publikationen, die vor der Promotion vorliegen müssen: Durchschnittlich erwarten sie 4,3 Veröffentlichungen.

- Den Erfahrungen der Professoren zufolge beträgt die mittlere Bearbeitungszeit einer Promotion etwa 4,5 Jahre, die gesamte Dauer einer Promotion durchschnittlich 4,8 Jahre (Tabelle 1).
- Die Themenfindung benötigt nach Beobachtung der Professoren durchschnittlich 11 Monate. Bei Vorgabe des Arbeitsgebietes liegt das Promotionsthema nach 9,7 Monaten fest, bei selbständiger Suche des Themas durch den Doktoranden nach 13,7 Monaten.
- Veränderungen in der Doktorandenausbildung an ihrem Lehrstuhl planen nur etwa 36% der Professoren. Vor allem die Einführung bzw. der Ausbau des Doktorandenkolloquiums sowie die Ermöglichung von Weiterbildung vor allem im Bereich der „Soft skills“ spielen dabei eine wichtige Rolle.
- Die Notwendigkeit für eine weitere Veränderung der Promotionsphase wird von einem großen Teil der Professoren nicht gesehen. Sie sehen eher die Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Promotion wie die Sicherstellung der Finanzierung oder die Reduzierung von Verwaltungsaufwand als erforderlich an.
- Im Hinblick auf die Umwandlung der Promotion in den Ingenieurwissenschaften in einen dritten Studienabschnitt sind überwiegend kritische und nur wenige positive Stimmen festzustellen. Kritisiert wird eine ‚Verschulung‘, die den Charakter der Promotion in den Ingenieurwissenschaften grundlegend verändern würde: Die Promotionsphase wäre nicht mehr eine erste Phase der Berufstätigkeit. Positive Stimmen nennen dagegen die Chance einer interdisziplinären, systematischen Ausbildung der Doktoranden.

Tabelle 1: Promotionsdauer, nach Fachrichtung, Mittelwerte in Jahren

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/ Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/ Verfahrenstechnik	Andere Fachrichtung	Gesamt
Dauer der Promotion bis zum Einreichen der Arbeit (in Jahren)	4,6	4,3	4,4	4,5	4,3	4,5
Zeitspanne zwischen Abgabe der Arbeit und mündlicher Prüfung (in Jahren)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Dauer der Promotion insgesamt (in Jahren)	4,9	4,6	4,7	4,8	4,6	4,8

Legende: Unter Promotionsdauer wird der gesamte Zeitraum zwischen Studien- und Promotionsabschluss verstanden.

3 DIE PROMOVIERTENBEFRAGUNG

3.1 VORGEHEN

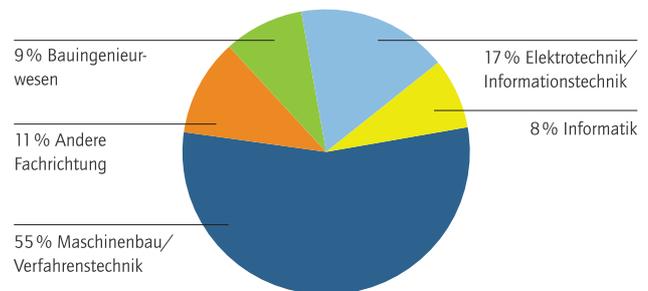
Vergleichbar zu der Befragung der Professoren wurde auch bei der Promoviertenbefragung ein schriftlicher Fragebogen verwendet, der im Aufbau dem der Professorenbefragung entsprach und insgesamt 30 Fragen umfasste. Der Fragebogen wurde an bereits promovierte, in der privaten Wirtschaft berufstätige Ingenieure und Informatiker versendet, die ihre Promotion erst im Zeitrahmen von zwei bis fünf Jahren vor der Befragung abgeschlossen hatten. Zum einen handelte es sich bei den Befragten um Promovierte, die im Verein Deutscher Ingenieure organisiert (VDI) sind. Der VDI hat hier eine wertvolle Unterstützung geleistet. Zum anderen wurde bei den befragten Professoren (zu Einzelheiten der Professorenbefragung siehe Kapitel 2) nachgesucht, ehemalige Doktoranden zu benennen. Die Personen wurden von acatech angeschrieben und um die Teilnahme an der Befragung gebeten. Die schriftliche Befragung wurde von November 2007 bis zum Februar 2008 durchgeführt.

Die absolute Anzahl von mehr als dreihundert Antworten (siehe Abschnitt 3.2) von Promovierten lässt auch bei dieser Befragung differenzierte Auswertungen zu.

3.2 DATENBASIS

Insgesamt konnten innerhalb der Promoviertenbefragung 328 verwertbare Fragebögen gewonnen werden. Mehr als die Hälfte der Befragten⁴⁵ hat dabei in der Fachrichtung Maschinenbau/Verfahrenstechnik promoviert, 17% promovierten in der Fachrichtung Elektrotechnik/Informationstechnik, weitere 9% im Bauingenieurwesen und 8% im Fachgebiet Informatik. Auf andere Fachrichtungen entfielen 11% der Befragten; dazu gehören vor allem die Fachgebiete Geodäsie und Geoinformatik sowie die Fachgebiete Material- und Werkstoffwissenschaften.

Abbildung 8: Fachrichtung der Promotion, Anteile in Prozent



Die Befragten spiegeln die bekannte Geschlechterverteilung⁴⁶ in den Ingenieurwissenschaften wider: 92% der Befragten sind Männer, 8% sind Frauen.

84% aller Befragten haben ihre Dissertation an einem Lehrstuhl bzw. an einem Universitätsinstitut erarbeitet. Andere Formen stellten eher die Ausnahme dar: 5% der Befragten erarbeiteten ihre Dissertation innerhalb einer Forschungseinrichtung/-abteilung der Industrie, weitere 6% in einem außeruniversitären Forschungsinstitut. Zwischen den Fachrichtungen zeigen sich diesbezüglich leichte Unterschiede: Promovierte aus dem Bauingenieurwesen promovierten überdurchschnittlich oft in einem Graduiertenkolleg (10%), während Promovierte aus der Informatik häufig im Rahmen einer industriellen Forschungseinrichtung an ihrer Dissertation arbeiteten.

3.3 ERGEBNISSE

Die wesentlichen Ergebnisse der Promoviertenbefragung sind:⁴⁷

- Zwei Drittel der Befragten hatte schon vor Beginn der Promotionsphase Kontakt zum jeweiligen Lehrstuhl, an dem die Dissertation erarbeitet wurde (Tabelle 2). Dies war für diese Gruppe auch der Weg, über den die Annahme als Doktorand erfolgte.

⁴⁵ Gemeint sind befragte Promovierte, die auf den Fragebogen eine Antwort übermittelten.

⁴⁶ Siehe Abschnitt 1.3 Daten und Zahlen zur Ingenieurpromotion.

⁴⁷ Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse der Promoviertenbefragung findet sich in Anhang A 3.

Tabelle 2: Zugang zur Promotion, nach Fachrichtung, Anteile in Prozent

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/ Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/ Verfahrenstechnik	Andere Fachrichtung	Gesamt
Zuvor Kontakte zum Lehrstuhl	48	70	84	66	66	66
Zur Bewerbung aufgefordert	26	44	28	35	37	35
Bewerbungsunterlagen eingereicht	61	52	28	48	54	49
Zum Vorstellungsgespräch eingeladen	58	28	20	41	49	40
Eignungstest absolviert	-	-	-	-	3	-
Andere Zugänge	6	2	-	8	9	6
Gesamt (N = 100 %)	53	45	75	102	48	323

- Ein Drittel der Befragten konnte das Promotionsthema vollkommen selbständig bestimmen, 55 % hatten hier eine grobe Vorgabe, die sie selbst präzisieren konnten (Tabelle 3). Nur jeder zehnte Befragte bekam ein bereits formuliertes Thema vorgegeben. Befragte, die ihre Promotion in einem außeruniversitären Forschungsinstitut bearbeitet haben, geben dabei häufiger an, dass ihnen die Themen vorgegeben wurden.

Tabelle 3: Formen der Festlegung des Promotionsthemas, nach Fachrichtung, Anteile in Prozent

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/ Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/ Verfahrenstechnik	Andere Fachrichtung	Gesamt
Ich habe das Thema selbst vorgeschlagen	30	30	52	34	37	35
Thema wurde mir grob vorgegeben, ich habe es präzisiert	67	67	44	53	51	55
Das Thema wurde mir vorgegeben	3	4	4	13	11	10
Gesamt (N = 100 %)	30	54	25	179	35	323

- Die Betreuung der Promotion wurde bei 75 % von einem Professor vorgenommen, bei 25 % waren dies erfahrene wissenschaftliche Mitarbeiter. Die Unterstützung, die von den Betreuern in der Promotionsphase geboten wurde, wird dabei mehrheitlich positiv bewertet.
- 50 % der Befragten hatten während der Promotionsphase regelmäßig Gelegenheit, an einem Doktorandenkolloquium teilzunehmen; 41 % geben an, dass ihnen auch weitere Weiterbildungsveranstaltungen für Doktoranden offen standen. Zu diesen weiteren Veranstaltungen gehörten vor allem Fachvorlesungen sowie Rhetorik- und Präsentationsseminare.
- Neben ihrer Dissertation waren die Promovierten, die ihre Dissertation an einem Lehrstuhl erarbeiteten, in eine Vielzahl verschiedener Aufgaben in Forschung und Lehre eingebunden. Dazu gehörten vor allem die Betreuung von Studierenden (63 %), die Durchführung von Lehrveranstaltungen (52 %) sowie die Mitarbeit in weiteren Forschungsprojekten neben der Dissertation (53 %) (Tabelle 4).

Tabelle 4: Tätigkeiten neben der Dissertation, nach Fachrichtung, Anteile in Prozent*

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/ Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/ Verfahrenstechnik	Andere Fachrichtung	Gesamt
Mitarbeit in Forschungsprojekten	64	52	50	54	43	53
Erarbeitung von Forschungsanträgen	21	26	22	44	36	37
Durchführung von Lehrveranstaltungen	52	67	45	48	59	52
Betreuung/Beratung von Studierenden	54	73	45	65	61	63
Wissenschaftliche Dienstleistungen	17	24	5	27	21	24
Organisation von Veranstaltungen	27	21	5	19	24	19
Arbeitsverbände mit anderen Doktoranden	5	8	5	7	0	6
Gesamt (N = 100 %)	31	51	26	180	34	322

* nur Personen, die ihre Promotion an einem Lehrstuhl bzw. an einem Institut an einer Universität erarbeitet haben

- Die zeitliche Belastung durch diese Tätigkeiten fiel dabei unterschiedlich aus. Die eine Hälfte der Befragten gibt an, dass sie bis zu 50 % ihrer Arbeitszeit auf diese Tätigkeiten verwendet haben. Die zweite Hälfte der Befragten schätzt diese mit 75 % oder mehr ihrer Arbeitszeit ab.
- Während ihrer Promotionsphase waren fast alle Befragten aktiv an wissenschaftlichen Konferenzen beteiligt (93%), zudem hat die Mehrheit von ihnen während dieser Zeit aktiv publiziert. Die Befragten nahmen dabei durchschnittlich an etwa acht Konferenzen teil und veröffentlichten auch durchschnittlich etwa acht Publikationen.
- Von 55 % der Promovierten wurde dabei auch erwartet, dass sie vor Abgabe der Dissertation erfolgreich publiziert hatten. Papers in internationalen reviewten Fachzeitschrift sowie Beiträge zu internationalen reviewten Konferenzen wurden dabei besonders häufig erwartet.
- Die durchschnittliche Promotionsdauer betrug nach Angaben der Befragten vom Beginn der Dissertation bis zur Einreichung der Arbeit 4,4 Jahre, bis zur Durchführung der mündlichen Prüfung 4,8 Jahre (Tabelle 5).

Tabelle 5: Promotionsdauer, nach Fachrichtung, Mittelwerte in Jahren

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/ Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/ Verfahrenstechnik	Andere Fachrichtung	Gesamt
Promotionsdauer bis zum Einreichen der Diss.	4,0	4,2	4,4	4,5	4,4	4,4
Promotionsdauer bis zur mündlichen Prüfung	4,4	4,6	4,7	4,9	4,8	4,8
Anzahl N	31	54	26	181	35	327

- Zum Zeitpunkt der Datenerhebung waren fast alle Befragten erwerbstätig. 93 % gingen einer abhängigen Erwerbstätigkeit nach, 7 % waren zu diesem Zeitpunkt selbständig. Der wesentliche Beschäftigungssektor der Promovierten war die Privatwirtschaft (74 %), wobei von den Befragten hier sowohl Tätigkeiten im Bereich von Forschung und Entwicklung als auch Tätigkeiten im Managementbereich wahrgenommen wurden.
- Leitende Positionen bzw. Positionen mit mittlerer Leitungsfunktion hatten 62 % der Befragten inne. Vor allem Befragte aus älteren Abschlusskohorten waren häufig auf leitenden Positionen tätig. 10 % der Befragten waren im Ausland beschäftigt.
- Die Promotion wird nur von etwa der Hälfte der Befragten als Notwendigkeit für ihre gegenwärtige Beschäftigung gesehen. Ihr jeweiliges Fachgebiet halten dagegen 78 % für eine wichtige Voraussetzung für die Ausübung der Tätigkeit.
- Zwischen erworbenen Qualifikationen und beruflichen Anforderungen bestehen teilweise starke Diskrepanzen. Dies gilt insbesondere für Qualifikationen wie Kooperationsfähigkeit, Motivation und Anleitung von Mitarbeitern, organisatorische Fähigkeiten oder Fremdsprachenkenntnisse. In diesen Bereichen gehen nach Angaben der Befragten die beruflichen Anforderungen häufig über die während der Promotionsphase erworbenen Qualifikationen hinaus. Auf der anderen Seite werden die wissenschaftlichen Fähigkeiten der Befragten durch die gegenwärtige berufliche Tätigkeit nur selten im vollen Umfang gefordert.
- Insgesamt ist der Abschluss der Promotion für die Befragten ein wichtiges Ereignis in ihrem Leben. 97 % von ihnen würden nochmals promovieren, wenn sie vor diese Wahl gestellt werden würden. Die Promotion wird vor allem als wichtig für die Persönlichkeitsbildung und für die Vertiefung fachlicher Kenntnisse gesehen.
- Die Befragten hoben als positive Rahmenbedingung der Promotion die Freiheiten hervor, die sie hinsichtlich der Themenwahl, Vorgehensweise und anderer Aspekte besaßen. Auch das abwechslungsreiche Tätigkeitsfeld, das sich vielen Promovierten während der Promotionsphase zeigte, wird häufig genannt.
- Die negativen Rahmenbedingungen sehen die Promovierten vor allem in der Universitätsbürokratie, aber auch in der Betreuung ihrer Dissertation. Dazu zählen vor allen Dingen der Zeitmangel des Betreuers an ihrer Fragestellung sowie Schwierigkeiten, zu Beginn der Promotionsphase in Abstimmung mit dem Betreuer zügig zu einer klaren und strukturierten Fragestellung zu gelangen. Zudem kritisieren die Promovierten, dass die Promotion nur wenig Gelegenheit bot, „Soft skills“ zu erwerben.
- Die Verbesserungsvorschläge der Promovierten können in zwei Kategorien eingeteilt werden. Zum einen wünschen sie sich eine stärkere Strukturierung der Promotionsphase in dem Sinne, dass verbindliche Zeitpläne und Absprachen mit dem Betreuer getroffen werden können, um so die Orientierung in dieser Phase zu erleichtern. Zum anderen nennen sie eine inhaltliche Anreicherung der Promotionsphase: Veranstaltungen, in denen „Soft skills“ vermittelt werden, sollten ebenso wie mehr Internationalität und Interdisziplinarität in die Promotion eingebaut werden.

4 ZUSAMMENSCHAU DER PROFESSOREN- UND PROMOVIERTENBEFRAGUNG

Eine Zusammenschau der wichtigsten Ergebnisse der Befragungen der Professoren und der Promovierten ermöglicht die Identifizierung der wesentlichen Problem- und Entwicklungsbereiche des Promotionswesens in den Ingenieurwissenschaften. Die Stärken und Schwächen aus der Sicht der Beteiligten stellen eine wichtige Grundlage dar, auf die sich die acadtech Empfehlungen zur Zukunft der Ingenieurpromotion stützen (vgl. Kapitel 6).

Struktur

Aus Sicht der Professoren hat sich das Promotionsmodell in den Ingenieurwissenschaften bewährt. Unter den Professoren finden sich mehr Stimmen, die eine weitere Reform der Doktorandenausbildung ablehnen, als Verfechter einer stärkeren curricularen Strukturierung der Doktorandenausbildung, beispielsweise durch Graduiertenkollegs oder Graduate Schools.

Bei den Promovierten überwiegt die Forderung nach einer inhaltlichen Anreicherung der Promotionszeit gegenüber strukturellen Veränderungen. Ein großer Teil der Befragten fordert, dass die Ausbildung im Bereich „Soft skills“ erweitert wird. Dazu gehören aus ihrer Sicht vor allem die Vermittlung grundlegender betriebswirtschaftlicher Kenntnisse, Personalführung, Projektmanagement sowie eine Verbesserung von Fremdsprachenkenntnissen.

Wünsche nach der Veränderung der Struktur der Doktorandenausbildung umfassen besonders eine bessere zeitliche Strukturierung der Promotionsphase und eine Begrenzung weiterer Aufgaben neben der Dissertation. Eine „Verschulung“ der Promotionsphase wünschen sich die Promovierten mit diesen strukturellen Veränderungen allerdings nicht. Vielmehr befürworten sie zumeist die derzeitige Form der Durchführung einer ingenieurwissenschaftlichen Promotion im Rahmen eines Beschäftigungsverhältnisses als wissenschaftlicher Mitarbeiter an einem Lehrstuhl.

Erworbene Qualifikationen

Die Promotionsphase bot den Befragten die Möglichkeit, zahlreiche Fähigkeiten und Qualifikationen zu erwerben. Fähigkeiten zur öffentlichen Präsentation von Arbeitsergebnissen, analytische und Formulierungsfähigkeiten sowie die Anwendung wissenschaftlicher Methoden werden jeweils von drei Viertel der Befragten genannt.

Die beruflichen Anforderungen im Rahmen der von den Promovierten ausgeübten Tätigkeiten zeigen dagegen, dass von ihnen zum Teil ganz andere Qualifikationen gefordert werden. An erster Stelle werden hier Qualifikationen wie Kooperationsfähigkeit, analytische Fähigkeiten, Formulierungsfähigkeiten oder organisatorische Fähigkeiten genannt. Hinzu kommt, dass die beruflichen Anforderungen das Ausmaß, in dem die jeweilige Fertigkeit erworben wurde, häufig überschreiten. Besonders ausgeprägt ist diese Diskrepanz bei den Qualifikationen Kooperationsfähigkeit, im Team mit anderen arbeiten, Fremdsprachenkenntnisse und organisatorische Fähigkeiten.

Hier zeigt sich am deutlichsten die unterschiedliche Einschätzung von Professoren und Promovierten zur Leistungsfähigkeit der Ingenieurpromotion an deutschen Universitäten: Viele befragte Professoren sehen in den Tätigkeiten neben der eigentlichen Arbeit an der Dissertation und den Qualifikationen, welche die Doktoranden während dieser Tätigkeiten erwerben, ein „Training on the Job“, mit denen die Doktoranden für ihr späteres Berufsleben gut vorbereitet werden. Die Promovierten konstatieren jedoch eine große Diskrepanz zwischen beruflichen Anforderungen und erworbenen Qualifikationen und deren Niveau.

Rekrutierung und Mobilität von Doktoranden

Bei der Rekrutierung der Doktoranden werden besonders häufig die klassischen Zugangswege beschritten: Der Großteil der befragten Professoren rekrutiert die Doktoranden hauptsächlich aus dem Kreis von Studierenden der eigenen Universität. Zwei Drittel der befragten Promovierten hatten schon vor Beginn der Promotionsphase Kontakt zum jeweiligen Lehrstuhl, an dem die Dissertation erarbeitet wurde.

Eine Auswahl ihrer Doktoranden sowohl unter Absolventen der eigenen als auch anderer Universitäten wird von 40% der Professoren praktiziert, weitere 10% stellen überwiegend Doktoranden von anderen Universitäten ein. Somit bestehen Möglichkeiten für einen Ortswechsel der Absolventen für die Aufnahme einer Promotion nach Abschluss ihres Studiums, was auch – wenn auch in begrenztem Maß – in Anspruch genommen wird: Insgesamt hat etwa jeder Dritte der Promovierten für die Erarbeitung der Dissertation die Universität gewechselt.

Themenfindung

Zu den grundlegenden Voraussetzungen zur Promotion zählt das Finden einer Idee, eines Themas oder einer zu bearbeitenden Fragestellung. Die Themenfindung wird von den befragten Professoren und Promovierten recht ähnlich gesehen: 62% der Professoren geben an, dass sie ihren Doktoranden das Promotionsthema in einem gewissen Ausmaß vorgeben. 24% verweisen darauf, dass an ihrem Lehrstuhl die Promotionsthemen zumeist von den Doktoranden vorgeschlagen werden. Bei der Festlegung des Promotionsthemas verfügten die Promovierten aus eigener Sicht über ein großes Ausmaß an Autonomie. Während 35% angeben, dass sie ihr Thema selbst vorgeschlagen haben, geben 55% an, dass sie einen groben Rahmen für das Thema ihrer Dissertation hatten, ihre Fragestellung letztendlich aber selbst präzisiert haben.

Dauer der Themenfindung

Eine klare, schnelle Themenformulierung kann den Promotionsprozess wesentlich erleichtern. Unabhängig davon, in welcher Weise das Thema festgelegt wird, führen Professoren wie Promovierte übereinstimmend aus, dass die Themenfindung fast ein Jahr dauert (Durchschnitt 11 Monate).

Betreuung und Unterstützung sowie weitere, außerfachliche Qualifizierung

Insgesamt geben 89% der Professoren an, dass sie die Betreuung ihrer Doktoranden selbst übernehmen. Dies entspricht mit einer leichten Einschränkung auch der Wahrnehmung durch die Promovierten: Insgesamt 75% der Befragten geben an, dass ihre Dissertation im Wesentlichen durch einen Professor betreut wurde; die anderen Doktoranden wurden nach ihren Angaben durch erfahrene wissenschaftliche Mitarbeiter betreut.

Der überwiegende Teil der befragten Promovierten erklärte, dass das Ausmaß an Unterstützung, das sie von ihren Betreuern während der Promotionsphase erhalten haben, ihren Erwartungen im hohen Maße entsprach. Die befragten Professoren teilen dieses Bild, sie sehen ihre Betreuungsangebote als vielfältig und an die Erfordernisse ihrer Doktoranden gut angepasst an. Bei Betrachtung der Betreuungsleistungen und -angebote im Einzelnen zeigt sich zwischen der Einschätzung der Professoren und derjenigen der Promovierten ein etwas differenzierteres Bild: Die promovierten Ingenieure bewerteten die aktive Teilnahme an

wissenschaftlichen Kongressen und die Unterstützung bei Publikation, bei der Abfassung der Dissertation und bei der Durchführung der Forschungsarbeiten sowie bei der Herstellung von Kooperationsmöglichkeiten als sehr positiv. Hingegen handelt es sich aus Sicht der Professoren bei der regelmäßigen, persönlichen Unterstützung ihrer Doktoranden und die Einbindung der Doktoranden in die Forschungsarbeit am Lehrstuhl um besonders bewährte Maßnahmen.

Eine deutliche Differenz besteht in den Aussagen zum Doktorandenkolloquium: Insgesamt führen 72% der befragten Professoren regelmäßig an ihrem Lehrstuhl ein Doktorandenkolloquium durch, wohingegen nur genau die Hälfte der befragten Promovierten während ihrer Promotionsphase regelmäßig an einem Doktorandenkolloquium teilnehmen konnte.

Zu recht vergleichbaren Einschätzungen kommen Professoren und Promovierte in der Frage der Weiterbildungsveranstaltungen: Insgesamt 52% der Professoren geben an, dass für ihre Doktoranden noch weitere Ausbildungsveranstaltungen wie Fachvorlesungen, Rhetorikkurse, Sprachkurse, Kurse in Forschungsmanagement oder zur Vorbereitung auf Führungstätigkeiten angeboten würden. Die Promovierten geben hier mit 41% einen etwas geringeren, dennoch vergleichbaren Prozentsatz an. Auch die Art der Weiterbildungsveranstaltungen ist entsprechend: Fachvorlesungen, Schulungen in Rhetorik und Präsentation, Sprachkurse sowie Kurse in Forschungsmanagement.

Teilnahme an Tagungen und Publikationen

Neben der Einbindung in die Tätigkeiten am Institut sind die Teilnahme an Konferenzen und die Veröffentlichung von erarbeiteten Forschungsergebnissen weitere Mittel, mit denen vor allem eine Verankerung der Doktoranden in die Scientific Community erreicht werden kann. Die Erwartungen der Professoren und die rückblickende Beurteilung der Promovierten sind dabei annähernd deckungsgleich: Insgesamt 95% der befragten Professoren gaben an, dass sie von ihren Doktoranden erwarten, dass diese vor dem Einreichen ihrer Dissertation schon erfolgreich publiziert haben; 86% der ehemaligen Doktoranden gaben an, neben der Dissertation zusätzliche Publikationen veröffentlicht zu haben. Insgesamt haben 93% aller befragten Promovierten während ihrer Promotionsphase aktiv an wissenschaftlichen Kongressen teilgenommen (oftmals an mehreren). Dies entspricht weitestgehend den Erwartungen von 92% der befragten Professoren, für die internationale Konferenzbeiträge die bevorzugte Form der Publikation darstellen.

Dauer der Promotion

Auch in der Einschätzung der Dauer der Promotion liegen die befragten Professoren und die Promovierten eng beieinander: Die gesamte Promotionsdauer beträgt nach Einschätzung der Professoren wie der Promovierten vom Beginn der Arbeiten an der Promotion bis zur mündlichen Prüfung durchschnittlich 4,8 Jahre. Die reine Bearbeitungszeit wird dabei mit durchschnittlich 4,5 Jahren (Promovierte: 4,4 Jahre) angegeben. Etwa 4 Monate (Promovierte: 5 Monate) beträgt die durchschnittliche Zeit zwischen der Abgabe der Arbeit und der mündlichen Prüfung.

Promotionsferne Tätigkeiten

Promotionsferne Tätigkeiten werden häufig als unverhältnismäßige Belastung der Doktoranden gesehen, durch die sie von ihrer eigenen Promotion abgehalten werden. Sie können aber auch als Ausbildungselemente verstanden werden, die ein „Training on the Job“ vermitteln. Die befragten Promovierten gaben als Tätigkeiten neben der Dissertation besonders häufig die Beratung und Betreuung von Studierenden, die Mitarbeit an weiteren Forschungsprojekten und die Durchführung von Lehrveranstaltungen an. Diese Aussagen teilen auch die befragten Professoren in eben dieser Reihenfolge. Nach Einschätzung des Großteils der

Professoren nehmen diese Tätigkeiten bis zu 50% der Arbeitszeit der Doktoranden in Anspruch. Hier liegen die Angaben der Promovierten höher: 50% ihrer Arbeitszeit verwendet nur die eine Hälfte der Befragten durchschnittlich auf diese zusätzlichen Aufgaben, die zweite Hälfte der Befragten schätzt diese mit 75% oder mehr ihrer Arbeitszeit ab.

Resümee

Professoren und Promovierte stimmen in ihrer grundsätzlich ausnehmend positiven Beurteilung der deutschen Ingenieurpromotion überein. Unterschiedlich fallen die Bewertungen jedoch hinsichtlich der Vermittlung von außerfachlichen Qualifikationen und in Bezug auf den Umfang promotionsferner Tätigkeiten – vornehmlich organisatorische und administrative Aufgaben, Serviceleistungen, die Verpflichtung zur Lehre und zur Bearbeitung weiterer Forschungsprojekte jenseits des eigenen Promotionsvorhabens – aus.

Die stärkere Strukturierung der Promotionsphase durch studienbegleitende Ausbildungsangebote, die Einführung veränderter Auswahlverfahren und die Einbindung der Doktoranden in Promotionskollegs finden in beiden Gruppen mehrheitlich keine Zustimmung.

5 LÄNDERVERGLEICHE: EIN BLICK NACH EUROPA UND IN DIE VEREINIGTEN STAATEN VON AMERIKA

Im Kontext des Bologna-Prozesses haben in vielen europäischen Staaten Reformen der Doktorandenausbildung eingesetzt. acatech hat dies zum Anlass genommen, im Januar 2008 einen internationalen Workshop „Future of the Engineering Doctorate in Germany“ zu veranstalten, in dessen Rahmen sich die Mitwirkenden am Projekt mit Experten aus Irland, Italien, Frankreich und Belgien über Rahmenbedingungen, Verlauf und Ergebnisse der Promotionsphase in den Ingenieurwissenschaften und der Informatik ausgetauscht haben.

Um detailliertere Kenntnisse über die internationalen Besonderheiten der Promotionsphase in den Ingenieurwissenschaften zu erhalten, hat acatech zudem das Center of Higher Education Policy Studies der Universität Twente/Niederlande (CHEPS) um die Erstellung von Expertisen für verschiedene europäische Länder (England, Italien, Frankreich, Schweden) und für die Vereinigten Staaten von Amerika gebeten (siehe Anhang A 4).

Die folgende vergleichende Darstellung stützt sich auf die fünf Länderstudien sowie die Diskussionsergebnisse und Hintergrundinformationen des erwähnten Workshops.⁴⁸ Die Länder repräsentieren unterschiedliche Traditionen der Hochschulbildung, und die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses basiert auf verschiedenen Prinzipien. Auch wenn sich in den betrachteten Ländern die Doktorandenausbildung in den 1990er und 2000er Jahre deutlich gewandelt hat, ist in mehrfacher Hinsicht eine „Konvergenz der Systeme“ festzustellen: In allen betrachteten Ländern wurde die Doktorandenausbildung stärker strukturiert und es wurden innerhalb der Universitäten eigene Institutionen geschaffen, bei denen die Verantwortung für Auswahl, Betreuung, Ausbildung und Prüfung der Doktoranden liegt.

Die Ingenieurpromotion an deutschen Universitäten unterscheidet sich gegenüber den Strukturen in den betrachteten Ländern grundlegend durch die Anstellung der Doktoranden als wissenschaftliche Mitarbeiter und durch die zentrale Rolle der projektgebundenen Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft.

Dem Erwerb weiterer Qualifikationen für promovierende Ingenieure, wie er im Abschnitt 6.2 (Promotionsziel: Erwerb außerfachlicher Qualifikationen) von acatech empfohlen wird, kommt

an deutschen Universitäten bislang noch nicht der Stellenwert zu, der im internationalen Kontext üblich ist beziehungsweise angestrebt wird.

Die Promotionsdauer der befragten Ingenieure beträgt im Mittel etwa 4,6 Jahre. Damit nimmt Deutschland im internationalen Vergleich keineswegs einen übermäßig hohen, sondern einen durchschnittlichen Wert ein. Die deutschen Doktoranden sind zum Zeitpunkt der Promotion durchschnittlich 33,9 Jahre alt⁴⁹ und damit nicht deutlich älter als die Doktoranden in den im Folgenden betrachteten Ländern. Bei näherer Betrachtung lässt sich daher – jedenfalls bei einem internationalen Vergleich – weder die Kritik an der vermeintlich zu langen Promotionsdauer noch an einem zu hohen Promotionsalter halten. Die Abbruchquote liegt nach Aussage der befragten Professoren (siehe Abschnitt 2.3) bei durchschnittlich 13% und damit annähernd gleichauf mit Frankreich, im Vergleich zu den Werten aus England, Italien, Schweden und den Vereinigten Staaten von Amerika sogar deutlich niedriger.

Organisation: Graduate Schools, Doktorandenschulen und andere Strukturen

Bezüglich der Ausgestaltung der Promotionsphase haben sich die betrachteten Länder von dem traditionellen Modell der individuellen Doktorandenbetreuung hin zu einer stärkeren Formalisierung, Strukturierung und Standardisierung entwickelt. Organisationsstrukturen wie Graduate Schools und Doktorandenkollegs sind hierfür entsprechende Ausweise.

Die Graduate Schools in den Vereinigten Staaten von Amerika umfassen zwei Ausbildungsstufen: Die erste Stufe führt nach einem meist zweijährigen Studium zum *Master's Degree*, die zweite Stufe nach einem auf den *Master's Degree* aufbauenden drei- bis vierjährigen Studium zur Promotion. Beide Stufen beinhalten ein umfangreiches Programm an Wahl- und Pflichtkursen.

Die Organisationseinheiten, an denen die Promotionen in Frankreich angesiedelt sind, werden als *écoles doctorales* bezeichnet. Diese wurden Ende der 1980er Jahre eingeführt und werden seit 1998 verstärkt gefördert und ausgebaut. Mit ihnen soll die Dok-

48 Die nachfolgenden Ausführungen profitierten daneben auch von der Sammlung aktueller Fakten zur länderspezifischen Ausgestaltung der Promotion von Kupfer/Moes 2004.

49 Die Studienanfänger an deutschen Hochschulen sind durchschnittlich 21,9 Jahre alt. Das Durchschnittsalter der Absolventen liegt bei 27,7 Jahren. Promotionen werden in Deutschland durchschnittlich im Alter von 32,8 Jahren abgeschlossen (Statistisches Bundesamt, Fachserie 11, Reihe 4.2, alle Angaben für das Jahr 2006).

torandenausbildung stärker strukturiert und qualitativ verbessert werden. Die praktische Relevanz der *écoles doctorales* für einen Doktoranden wird allgemein als sehr unterschiedlich bewertet. Einige fungieren als wichtiges Organisationszentrum für den wissenschaftlichen Austausch, andere sind eher ein loser Zusammenhang, dessen Bedeutung klar hinter der Zugehörigkeit zu einer Forschergruppe zurücksteht. Gerade auch die Verpflichtung zur Teilnahme an Kursen wird sehr unterschiedlich gehandhabt.

Bei den *National Graduate Schools* in Schweden handelt es sich um ein vorläufig bis 2010 bewilligtes Programm mit dem Hauptziel der Zusammenführung verschiedener Doktoranden einer Disziplin von einer oder mehreren Universitäten.

Traditionell war die Doktorandenausbildung in England wenig strukturiert, die britischen Universitäten kannten kein explizites Lehrprogramm für Promovierende. Anfang der 90er Jahre vollzog sich ein Kurswechsel hin zur Errichtung von *Graduate Schools*. Ein *Research Master's Course* wird dabei oft als Einstieg in ein Doktorandenprogramm (*Ph.D. Course*) vorausgesetzt. Neben dem forschungsorientierten *Ph.D.* gibt es seit wenigen Jahren auch Programme für ein Professional oder auch *Taught Doctorate*.

Von einigen wenigen englischen Universitäten wird der akademische Grad *Doctor of Engineering (EngD)* angeboten. Er wurde 1992 eingeführt und wird finanziell vom *Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC)* unterstützt. Ziel ist eine enge Verzahnung von Wissenschaft und Industrie; die Doktoranden sind in der Regel in einem Unternehmen angestellt und bearbeiten unter wissenschaftlicher Verantwortung eines Hochschullehrers industriennahe Forschungsprojekte. Die Verleihung des *EngD* basiert häufig auf einem Portfolio von Forschungsprojekten, anstatt auf einer einzigen Dissertation.

Das Modell des *New Route Ph.D.* (auch integriertes Doktorat genannt) wurde 2001 in England etabliert. Das Programm setzt sich im Wesentlichen aus drei (integrierten) Elementen zusammen: Ausbildung im Bereich Forschungsmethoden und fachliche Spezialisierung, Ausbildung im Bereich übertragbarer Schlüsselqualifikationen und Arbeit an der Dissertation. Die Zulassung kann unmittelbar nach Erlangung des Bachelorgrades erfolgen. In Deutschland ist die Struktur dieses Modells als *fast track Ph.D.* bekannt geworden.

Zusammenarbeit mit der Wirtschaft

In England und den Vereinigten Staaten von Amerika ist die Doktorandenausbildung in der Regel nicht eng mit der Industrie verwoben.

Ca. 73% der in den Vereinigten Staaten von Amerika promovierten Ingenieure arbeiten in der Industrie, 14% an Hochschulen und ca. 11% in staatlichen Organisationen. In den Vereinigten Staaten von Amerika wird kritisiert, dass die Promotionsphase ganz überwiegend an akademischen Kriterien ausgerichtet sei, obwohl die große Mehrzahl der promovierten Ingenieure eine Beschäftigung in der Industrie suche.

In England ist der Bildungssektor der wichtigste Sektor der Beschäftigung für promovierte Ingenieure, 44% verfolgt eine Karriere in diesem Sektor. 23% wählen eine berufliche Tätigkeit in der Industrie, weitere 19% in den Bereichen Finanzwirtschaft und Management. Die Einführung des *Doctor of Engineering (EngD)* in England hat zu einer stärkeren Anbindung der Universitäten an die Industrie geführt.

In Frankreich werden vermehrt Promotionen in enger Zusammenarbeit mit der Industrie durchgeführt, was auch durch das CIFRE-Abkommen (*conventions industrielles de formation par la recherche*) weiter gefördert werden soll. Ziel dieses Abkommens ist es, durch kofinanzierte Doktorandenstellen die Forschung in einem industriellen Umfeld auszubauen und den Unternehmen so die Möglichkeit zu geben, Kooperationen mit öffentlichen Forschungslaboratorien einzugehen. Diese Forschungsarbeit soll zur Vorbereitung der Doktorarbeit dienen. Rund 10% der Doktoranden in den Ingenieurwissenschaften werden über das CIFRE-Abkommen finanziert.

Erwerb außerfachlicher Qualifikationen

In allen betrachteten Ländern besteht für die Doktoranden ein weitgehend verpflichtendes promotionsbegleitendes Studienprogramm, teils vor, teilweise auch parallel zur Bearbeitung des eigenen Forschungsprojektes.

Ein Ph.D.-Programm an einer U.S.-amerikanischen Universität beginnt mit einem ca. dreijährigen strukturierten Ausbildungsprogramm. Nach meist zwei Jahren und dem Absolvieren eines größeren Teils des Kursprogramms kann dafür ein Mastergrad erworben werden. Im Hinblick auf eine wissenschaftliche Laufbahn ist er ein untergeordneter Zwischenschritt. Die Phase eines strukturierten Lernprogramms endet mit den *Qualifying* oder *Field Exams*. Nach einer förmlichen Präsentation des Dissertationsprojektes vor einem Begutachtungskomitee konzentrieren sich die Doktoranden ganz auf die Durchführung ihrer Forschung. Fester Bestandteil in der Promotionsphase ist die Übernahme befristeter Tätigkeiten im Bereich Lehre und Forschung, der *Teaching* und *Research Assistantships*. Als Reaktion auf die anhaltende Kritik einer unzureichenden Vermittlung von Schlüsselqualifikationen sind die U.S.-amerikanischen Universitäten im Begriff, ihre Doktorandenprogramme neu zu gestalten.

Eine neue Initiative stellt das englische *GRAD-Programme* dar, welches von den Research Councils gefördert wird. Das Programm bietet Kurse in ganz Großbritannien zur Unterstützung der persönlichen und beruflichen Entwicklung von Postgraduierten an. Die Teilnahme am *GRAD-Programme* ist für Doktoranden, die ein Stipendium eines Research Councils erhalten, obligatorisch.

Mit den Ende der 1980er Jahre eingeführten *écoles doctorales* soll die französische Doktorandenausbildung stärker strukturiert und qualitativ verbessert werden. Im ersten Jahr der Promotion muss der Doktorand zwei wissenschaftliche Module, im zweiten Jahr der Promotion weitere zwei berufsorientierende Module als Fort- und Weiterbildungsmaßnahme belegen.

Leistungsdaten (Promotionsdauer, Abbruchquote, Alter zum Zeitpunkt der Promotion)

In den betrachteten Ländern dauert eine Ingenieurpromotion im Durchschnitt ähnlich lange wie eine Promotion in anderen Disziplinen. In Frankreich beträgt diese zwischen 3 und 4 Jahren, in Schweden zwischen 3,5 und 4,5 Jahren. Ingenieure, die an U.S.-amerikanischen Universitäten promovieren, erhalten ihren Abschluss nach etwa fünf Jahren, was auch den Erwerb des Master-Grades mit einschließt. In England haben die *Research Councils* die Finanzierung von Promotionsvorhaben jüngst von 3 auf 3,5 Jahre verlängert.

Die Abbruchquote (*Drop-out-Rate*) unterscheidet sich in den hier betrachteten Ländern deutlich. In Schweden liegt sie bei rund 40%, zeigt jedoch im Zusammenhang mit den dortigen Reformen in der Doktorandenausbildung einen klaren Abwärtstrend. In Italien ist die Abbruchquote seit einigen Jahren leicht rückläufig, sie liegt gegenwärtig bei rund 25% und damit etwas höher als in England (20%). In Frankreich ist die allgemeine Drop-out-Rate in Doktoranden-Programmen mit 40% ungewöhnlich hoch, in den Ingenieurwissenschaften mit 12% jedoch eindrucksvoll niedrig.

In allen betrachteten Ländern sind die Ingenieur-Doktoranden zum Zeitpunkt ihrer Promotion im Vergleich zu anderen Fachdisziplinen in einem vergleichbaren Alter oder jünger. Am jüngsten sind sie in England, dort sind 44% der Ingenieur-Doktoranden zum Zeitpunkt ihrer Promotion unter 25 Jahre alt. In Frankreich sind sie zwischen 28 und 29 Jahre, in Italien zwischen 27 und 30 Jahre und in Schweden im Durchschnitt 31 Jahre alt (in Schweden liegt der Altersmedian aller Ph.D.-Abschlüsse zwischen 35 und 36 Jahren). In den Vereinigten Staaten von Amerika sind die Doktoranden in den Ingenieurwissenschaften zum Zeitpunkt ihrer Doktorprüfung im Mittel 30 Jahre alt (47% sind zwischen 26 und 30 Jahre und 34% sind zwischen 31 und 35 Jahre alt).

6 DIE EMPFEHLUNGEN VON acatech ZUR INGENIEURPROMOTION

Der Verlauf und die Ergebnisse der Ingenieurpromotion in Deutschland sind insgesamt gesehen sehr zufrieden stellend. Die Universitäten bilden hoch qualifizierten wissenschaftlichen Ingenieur Nachwuchs aus, und die promovierten Ingenieure erfahren national wie international in Wissenschaft und Wirtschaft eine ausgesprochen große fachliche Anerkennung. Promovierte Ingenieure sind für den Innovationsprozess sowohl als Forscher und Entwickler wie als Führungskräfte von zentraler Bedeutung, sie entwickeln neue Prozesse und Produkte auf der Basis der Natur- und Technikwissenschaften.

Die Ingenieurpromotion an deutschen Universitäten, die zum ganz überwiegenden Teil im Rahmen einer beruflichen Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter (sog. „Assistenz-Promotion“) durchgeführt wird und durch eine weitgehend selbständige Tätigkeit in Forschung, Lehre und Projektarbeit⁵⁰ gekennzeichnet ist, ermöglicht eine umfassende Kompetenzentwicklung der Doktoranden und ist ein Alleinstellungsmerkmal der deutschen Ingenieurwissenschaften im internationalen Vergleich, aber auch im Vergleich mit anderen Wissenschaftsdisziplinen.

Doktoranden sind für das Zusammenwirken von Wirtschaft und Wissenschaft von besonderer Bedeutung. Sie tragen die projektgebundene Zusammenarbeit zwischen Industrie und Universitäten und ermöglichen damit unter anderem erst den für Innovationen wichtigen Wissens- und Technologietransfer. Bestandteil dieses fruchtbaren Wechselspiels und der Netzwerkbildung von Wirtschaft und Wissenschaft sind auch in der Industrie tätige ehemalige Doktoranden, die ihre Berufserfahrung in die Universitäten zurückspiegeln und von dort wichtige Impulse für ihre beruflichen Aufgaben als Forscher und Führungskräfte erhalten.

Damit die Qualifizierung von Doktoranden in den Ingenieurwissenschaften auch zukünftig den Anforderungen von Wissenschaft und Wirtschaft wie auch den Interessen der unterschied-

lichen Beteiligten gerecht zu werden vermag, gibt acatech im Folgenden übergreifende Empfehlungen für die verschiedenen Abschnitte des Promotionsprozesses und schlägt einzelne Maßnahmen zu deren Verbesserung vor. Diese zielen in erster Linie darauf, die hohe Qualität der Ingenieurpromotionen in Deutschland zu erhalten und weiter nachhaltig zu stärken.

Dabei sollen für gut befundene Erfahrungen „rund um die Ingenieurpromotion“ aufgenommen und – dort wo nötig – bekräftigt, erweitert und auch korrigiert werden. Alles in allem verstehen sich die Empfehlungen als ein Leitfaden zur Ingenieurpromotion, in dem bewährte wie sinnvolle neue Elemente zusammengefasst sind.

Dementsprechend werden die hier aufgezeigten Wege zur weiteren Verbesserung und Stärkung der Ingenieurpromotion auf unterschiedliche Resonanz stoßen: Dort, wo die nachfolgend formulierten Empfehlungen bereits praktiziert werden, wird dies als eine Bestätigung des eingeschlagenen Weges der Ingenieurpromotion verstanden werden. An anderer Stelle werden die Empfehlungen wichtige Anregungen zur Weiterentwicklung der Ingenieurpromotion geben können.

acatech geht bei ihren Empfehlungen davon aus, dass sich die „Assistenz-Promotion“ grundsätzlich bewährt hat. Aber auch eine ingenieurwissenschaftliche Promotion in einem Graduiertenkolleg, einer Graduiertenschule, einer Graduate School oder in anderen Formen von strukturierten Promotionsmodellen sowie als Externe, sei es als Mitarbeiter in einem mit der Universität kooperierenden Institut oder in der Wirtschaft („Industriepromotion“), sind ergänzende Wege zur Promotion.

Die wesentlichen Kernelemente einer Weiterentwicklung der Ingenieurpromotion fasst acatech in zwölf Empfehlungen zusammen:

⁵⁰ Unter Projektarbeit wird die Durchführung von Forschungsprojekten begrenzter Dauer für öffentliche Träger oder die Industrie, entweder als Einzelforschung oder als Verbundforschung, verstanden.

6.1 PROMOTIONSZIEL: EIGENE FORSCHUNGSLEISTUNG

Die Promotion ist der Nachweis der Befähigung zur selbständigen wissenschaftlichen Arbeit. Der Doktorand sollte mit der Promotion nachweisen, dass er in der Lage ist, eine wissenschaftliche Aufgabenstellung zu finden und aufzubereiten, mit wissenschaftlichen Methoden fundiert zu bearbeiten, die Ergebnisse exakt und verständlich darzustellen und damit einen Beitrag zum Fortschritt des Wissenschaftsgebietes zu leisten.

Allgemeine Empfehlungen zu den Rahmenbedingungen einer Promotion

- Die Universitäten sollen die Attraktivität einer Promotion weiter fördern und den Prozess der Promotion unterstützen, indem sie ihren Doktoranden eine adäquate Ausstattung mit Geräten, Verbrauchsmitteln und technischem Personal zur Verfügung stellen, ohne die ein selbständiges wissenschaftliches Arbeiten nicht möglich ist.
- Die Einbindung des Doktoranden in ein aktives wissenschaftliches Umfeld ist ein wichtiger Erfolgsfaktor für ein Promotionsvorhaben. Die Doktoranden sollten mit ihrem Promotionsthema Teil der vor Ort in den Instituten betriebenen Forschungsarbeiten sein und mit zur wissenschaftlichen Schwerpunktsetzung der Einrichtung beitragen. Wesentlich ist auch die Einbettung in das weitere Forschungsumfeld, beispielsweise die Kooperation mit der Wirtschaft sowie anderen Hochschulen und Forschungseinrichtungen, die aktive Einbindung in (internationale) wissenschaftliche Netzwerke sowie die Präsentation und Veröffentlichung eigener Forschungsergebnisse.

Der ingenieurwissenschaftliche Nachwuchs erwirbt durch das Studium die fachlichen und methodischen Kompetenzen, die erforderlich sind, um ein Promotionsvorhaben vorbereiten und erfolgreich abschließen zu können. Ungeachtet dessen kann bei der Bearbeitung eines zumeist hoch spezialisierten Dissertationsthemas der Erwerb von weiteren Grundkenntnissen in Theorie und Praxis förderlich sein, um die vorhandenen Kompetenzen für die Bearbeitung des Themas der Promotionsarbeit zu vertiefen und zu erweitern. Auf diese Weise kann auch die Effizienz der Forschung gesteigert werden, und die dafür eingesetzte Zeit kommt unmittelbar dem Forschungsergebnis zugute.

Empfehlungen zum Erwerb weiterer fachlicher Qualifikationen

- Um die frühe wissenschaftliche Selbständigkeit der Doktoranden und ihren Qualifizierungsprozess zu fördern, kann der Erwerb weiterer fachlicher Kompetenzen bei der Bearbeitung bestimmter Promotionsthemen sinnvoll sein.
- Hierzu sollten bestehende Lehrangebote der Hochschule genutzt werden, die dem Doktoranden vertiefte Kenntnisse im eigenen Fach und Perspektiven verwandter Fächer vermitteln.
- Die betreuenden Hochschullehrer sollten den Doktoranden die Teilnahme an den ergänzenden (Lehr-)Angeboten aktiv ermöglichen; die Doktoranden sollten diese regelmäßig und gewissenhaft wahrnehmen.
- Eine Verpflichtung zur Belegung ergänzender (Lehr-)Angebote darf für den Doktoranden damit aber nicht verbunden sein.

6.2 PROMOTIONSZIEL: ERWERB AUßERFACHLICHER QUALIFIKATIONEN

Zu den Kompetenzen eines promovierten Ingenieurs gehören heute mehr denn je auch außerfachliche Fähigkeiten: Sie müssen in der Lage sein, Projekte zu konzipieren, einzuwerben und zu organisieren, Projektteams aufzubauen und zu leiten sowie Innovationen und deren Transfer zu kommunizieren. Dazu ist es erforderlich, aus einer praktischen Problemstellung die wissenschaftliche Aufgabenstellung herauszuarbeiten, den Bearbeitungsweg sowie die wissenschaftlichen Methoden und Mittel zu konzipieren und zu planen, die Ergebnisse exakt zu dokumentieren und den Beitrag zum Fortschritt des Wissenschaftsgebietes auszuweisen. Dies gilt umso mehr, als die akademische Forschung bei weitem nicht die einzige Berufsperspektive ist, für die eine Ingenieurpromotion qualifiziert. Da die Universitäten zu einem sehr großen Anteil für den außeruniversitären Arbeitsmarkt – sprich für Wirtschaft und Industrie – qualifizieren, muss die Promotionsphase auch auf Forschungs- und Führungsaufgaben in außeruniversitären Bereichen vorbereiten.

In der Promoviertenbefragung wurden die Defizite bei den außerfachlichen Qualifikationen besonders deutlich.

Empfehlungen

- In der Promotionsphase sollten begleitend zum eigentlichen Promotionsverfahren auch außerfachliche Qualifikationen erworben werden.
 - Zu den außerfachlichen Qualifikationen zählen u. a. betriebswirtschaftliche Kenntnisse (Beurteilung von Wirtschaftlichkeitsanforderungen, Kostenrechnung) und rechtliche Kompetenzen (Kaufvertragsrecht, Patentrecht), „Soft skills“ (Kommunikationskompetenz wie Gesprächsführung und Moderationstechniken; Projektmanagementfähigkeiten; Personalführung; Sprachkenntnisse), aber auch Kenntnisse der Karriereplanung (Hilfen zum Kennenlernen möglicher Berufsfelder z. B. in Zusammenarbeit mit dem Career Center der Universität, Schaffung von Beschäftigungsperspektiven und Fördermöglichkeiten für besonders begabte Promovierte).
 - Die genannten Schlüsselqualifikationen erwerben die Doktoranden während ihrer Mitarbeit in Forschungsprojekten, durch ihr Mitwirken in der Lehre und ganz Allgemein durch ihre Einbindung in ein aktives wissenschaftliches Umfeld („Training on the Job“). Parallel hierzu lassen sie sich mittels Personalentwicklungsprogrammen auf Institutsebene oder durch andere, auch hochschuldidaktische Angebote vermitteln, die von den Universitäten speziell auf die Bedürfnisse von Doktoranden zugeschnitten angeboten werden sollten.
 - Der Doktorand sollte die für ihn geeigneten Fort- und Weiterbildungsangebote selbständig auswählen und die Teilnahme mit dem betreuende Hochschullehrer absprechen. Die Teilnahme sollte in die Vereinbarung zwischen Doktorand und betreuendem Hochschullehrer aufgenommen werden (zur „Vereinbarung zur Betreuung eines Promotionsvorhabens“ siehe Empfehlung 6.6 Vereinbarung zwischen Doktorand und Betreuer sowie Anhang A 5).
 - Die außerfachliche Qualifizierung sollte vom Doktoranden zeitlich eigenverantwortlich und mit dem Verlauf des Promotionsvorhabens abgestimmt erworben werden. Der Doktorand sollte mindestens zwei Angebote wahrnehmen, bei Bedarf und/oder Interesse auch weitere.
 - Das Angebot ausbildungsartiger Elemente darf jedoch nicht überbetont werden oder seine Nutzung zu Lasten der Forschung wahrgenommen werden und damit zu einer Schwächung des beruflichen Leistungsaspekts der Promotionsphase führen. Diese mögliche Belastung muss bei der Integration zusätzlicher Qualifizierungsangebote stets fallweise abgewogen werden.
- Leistungspunkte sollten für die Teilnahme an zusätzlichen Vorlesungen oder die Erbringung anderer Leistungen nicht vergeben werden. Eine Bestätigung über die Teilnahme und gegebenenfalls erbrachte Prüfungsleistungen sollte dem Doktoranden aber auf Wunsch ausgestellt werden.

6.3 ZULASSUNG

Die formale Zulassung zur Promotion unterliegt im Gegensatz zur individuellen Auswahl der Doktoranden (siehe Empfehlung 6.4) landesrechtlichen Regelungen, die – wenn auch in den einzelnen Bundesländern nicht durchgehend einheitlich – doch bestimmte Regelanforderung zum Promotionszugang festschreiben. Einstellungsvoraussetzung für wissenschaftliche Mitarbeiter ist neben den allgemeinen dienstrechtlichen Voraussetzungen grundsätzlich ein abgeschlossenes Hochschulstudium. Die Zulassung zum Promotionsverfahren setzt einen Diplomabschluss einer Universität oder einen Masterabschluss einer Universität beziehungsweise einer Fachhochschule voraus. Im Ausnahmefall können auch besonders qualifizierte Diplomabsolventen einer Fachhochschule oder Bachelorabsolventen⁵¹ aller Hochschulen im Rahmen eines Eignungsfeststellungsverfahrens zugelassen werden. Dies umfasst in der Regel zusätzliche zu erbringende Studienleistungen im Umfang von im Allgemeinen mehreren Semestern.

Empfehlungen

- Voraussetzung für die Zulassung zur Promotion ist grundsätzlich der vorhergehende Erwerb des Mastergrades (bzw. des Diploms).
- In den Promotionsordnungen sollten die Voraussetzungen zur formalen Zulassung zur Promotion festgelegt werden. Dies betrifft insbesondere das Verfahren zur Feststellung der Gleichwertigkeit der Studienabschlüsse der Bewerber mit dem Diplom- beziehungsweise Master-Abschluss der Universität, an der die Promotion durchgeführt werden soll.
- Wie gesetzlich geregelt, darf der Zugang zur Promotion auf der Basis eines Bachelorabschlusses allein herausragenden Studierenden vorbehalten bleiben und nur in besonders begründeten Ausnahmefällen möglich sein. Es wird empfohlen, dass Bachelorabsolventen über ein Eignungsfeststellungsverfahren Kompetenzen auf einem dem Mastergrad eines konsekutiven Studienganges äquivalenten Niveau vorab oder begleitend nachholen.

⁵¹ In den „Länderübergreifenden Strukturvorgaben gemäß § 9 Abs.2 HRG für die Akkreditierung von Bachelor- und Masterstudiengängen“ (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 10. Oktober 2003) haben die Kultusminister in Deutschland die Möglichkeit vorgesehen, dass „Inhaber eines Bachelorgrades auch ohne Erwerb eines weiteren Grades im Wege eines Eignungsfeststellungsverfahrens unmittelbar zur Promotion zugelassen werden [können].“

- Die konkrete Ausgestaltung und Durchführung des Eignungsfeststellungsverfahrens ist Gegenstand der jeweiligen Promotionsordnung.

6.4 AUSWAHL

Die Qualität des wissenschaftlichen Nachwuchses ist einer der entscheidenden Faktoren für die Qualität eines Instituts und auch einer Universität. Der Auswahl der geeigneten Doktoranden muss daher eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Empfehlungen

- Grundsätzlich sollte eine Promotion nur den besonders qualifizierten Absolventen der vorgelagerten Studiengänge oder solchen Absolventen, die außerhalb universitärer Forschungseinrichtungen exzellente Leistungen erbracht haben, offen stehen.
- Die traditionellen Wege der Gewinnung begabter Studierender und Absolventen durch die Professoren sollten um institutionell organisierte Ausschreibungs- und Annahmeverfahren ergänzt werden („Auswahl nach Exzellenzkriterien“). Die letzte Entscheidung muss jedoch dem Hochschullehrer obliegen, der für die Betreuung der Dissertation vorgesehen ist.
- Die Universitäten sollten auch besonders befähigten Fachhochschulabsolventen den Weg zur Promotion weiter öffnen.⁵² Die Entscheidung über die Zulassung sollte nach individueller Prüfung jedes Antrags auf der Basis der geltenden Promotionsordnung getroffen werden.
- Im Interesse der Förderung der Mobilität junger Wissenschaftler sollten die Hochschullehrer vermehrt Doktoranden gewinnen, die nicht aus den Reihen der Studierenden der eigenen Universität kommen. Nach den Ergebnissen der Befragung spielt die Rekrutierung von wissenschaftlichen Mitarbeitern beziehungsweise Doktoranden aus den Studierenden der eigenen Universität eine wichtige Rolle: Jeder zweite Professor sucht sich seine wissenschaftlichen Mitarbeiter beziehungsweise Doktoranden im Wesentlichen in dieser Gruppe, nur etwa jeder Dritte der Promovierten hat für die Erarbeitung der Dissertation die Universität gewechselt.

6.5 STRUKTUR

Die Art und Weise der gegenwärtigen Ingenieurpromotion in Deutschland ist insgesamt gesehen sehr leistungsfähig. Diese von den befragten Professoren und Promovierten gleichermaßen geteilte Einschätzung ist eng verbunden mit der Durchführung einer Promotion im Rahmen einer beruflichen Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter (sog. „Assistenz-Promotion“), die mit rund 90% aller ingenieurwissenschaftlichen Promotionen die bevorzugte Form darstellt.

Empfehlungen

- Die „Assistenz-Promotion“ ist durch ihre weite Verbreitung die Regelform der Ingenieurpromotion. Im Rahmen der beruflichen Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter fertigt der Doktorand eine originäre wissenschaftliche Forschungsarbeit an. Die Form der „Assistenz-Promotion“ im Umfeld der Zusammenarbeit mit industriellen Partnern garantiert für den Doktoranden die Balance zwischen praxisorientierter und wissenschaftlicher Forschungsarbeit.
- Als Ergänzung zur „Assistenz-Promotion“ unter dem Dach der Universität ist auch die Promotion in einem Graduiertenkolleg, einer Graduiertenschule, einer Graduate School oder in anderen Formen von strukturierten Promotionsmodellen zu sehen. Im Unterschied zur „Assistenz-Promotion“ ist der Doktorand nicht als wissenschaftlicher Mitarbeiter an einem Institut oder Lehrstuhl beschäftigt, sondern erhält im Rahmen der Graduiertenförderung ein Stipendium.
- Beide Wege sollten koexistieren, da die bewährte „Assistenz-Promotion“ in Verbindung mit den strukturierten Promotionsmodellen unter einem wissenschaftlichen Dach zur wechselseitigen Befruchtung führt.
- Über die konkrete Ausgestaltung der Promotion muss jede einzelne Universität im Rahmen ihrer Autonomie selbst befinden.

⁵² Fachhochschulabsolventen, die promovieren wollen, können dieses Vorhaben grundsätzlich nur an einer Universität verwirklichen. Eine Ausnahme bildet seit Frühjahr 2008 die Hamburger „Hochschule für Angewandte Wissenschaften“, die für ausgewiesene Bereiche im Rahmen eines Modellversuchs das Promotionsrecht erhalten soll. Die Hochschulgesetze einiger Bundesländer sehen für den Fall, dass ein Doktorand nicht an einer Universität, sondern an einer Fachhochschule promovieren möchte, ein sog. kooperatives Promotionsverfahren vor, in welchem ein Fachhochschulprofessor als Betreuer und Gutachter am universitären Promotionsverfahren mitwirkt.

- Eine besondere Lesart der Ingenieurpromotion ist zudem die Promotion von Externen, sei es als Mitarbeiter in einem mit der Universität kooperierenden Institut oder in der Wirtschaft („Industriepromotion“), die vor Beginn des offiziellen Prüfungsverfahrens nicht formell mit der Universität verbunden sind.

Bei „Industriepromotionen“ ist auf eine faire und sinnvolle Aufgabenteilung zwischen Industrie und Hochschule, auf eine Einbindung der Ingenieurpromotion in die universitäre Forschung und auf die wissenschaftliche Verantwortung ausschließlich durch den betreuenden Hochschullehrer zu achten. Bei Promotionsarbeiten in Verbindung mit der Industrie sollte ein gemeinsames Forschungsprojekt zugrunde liegen und die Durchführung der Promotion nach Art und Umfang den am betreuenden Institut üblichen Bedingungen und Standards entsprechen. Diese Art der Zusammenarbeit hat sich in der Praxis sehr bewährt.

- Im Zuge der Bemühungen um die Forcierung lebenslangen Lernens, der Flexibilisierung von Berufswegen und der Verbesserung beruflicher Entwicklungsmöglichkeiten sollte es Ingenieuren grundsätzlich möglich sein, auch zu einem späteren Zeitpunkt im Berufsleben in eine wissenschaftliche Karriere überzuwechseln oder eine Phase wissenschaftlicher Arbeit einzulegen. Dies ist vielfach bereits der Fall, die gegenseitige Durchlässigkeit von Wissenschaft und Wirtschaft sollte aber noch weiter verbessert werden.

6.6 VEREINBARUNG ZWISCHEN DOKTORAND UND BETREUER

Eigenverantwortliche Forschung steht im Mittelpunkt der Qualifikation der Doktoranden. Nachwuchswissenschaftler benötigen aber auch eine regelmäßige und organisierte Begleitung mit dem Ziel,

- eine hohe inhaltliche Qualität sicherzustellen und
- die Verantwortlichkeiten von Doktorand und betreuendem Hochschullehrer für den zeitlichen Ablauf der Promotion klar festzulegen.

Empfehlungen

- Zwischen Doktorand und Betreuer als eine Gemeinschaft von Forschenden sollte frühestmöglich eine Vereinbarung über Rechte und Pflichten abgeschlossen werden (ein Muster einer „Vereinbarung zur Betreuung eines Promotionsvorhabens“ findet sich in Anhang A 5), die mindestens umfassen sollte:

- Skizze des Forschungsgebietes/-themas,
- Zeitrahmen für die Promotion mit Meilensteinen im Projektverlauf,
- Abschätzung der voraussichtlich benötigten sächlichen, finanziellen und personellen Ressourcen einschließlich der erforderlichen Beschaffungsmaßnahmen,
- Festlegung begleitender Promotionsunterstützung, die vom Umfang her sinnvoll bemessen sein sollte,
- Verpflichtung des Doktoranden zur Vorlage halbjährlicher Kurzberichte und zu einem mindestens jährlichen Vortrag im Rahmen eines Doktorandenkolloquiums über den Fortgang der Arbeit einschließlich einer Beschreibung der im Weiteren geplanten Arbeiten.

- Der betreuende Hochschullehrer unterstützt den Doktoranden in dessen Aktivitäten zur Vorstellung und Diskussion der eigenen Forschungsarbeiten in der nationalen und internationalen Forschungsgemeinschaft. Während der gesamten Promotionsdauer sollten

- Vorträge auf nationalen und internationalen Fachtagungen gehalten werden, davon mindestens ein Vortrag in englischer Sprache und
- fachwissenschaftliche Publikationen getätigt werden.

Hierzu sollte auch die Veröffentlichung von Teilergebnissen der Dissertation (Vorveröffentlichung) zählen, um dem Doktoranden möglichst frühzeitig die Gelegenheit zu geben, erzielte Teilergebnisse einer wissenschaftlichen Diskussion zu stellen.

- Wahlweise kann ein zusätzlicher, erfahrener Wissenschaftler benannt werden, welcher von dem Doktoranden regelmäßig über den Fortgang der Arbeit unterrichtet und somit in den Verlauf der Promotionsarbeit einbezogen wird („Mentor“).
- Der betreuende Hochschullehrer sollte zusammen mit dem wissenschaftlichen Mentor die (Zwischen-)Berichte des Doktoranden entgegennehmen und begutachten.
- Die Doktoranden und die betreuenden Hochschullehrer machen sich die Regeln guter wissenschaftlicher Praxis zu Eigen.⁵³

53 DFG 1998.

6.7 PROMOTIONSDAUER⁵⁴

Die Kritik an „überlangen“ Ausbildungszeiten hat in der jüngeren Vergangenheit eine größere öffentliche Aufmerksamkeit erfahren. Im Zuge dieser Debatte gehört auch die Frage der „Überalterung“ des wissenschaftlichen Nachwuchses zu den besonders häufig angesprochenen Themen. Das vermeintlich hohe Durchschnittsalter der Promovierten in Deutschland wird oftmals als besonders sichtbares Symptom der behaupteten strukturellen Defizite in der Nachwuchsqualifizierung in Deutschland angesehen. Besonders die Politik fordert mit Blick auf internationale Entwicklungen eine Verkürzung der Ausbildungszeiten und eine Verjüngung des wissenschaftlichen Nachwuchses.

Die Befragungen der Professoren und Promovierten haben gezeigt, dass sich die durchschnittliche Promotionsdauer in den Ingenieurwissenschaften mit etwa 4,5 Jahren auf international vergleichbarem Niveau bewegt. Ungeachtet dessen unterstützt acatech grundsätzlich alle Bestrebungen, die zu einem zügigen und zielorientierten Promotionsverhalten in den Ingenieurwissenschaften beitragen.

Bei einer Verkürzung der Promotionsdauer muss allerdings stets mitbedacht werden, dass diese nicht zu Lasten der Qualität der wissenschaftlichen Arbeit gehen darf oder den Verzicht auf den Erwerb weiterer fachlicher wie außerfachlicher Qualifikationen zur Folge haben darf. Unter allen Beteiligten herrscht Einigkeit, dass die wissenschaftliche Qualität einer Promotionsarbeit das entscheidende Kriterium für ihre Güte ist. Die Zusatzqualifikationen werden gerade in Wirtschaft und Industrie von einem promovierten Ingenieur besonders erwartet und eingefordert.

Dabei ist für acatech nicht die Forderung nach einer bloßen Verkürzung der Promotionsdauer leitend, sondern die Notwendigkeit, stets aufs Neue die „besten Köpfe“ für eine Promotion bei einer überschaubaren Promotionsdauer zu gewinnen, die auch weiterhin den Erkenntnisgewinn in Forschung und Technik vorantreiben und damit die Voraussetzungen für innovative und international konkurrenzfähige Produkte schaffen.

Empfehlungen

- Eine Promotion sollte grundsätzlich zielstrebig angegangen und abgeschlossen werden.
- Es sollte das Bestreben aller Beteiligten an einer Ingenieurpromotion sein, diese im Zeitraum von unter vier Jahren abzuschließen.
- Folgende Maßnahmen sind besonders geeignet, einer unnötig langen Promotionsdauer entgegen zu wirken:
 - Begrenzung der dissertations-/promotionsfremden Aufgaben der Doktoranden in Forschung, Lehre und Verwaltung,
 - regelmäßige Berichterstattung der Doktoranden über den Fortgang der Promotionen,
 - Sicherstellung einer ausreichenden Arbeitszeit für die Dissertation und die fachliche wie außerfachliche Weiterqualifizierung,
 - Mitverantwortung der Betreuer für eine zügige Durchführung der Promotion.
- Bezüglich der Doktorandenausbildung ist nicht nur die reine Bearbeitungsdauer, sondern auch die Dauer des Promotionsverfahrens zu beachten. Der Zeitraum zwischen der Abgabe der Dissertation bis zur mündlichen Prüfung sollte auf drei Monate beschränkt werden. Nach Einschätzung der befragten Promovierten erfolgt dies bisher nach durchschnittlich fünf Monaten, die befragten Professoren beziffern diesen Zeitraum auf durchschnittlich vier Monate. Die Umsetzung eventueller Auflagen aus der mündlichen Prüfung sollte innerhalb von drei Monaten erfolgen.
- Die Bestellung der Prüfungskommission und die Benennung der Gutachter sollte bereits vor der Einreichung der Dissertationsschrift erfolgt, zumindest aber unter allen Beteiligten abgestimmt sein. Dies kann sowohl zu einer rascheren Ansetzung der Disputation führen wie auch zu einer Entkopplung der Einreichung der Dissertation von den Sitzungsrhythmen der akademischen Gremien (Fakultätsrat, Promotionsausschuss).
- Regelmäßige Doktorandenkolloquien, in denen die Doktoranden unter kommentierender Teilnahme der Professoren über die Fortschritte in ihren Arbeiten berichten und diskutieren, tragen zu einer erheblichen Steigerung der Effizienz bei, mit der sich die Doktoranden Kenntnisse über ihr Fachgebiet aneignen. Die Teilnahme an den Doktorandenkolloquien sollte für die Doktoranden wie für die betreuenden Hochschullehrer verpflichtend sein.

⁵⁴ Unter Promotionsdauer wird der gesamte Zeitraum zwischen Studien- und Promotionsabschluss verstanden (siehe Glossar).

- Den Doktoranden sollten institutionelle Freiräume eröffnet werden, auch „unter sich“ sich gegenseitig über ihre Dissertationsprojekte zu berichten und ohne die Teilnahme eines Hochschullehrers diese zu erörtern.

6.8 DER BEITRAG ZUR LEHRE

Neben den primären Zielen einer Ingenieurpromotion (Eigenqualifizierung und Erarbeitung eines grundlegenden Beitrages für den „Wissenschaftsoutput“) hat sich die Mitwirkung der Doktoranden in der Lehre zu einem wesentlichen Bestandteil eines jeden Promotionsvorhabens entwickelt. So ist es mittlerweile eine bewährte Tradition an deutschen Universitäten, dass diejenigen, die im Rahmen einer Forschungsarbeit für ihre Dissertation beschäftigt sind, sich an der Betreuung von Studierenden beteiligen, sei es durch Betreuung von Studien- und Abschlussarbeiten, durch Assistenz in Lehrveranstaltungen und bei der Durchführung von Praktika beziehungsweise Übungen oder durch die technische Betreuung von Laboren und Werkstätten.

Empfehlungen

- Die Einbindung der Doktoranden in die Lehre ist sowohl für die Doktoranden selbst als auch für die von den Doktoranden betreuten Studierenden von großem Nutzen: So führen Lehrerfahrungen für die Doktoranden in erheblichem Maße zur Weiterbildung der Persönlichkeit und zur Aneignung von Schlüsselkompetenzen der jungen Ingenieure, die für die berufliche Praxis von großer Bedeutung sind (beispielsweise für die Präsentation von Forschungsergebnissen oder in der internationalen wissenschaftlichen Kommunikation). Die Einbeziehung der Studierenden in Promotionsvorhaben durch Studien- oder Abschlussarbeiten ermöglicht diesen einen frühen Zugang zu Forschung bereits im Studium. Die Mitwirkung der Doktoranden in der Lehre sollte weder aufgegeben noch abgeschwächt werden.
- Der Einbindung der Doktoranden in die Lehre sollte deren hochschuldidaktische Vorbereitung vorausgehen.

6.9 BEZUG ZUR INDUSTRIELLEN PRAXIS

Die Ingenieurwissenschaften verstehen sich als angewandte Wissenschaft. Ingenieurwissenschaftliche Forschung wird in ganz entscheidendem Maße in Bezug zu praktisch einsetzbaren Technologien, Verfahren oder Methoden betrieben. Im Mittelpunkt steht häufig die Bearbeitung von Fragestellungen aus der Praxis. Forschungsprojekte in Kooperation mit der Wirtschaft und der Industrie stellen oftmals erst die Grundlage für die Durchführung einer Promotion dar.

Der besondere Praxisbezug der Ingenieurwissenschaften wird auch an ihren Hochschullehrern deutlich. Sie sind nach der Promotion ganz überwiegend in der Industrie mit Forschungs- und Führungsaufgaben betraut, bevor eine Berufung sie zurück an die Universität führt. Die aus den dort geknüpften Kontakten entstehenden gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit Industriepartnern sichern den Praxisbezug und die Anwendungsorientiertheit der universitären Forschung. Damit sind oft auch auftragsinduzierte Forschungs- oder Entwicklungstätigkeiten für industrielle Auftragnehmer verbunden, die in den Ingenieurwissenschaften unverzichtbar sind, um die Aktualität neuer Forschungsprojekte zu sichern und Weiterentwicklungen in der Lehre anzuregen.

Empfehlungen

- Die Zusammenarbeit mit industriellen Partnern muss auch weiterhin ein wesentlicher Bestandteil des Umfeldes einer ingenieurwissenschaftlichen Promotion sein.
- Eine Promotion in den Ingenieurwissenschaften ist im Verständnis der weit verbreiteten „Assistenz-Promotion“ mehr als eine theoriebezogene Qualifizierung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Es handelt sich vor allem um eine erste Berufstätigkeit im Anschluss an das Studium und nicht um eine Verlängerung oder um einen dritten Zyklus desselben, wie es der Bologna-Prozess zum Ausdruck bringen will. Die selbständige Tätigkeit und auch der ausgeprägte Praxisbezug in Forschung, Lehre und Projektarbeit bringt eine umfassende Kompetenzentwicklung der Doktoranden mit sich und ist ein Alleinstellungsmerkmal der deutschen Ingenieurwissenschaften im internationalen Vergleich, aber auch im Vergleich zu anderen Wissenschaftsdisziplinen. Diese Merkmale sind besonders für die „Assistenz-Promotion“ typisch und sollten weder aufgegeben noch abgeschwächt werden.

6.10 INTERNATIONALISIERUNG

Wissenschaft ist mehr und mehr auf internationale Fragestellungen ausgerichtet und stärker denn je international vernetzt. Dies gilt gleichlautend auch für die ingenieurwissenschaftliche Forschung, die mit ihren Ergebnissen zudem den internationalen Wettbewerb im Blick haben muss.

Empfehlungen

- Eine ingenieurwissenschaftliche Promotion sollte die steigende Bedeutung von Auslandserfahrung – sei es hinsichtlich des Forschungsgegenstandes oder hinsichtlich einer späteren beruflichen Tätigkeit im Ausland – berücksichtigen.
- Doktoranden sollten (Teil-)Ergebnisse ihrer Dissertation in anerkannten internationalen Fachzeitschriften publizieren.
- Die aktive Teilnahme an Konferenzen im Ausland oder auch an internationalen Konferenzen im Inland bieten dem Doktoranden gute Möglichkeiten zu Aufbau und Pflege persönlicher Kontakte zu ausländischen Wissenschaftlern.
- Eine Mitarbeit in internationalen Projekten trägt neben dem Zugewinn an fachlichen Kompetenzen auch zur Verbesserung der Sprachfähigkeit und zur Förderung interkultureller Kompetenzen bei.
- Sofern dem Promotionsvorhaben inhaltlich förderlich, sollte ein Doktorand nach Möglichkeit einen Auslandsaufenthalt anstreben. Dieser sollte von ca. vierteljähriger Dauer sein und in der mittleren Phase der Promotionszeit vorgesehen werden, da in dieser Phase einerseits die notwendige Einarbeitung abgeschlossen ist, andererseits noch genügend Zeit für die Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse verbleibt. Der Auslandsaufenthalt sollte hinsichtlich der auszuwählenden Hochschule und der Aufgabenstellung auf die spezifische Vorbildung des Doktoranden sowie die Themenstellung des Promotionsprojektes individuell abgestimmt werden. Für die Zeit des Auslandsaufenthaltes muss ein regelmäßiges Kommunikationsprozedere zwischen Doktorand und betreuendem Hochschullehrer vereinbart sein. Zur Übernahme der Reise- und Unterkunftskosten und eventueller Gebühren der Gastuniversität sollte zwischen dem Doktoranden und dem Heimatinstitut des Doktoranden eine einvernehmliche Lösung gefunden werden.
- Es sollten bewusst auch ausländische Graduierte als wissenschaftliche Mitarbeiter beziehungsweise Doktoranden für eine Ingenieurpromotion an deutschen Universitäten gewonnen werden. Gegenwärtig werden ca. 15 % der Promotionen, die von den befragten Professoren betreut werden, von Ausländern bearbeitet.
- Ausländische Gastwissenschaftler sind besonders gut geeignet, die internationale Struktur eines Instituts oder eines Lehrstuhls weiter zu fördern. Sie gehen oft eine langfristige Beziehung mit ihrer gastgebenden Universität ein und bereichern die wissenschaftliche Arbeit. Arbeitskontakte und Gebenbesuche sind für Doktoranden eine gute Möglichkeit, an internationalen Projekten mitzuarbeiten oder an deren Ergebnissen teilzuhaben.
- Eine internationale Zusammenarbeit kann auch durch die gemeinsame Bearbeitung einer wissenschaftlichen Aufgabe durch zwei Doktoranden aus unterschiedlichen Ländern gefördert werden (beispielsweise theoretische und experimentelle Analysen).

6.11 GEZIELTE FÖRDERUNG VON FRAUEN

Ein zentraler Aspekt der Verbesserung der Nachwuchsförderung in den Ingenieurwissenschaften besteht nach wie vor darin, Maßnahmen zu etablieren und Bedingungen zu schaffen, die Frauen bei der Aufnahme einer Karriere in Hochschulen und Wirtschaft wirksam unterstützen. Ziel ist es, eine an Chancengerechtigkeit orientierte Personalentwicklungsstruktur einzuführen und die Vereinbarkeit von Familie und Erwerbstätigkeit für Frauen und Männer zu verbessern.

Empfehlungen

- Es sollten auf die jeweiligen fachlichen Belange ausgerichtete, erreichbare und verbindliche Zielvereinbarungen zwischen den Organisationseinheiten und der Universitätsleitung⁵⁵ zur Steigerung des Anteils von Wissenschaftlerinnen eingeführt werden. Zielvereinbarungen stellen ein geeignetes Instrument dar, weil lediglich der Zeitraum und die Zielgröße definiert werden. Es bleibt den Partnern überlassen, mit welchen Methoden und Maßnahmen sie die vereinbarten Ziele erreichen wollen.

⁵⁵ Chancengerechtigkeit sollte auch Bestandteil der Zielvereinbarungen zwischen einer Universität und dem Land sein.

- Maßnahmen und Methoden zur Steigerung des Anteils von Frauen auf den verschiedenen Qualifizierungsstufen dürfen „positiv diskriminierend“ sein, solange der Frauenanteil unter 30% (Marginalitätsgrenze) liegt. Stipendien und Mitarbeiterstellen sollten in diesem Fall explizit für Frauen ausgeschrieben werden. Spezifisches Recruiting von ausländischen Wissenschaftlerinnen ist hier ebenso zu nennen wie der Wettbewerb um qualifizierte Frauen auf nationaler und regionaler Ebene.⁵⁶
- Der Frauenanteil ist in den Studiengängen höher, die eine deutliche Schnittstelle zwischen technischen Fragestellungen und sozialen, wirtschaftlichen oder ökologischen Problemen herstellen. Da die Ingenieurwissenschaften insgesamt in vielen Forschungs- und Entwicklungsfragen zunehmend interdisziplinär zusammen wirken, sollte dieser Aspekt von Forschung stärker herausgestellt werden.
- Frauen treffen ihre Berufsentscheidungen eher kontextbezogen, d.h. sie wägen die fachliche Attraktivität, die wissenschaftliche Herausforderung und die späteren beruflichen Entwicklungschancen, die durch eine Promotion entstehen, mit der gegebenen Arbeitssituation und –atmosphäre sowie ihrer individuellen Lage ab. Image und Öffentlichkeitsarbeit der Fakultäten sollten diese Ansprüche berücksichtigen.
- Eine familienfreundliche Arbeitsumgebung ist auch für junge Frauen, deren eigene Familienplanung noch nicht aktuell ist, ein wesentliches Kriterium bei der Entscheidung für einen Arbeitgeber. Dies gilt auch für Universitäten und Fakultäten. Diese sollten familienfreundliche Strukturen (flexible Arbeitsmodelle, Angebote der Kinderbetreuung) aufbauen und Väter und Mütter, die Wissenschaft und Familie miteinander verbinden, als Vorbilder benennen, um die Attraktivität einer Ingenieurpromotion für junge Frauen zu erhöhen.

6.12 GRADBEZEICHNUNG

Der an einer deutschen Universität erworbene Doktorgrad in den Ingenieurwissenschaften ist der „Doktor-Ingenieur“, der üblicherweise mit „Dr.-Ing.“ abgekürzt wird. Er genießt weltweit eine hohe Reputation und steht für die Unverwechselbarkeit der deutschen Ingenieurpromotion, die durch das besondere Zusammenspiel von Forschung, Lehre und Projektarbeit ausgezeichnet ist.

Empfehlungen

- Der akademische Grad „Dr.-Ing.“ sollte auch weiterhin verliehen werden. Dies gilt in Vereinbarkeit mit den Zielen des Bologna-Prozesses, da die Vergleichbarkeit der akademische Grade und Abschlüsse auch ohne deren Vereinheitlichung möglich ist. Die Bologna-Erklärung eröffnet den Mitgliedsstaaten ausdrücklich die Möglichkeit, nationale Besonderheiten bei der Schaffung des gemeinsamen europäischen Hochschulraums geltend zu machen.⁵⁷ Genau dies wird mit der Bezeichnung eines an einer deutschen Universität promovierten Ingenieurs als „Dr.-Ing.“ bezweckt.
- Bei Promotionswegen, die sich im Verständnis des Bologna-Prozesses als ein dritter Zyklus der Ausbildung und nicht als eine erste Berufstätigkeit im Anschluss an das Studium verstehen, sollte dies auch in der Verleihung eines anderen akademischen Grades zum Ausdruck kommen, beispielsweise dem im internationalen Kontext üblichen Ph.D..

⁵⁶ Eine „Positive Diskriminierung“ ist mit einer zeitlichen Befristung konform mit dem 2006 in Kraft getretenen Allgemeinen Gleichbehandlungsgesetz (AGG). Ziel des Gesetzes ist es, Benachteiligungen aus Gründen der Rasse oder wegen der ethnischen Herkunft, des Geschlechts, der Religion oder Weltanschauung, einer Behinderung, des Alters oder der sexuellen Identität zu verhindern oder zu beseitigen (§ 1 AGG). Eine „Positive Diskriminierung“ ist dem AGG nach zulässig, wenn „durch geeignete und angemessene Maßnahmen bestehende Nachteile wegen eines in § 1 genannten Grundes verhindert oder ausgeglichen werden sollen.“ (§ 5 AGG).

⁵⁷ In der Erklärung von Bologna ist ausdrücklich davon die Rede, dass die in ihr niedergelegten Ziele unter „uneingeschränkter Achtung der Vielfalt der Kulturen, der Sprachen, der nationalen Bildungssysteme und der Autonomie der Universitäten“ erreicht werden sollen (siehe Anhang A 1).

7 GLOSSAR

Der Ablauf eines Promotionsverfahrens in den Ingenieurwissenschaften wird in der Promotionsordnung der zuständigen Fakultät festgelegt. Das Verfahren wird dabei von Universität zu Universität zum Teil sehr unterschiedlich gehandhabt. In der Regel durchlaufen die späteren promovierten Ingenieure verschiedene Promotionsphasen, in denen sie unterschiedlich bezeichnet werden. Die wichtigsten **Phasen** und **Bezeichnungen** werden in dem folgenden Glossar näher erläutert:

Eine Zulassung zum Promotionsverfahren setzt im Regelfall einen einschlägigen **Diplomabschluss** einer Universität oder einen **Masterabschluss** einer Hochschule voraus. Das Master-Studium schließt sich an den Bachelor-Abschluss an. Zu unterscheiden ist zwischen konsekutiven Bachelor- und Master-Studiengängen, die nach Maßgabe der Studien- bzw. Prüfungsordnung inhaltlich aufeinander aufbauen und nicht-konsekutiven Master-Studiengängen, die zwar als Zugangsvoraussetzung einen Bachelorabschluss erfordern, aber inhaltlich nicht auf dem vorangegangenen Bachelor-Studiengang aufbauen. Darüber hinaus bestehen noch weiterbildende Master-Studiengänge, die nach einem qualifizierten Hochschulabschluss qualifizierte berufspraktische Erfahrung von in der Regel nicht unter einem Jahr voraussetzen. Die Inhalte des weiterbildenden Master-Studiengangs sollen die beruflichen Erfahrungen berücksichtigen und an diese anknüpfen.

Personen, welche einen der genannten Studiengänge erfolgreich abgeschlossen haben, werden als **Absolventen**, gelegentlich auch als Graduierte bezeichnet.

Die Ingenieurpromotionen erfolgt in der Regel in einem festen Beschäftigungsverhältnis als **wissenschaftlicher Mitarbeiter**, finanziert als Landesstelle oder über Drittmittelleinnahmen. Die wissenschaftlichen Mitarbeiter üben an einem Institut oder Lehrstuhl eine wissenschaftliche Tätigkeiten in Forschung und Lehre aus und arbeiten auf die eigene Promotion hin. Die meisten wissenschaftlichen Mitarbeiter sind dabei befristet angestellt. Eine Verlängerung des Beschäftigungsverhältnisses ist im Rahmen gesetzlich festgelegter Ausnahmetatbestände und bei Drittmittelfinanzierung möglich.

Eine Alternative zur Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter und ein prominentes Beispiel einer strukturierten Doktoranden-ausbildung stellen Graduiertenkollegs dar. Doktoranden – diese erhalten im Rahmen der Graduiertenförderung ein Stipendium

und können daher auch als Stipendiaten bezeichnet werden – haben hier Gelegenheit, im Rahmen eines systematisch angelegten Studienprogramms in einem umfassenden Forschungszusammenhang zu arbeiten und ihre Promotion vorzubereiten.

Das Promotionsverfahren gestaltet sich unabhängig davon, ob ein wissenschaftlicher Mitarbeiter oder ein Stipendiat es als Doktorand durchläuft, für beide gleich.

Die **Promotion** ist die Verleihung des akademischen Grades „Doktor“ (v. lat.: docere „lehren“ oder doctus „gelehrt“). Er ist der höchste akademische Grad. Der akademische Doktorgrad (das Doktorat) wird durch die Promotion an einer Hochschule mit Promotionsrecht erlangt. Über das **Promotionsrecht** verfügen Universitäten und ihnen gleichgestellte Hochschulen. Der Doktor der Ingenieurwissenschaften wird üblicherweise als „Doktor-Ingenieur“ bezeichnet und mit „Dr.-Ing.“ abgekürzt.

Nach Anmeldung des Promotionsvorhabens beim Promotionsausschuss der betreffenden Fakultät wird der wissenschaftliche Mitarbeiter auch als **Doktorand** bezeichnet (vereinzelt werden auch die synonymen Bezeichnungen Dissertant, Promovend oder Promovierender verwendet). Mit Annahme durch den **Promotionsausschuss** wird das eigentliche Promotionsverfahren eröffnet.

Die Promotion dient dem Nachweis der Befähigung zu vertiefter wissenschaftlicher Arbeit. Er beruht auf einer selbständigen wissenschaftlichen Arbeit, der **Dissertation**, und einer (hochschul-) öffentlichen mündlichen **Doktorprüfung**.⁵⁸ Die Prüfung ist dann mit Erfolg abgeschlossen, wenn der Promotionsausschuss die Dissertation angenommen hat und die Doktorprüfung erfolgreich bestanden wurde.

Erst mit der Veröffentlichung der Dissertation ist das Promotionsverfahren endgültig abgeschlossen. Danach erhält der Doktorand die **Promotionsurkunde** und damit das Recht, den akademischen Grad „Dr.-Ing.“ zu führen. Einige Promotionsordnungen gestatten denjenigen, die die Prüfung abgeschlossen, aber die Dissertation noch nicht veröffentlicht haben, bis auf weiteres die Bezeichnung „Dr. des.“ (doctor designatus) zu führen und setzen für die Veröffentlichung der Dissertation eine angemessene Frist.

⁵⁸ Die Doktorprüfung besteht aus einer Verteidigung der schriftlichen Arbeit (Disputation). Promotionsordnungen einzelner Universitäten sehen zudem auch die mündliche Prüfung in einem Haupt- und Nebenfach vor (Rigorosum).

Bei der „Dauer der Promotion“ können zwei Zeitspannen unterschieden werden. Zum einen die unmittelbar auf die Dissertation bezogene Arbeitszeit (Bearbeitungsdauer), zum anderen der gesamte Zeitraum zwischen Studien- und Promotionsabschluss (Promotionsdauer).

Ein Promotionsvorhaben eines Doktoranden wird von einem **Professor** betreut. Die Berechtigung zur Betreuung von Doktoranden ist von Fakultät zu Fakultät unterschiedlich geregelt. So können, in Abhängigkeit von der jeweiligen Promotionsordnung, sowohl Habilitierte (Privatdozenten) als auch Professoren (unabhängig von der Frage, ob sie habilitiert sind oder nicht) wie auch Juniorprofessoren als Doktorvater oder Doktormutter fungieren.

Promovierte sind ehemalige Doktoranden mit erfolgreich abgeschlossener Promotionsprüfung und ausgehändigter Promotionsurkunde. Sie arbeiten zum ganz überwiegenden Teil außerhalb der Universität, an der sie promoviert wurden, in Wissenschaft und Wirtschaft.

Der gesamte Ablauf eines Promotionsverfahrens wird in der **Promotionsordnung** der zuständigen Fakultät festgelegt.

Die Promotion ist allgemein gesprochen ein Teil der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Mit dem breiten Begriff **Wissenschaftlicher Nachwuchs** werden alle Wissenschaftler bezeichnet, die nach Abschluss ihres Studiums sich in der Phase vor der Promotion oder in der Phase nach der Promotion befinden. Unter Bezug auf die erste Phase spricht man mit Blick auf das Angestelltenverhältnis von wissenschaftlichen Mitarbeitern, mit Blick auf die eigentliche Promotion von Doktoranden, in der Phase nach der Promotion werden diese zu Postdoktoranden. Mit dem Antritt einer (leitenden) Stellung in der Industrie oder der Berufung auf eine Professur an einer Hochschule wird die Qualifizierungsphase als ‚wissenschaftlicher Nachwuchs‘ abgeschlossen.

8 LITERATURVERZEICHNIS

4ING 2006

4ING – Fakultätentage der Ingenieurwissenschaften und der Informatik an Universitäten: Die Bedeutung der Promotionsphase in den Ingenieurwissenschaften, Positionspapier vom 14. September 2006

[URL: <http://www.4ing.net/fileadmin/PDF/4ING-Positionspapier-Promotion-Fassung060207.pdf>].

acatech 2006

acatech: Bachelor- und Masterstudiengänge in den Ingenieurwissenschaften. Die neue Herausforderung für Technische Hochschulen und Universitäten, 2006

[Fraunhofer IRB Verlag, ISBN 978-3-8167-7022-0, URL: http://intern.acatech.de/public_download.php?&fileid=152&type=news].

Bergen 2005

Der europäische Hochschulraum – die Ziele verwirklichen, Communiqué der Konferenz der für die Hochschulen zuständigen europäischen Ministerinnen und Minister, 19.–20. Mai 2005, Bergen [URL: http://www.bmbf.de/pub/bergen_kommunique.dt.pdf].

Berlin 2003

Den Europäischen Hochschulraum verwirklichen, Communiqué der Konferenz der europäischen Hochschulministerinnen und -minister, 19. September 2003, Berlin

[URL: http://www.bmbf.de/pub/berlin_communique.pdf].

Berning/Falk 2006

Berning, E.; Falk, S.: Promovieren an den Universitäten in Bayern, Praxis - Modelle – Perspektiven, 2006 (Bayerisches Staatsinstitut für Hochschulforschung und Hochschulplanung, Band 72)

[URL: http://www.ihf.bayern.de/dateien/monographien/Monographie_72.pdf].

Bologna 1999

Der Europäische Hochschulraum. Gemeinsame Erklärung der Europäischen Bildungsminister, 19. Juni 1999, Bologna

[URL: http://www.bmbf.de/pub/bologna_deu.pdf].

CESAER 2006

CESAER Statement on 3rd Phase of Bologna – the doctorate, October 2006

[URL: http://www.cesaer.org/static/content/pdf/CESAER_position_on_3rd_Phase_of_Bologna_the_doctorate.pdf].

DFG 1998

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG): Vorschläge zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis: Empfehlungen der Kommission „Selbstkontrolle in der Wissenschaft“, 1998

[URL: http://www.dfg.de/aktuelles_presse/reden_stellungnahmen/download/empfehlung_wiss_praxis_0198.pdf].

DFG 2004

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG): Thesen und Empfehlungen zur universitären Ingenieurausbildung, 2004

[URL: http://www.dfg.de/aktuelles_presse/reden_stellungnahmen/2004/download/universitaere_ingenieurausbildung.pdf].

Egeln/Heine 2007

Egeln, J.; Heine, C.: Die Ausbildungsleistungen der Hochschulen – Eine international vergleichende Analyse im Rahmen des Berichtssystems zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, 2007 (Hochschul-Informationssystem GmbH (HIS), Projektbericht 8/2007)

[URL: http://www.his.de/pdf/pub_fh/fh-200708.pdf].

Enders/Bornmann 2001

Enders, J.; Bornmann, L.: Karriere mit Dokortitel? Ausbildung, Berufsverlauf und Berufserfolg von Promovierten, 2001.

Heublein/Schmelzer/Sommer 2008

Heublein, U.; Schmelzer, R.; Sommer, D.: Die Entwicklung der Studienabbruchquote an den deutschen Hochschulen, Ergebnisse einer Berechnung des Studienabbruchs auf der Basis des Absolventenjahrgangs 2006 (HIS-Studienabbruchuntersuchung 2008), 2008

[URL: <http://www.bmbf.de/pub/his-projektbericht-studienabbruch.pdf>].

HRK 2003

Hochschulrektorenkonferenz: Zur Organisation des Promotionsstudiums. Entschließung des 199. Plenums vom 17./18.02.2003

[URL: <http://www.hrk.de/de/download/dateien/Promotion.pdf>].

König 1999

König, W.: 100 Jahre „Dr.-Ing.“: Ein „Ritterschlag der Wissenschaft“. Das Promotionsrecht der Technischen Hochschulen und der VDI Verein Deutscher Ingenieure. Festschrift des VDI zum 100-jährigen Jubiläum der Verleihung des Promotionsrechts durch den preußischen König Wilhelm II im Jahre 1899, 1999.

Kupfer/Moes 2004

Kupfer, A.; Moes, J.: Promovieren in Europa. Ein internationaler Vergleich von Promotionsbedingungen, 2004 (Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft, Materialien und Dokumente Hochschule und Forschung, 104)

[URL: http://213.198.62.63/netkey_projekte/netzwerke/doktorandinnen/file_uploads/pie.pdf].

London 2007

Londoner Kommuniqué. Auf dem Wege zum Europäischen Hochschulraum: Antworten auf die Herausforderungen der Globalisierung, 18. Mai 2007, London

[URL: http://www.bmbf.de/pub/Londoner_Kommunique_Bologna_d.pdf].

TU9 2007

TU9 German Institutes of Technology: Die Zukunft des Erfolgsmodells Ingenieurpromotion. Stellungnahme vom 14. Mai 2007

[URL: http://www.tu9.de/media/img/designelemente/20061215_TU9_Position_Promotion_Beschluss.pdf].

VDI 2008

Empfehlung zur Ausgestaltung der Promotionsphase in den Ingenieurwissenschaften von VDE und VDI, 2008

[URL: <http://www.vdi.de>].

VDMA 2006

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA): Wir kümmern uns um die Elite. VDMA Positionen zur Promotion, 2006

[URL: <http://www.vdma.org/wps/wcm/resources/file/eb3ad4451db23ea/VDMA%20Positionspapier%20Promotion.pdf>].

Wissenschaftsrat 2002

Wissenschaftsrat: Empfehlungen zur Doktorandenausbildung, 2002

[URL: <http://www.wissenschaftsrat.de/texte/5459-02.pdf>].

Datum des letzten Zugriffs aller genannten Internetquellen:
1. Juli 2008.

9 ANHANG

- A 1 Auszüge aus den Stellungnahmen der Bildungsminister auf den Bologna-Folgekonferenzen, welche die Promotion betreffen
- A 2 Ergebnisse der Professorenbefragung
- A 3 Ergebnisse der Promoviertenbefragung
- A 4 Doctoral Education in the Field of Engineering (Country Reports)
 - A 4.1 United Kingdom
 - A 4.2 Italy
 - A 4.3 France
 - A 4.4 Sweden
 - A 4.5 The United States
- A 5 Vereinbarung zur Betreuung eines Promotionsvorhabens (Muster)

A 1 AUSZÜGE AUS DEN STELLUNGNAHMEN DER BILDUNGSMINISTER AUF DEN BOLOGNA-FOLGEKONFERENZEN, WELCHE DIE PROMOTION BETREFFEN

> DEKLARATION VON BOLOGNA 1999: GEMEINSAME ERKLÄRUNG DER EUROPÄISCHEN BILDUNGSMINISTER¹

Wir bekräftigen unsere Unterstützung der in der Sorbonne-Erklärung dargelegten allgemeinen Grundsätze, und wir werden unsere Maßnahmen koordinieren, um kurzfristig, auf jeden Fall aber innerhalb der ersten Dekade des dritten Jahrtausends, die folgenden Ziele, die wir für die Errichtung des europäischen Hochschulraumes und für die Förderung der europäischen Hochschulen weltweit für vorrangig halten, zu erreichen:

- [...]
- Einführung eines Systems, das sich im Wesentlichen auf zwei Hauptzyklen stützt: einen Zyklus bis zum ersten Abschluss (undergraduate) und einen Zyklus nach dem ersten Abschluss (graduate). Regelvoraussetzung für die Zulassung zum zweiten Zyklus ist der erfolgreiche Abschluss des ersten Studienzyklus, der mindestens drei Jahre dauert. Der nach dem ersten Zyklus erworbene Abschluss attestiert eine für den europäischen Arbeitsmarkt relevante Qualifikationsebene. Der zweite Zyklus sollte, wie in vielen europäischen Ländern, mit dem Master und/oder der Promotion abschließen.

...

Wir verpflichten uns hiermit, diese Ziele – im Rahmen unserer institutionellen Kompetenzen und unter uneingeschränkter Achtung der Vielfalt der Kulturen, der Sprachen, der nationalen Bildungssysteme und der Autonomie der Universitäten – umzusetzen, um den europäischen Hochschulraum zu festigen.

> BERLIN COMMUNIQUÉ 2003: „DEN EUROPÄISCHEN HOCHSCHULRAUM VERWIRKLICHEN“²

Europäischer Hochschul- und Forschungsraum – zwei Säulen der Wissensgesellschaft

Im Bewusstsein der Notwendigkeit, in einem Europa des Wissens eine engere Verbindung zwischen dem Europäischen Hochschulraum und dem Europäischen Forschungsraum zu fördern, und der Bedeutung der Forschung als wesentlichem Bestandteil der Hochschulbildung in ganz Europa, halten es die Ministerinnen und Minister für erforderlich, über die gegenwärtige Beschränkung auf die zwei Hauptzyklen der Hochschulbildung hinauszugehen und die Doktorandenausbildung als dritten Zyklus in den Bologna Prozess einzubeziehen. Sie betonen die Bedeutung der Forschung und der wissenschaftlichen Ausbildung sowie die Förderung der Interdisziplinarität für den Erhalt und die Verbesserung der Qualität von Hochschulbildung sowie, ganz allgemein, für die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit europäischer Hochschulbildung. Die Ministerinnen und Minister fordern eine verstärkte Mobilität in der Promotionsphase und danach und regen die betroffenen Hochschulen an, ihre Kooperation in der Ausbildung von Doktoranden und wissenschaftlichem Nachwuchs auszubauen.

¹ Bologna 1999.

² Berlin 2003.

> **KOMMUNIQUE VON BERGEN 2005: DER EUROPÄISCHE HOCHSCHULRAUM –
DIE ZIELE VERWIRKLICHEN³**

Hochschulen und Forschung

Wir unterstreichen die Bedeutung der Hochschulen bei der weiteren Stärkung der Forschung sowie die Bedeutung der Forschung für die Hochschulen in ihrer zentralen Rolle für die Förderung der wirtschaftlichen und kulturellen Entwicklung und des sozialen Zusammenhalts unserer Gesellschaften. Wir stellen fest, dass die Anstrengungen zur Durchführung struktureller Veränderungen und zur Steigerung der Qualität der Lehre nicht auf Kosten der Stärkung von Forschung und Innovation gehen dürfen. Wir unterstreichen die Bedeutung, die Forschung und wissenschaftliche Ausbildung für die Erhaltung und Verbesserung der Qualität sowie für die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit und Attraktivität des Europäischen Hochschulraumes (EHR) haben. Um bessere Ergebnisse zu erzielen, halten wir es für notwendig, die Synergie zwischen dem Hochschulbereich und anderen Forschungsbereichen in unseren jeweiligen Ländern sowie zwischen dem EHR und dem Europäischen Forschungsraum zu verstärken.

Um diese Ziele zu erreichen, müssen die Abschlüsse auf der Ebene des Doktorats anhand eines ergebnisbasierten Ansatzes an den übergeordneten Qualifikationsrahmen des Europäischen Hochschulraums angepasst werden. Das Kernelement der Doktorandenausbildung ist die Förderung des Wissens durch originäre Forschung. In Anbetracht des Bedarfs an strukturierten Promotionsstudiengängen und an transparenter Betreuung und Bewertung stellen wir fest, dass die übliche Arbeitsbelastung des dritten Zyklus in den meisten Ländern einem drei- bis vierjährigen Vollzeitstudium entspricht. Wir fordern die Universitäten auf sicherzustellen, dass im Rahmen der Promotionsphase die interdisziplinäre Ausbildung und die Entwicklung überfachlicher Fertigkeiten gefördert werden, die den Anforderungen eines weiter gefassten Arbeitsmarktes gerecht werden. Wir müssen erreichen, dass sich insgesamt mehr Doktoranden für eine Forschungslaufbahn im EHR entscheiden. Wir sehen die Teilnehmer im dritten Zyklus der Hochschulbildung sowohl als Studierende als auch als Nachwuchswissenschaftler. Wir beauftragen die Bologna Follow-up-Gruppe damit, die European University Association zusammen mit anderen interessierten Partnern einzuladen, unter der Federführung der Follow-up-Gruppe einen Bericht zur Weiterentwicklung der Grundprinzipien von Doktorandenprogrammen zu erstellen, der den Ministerinnen und Ministern 2007 vorzulegen ist. Eine Überregulierung der Doktorandenausbildung ist zu vermeiden.

³ Bergen 2005.

> KOMMUNIQUÉ VON LONDON 2007: AUF DEM WEGE ZUM EUROPÄISCHEN HOCHSCHULRAUM – ANTWORTEN AUF DIE HERAUSFORDERUNGEN DER GLOBALISIERUNG⁴

Struktur der Abschlüsse

2.4 Gute Fortschritte wurden auf nationaler wie internationaler Ebene im Hinblick auf das Ziel erreicht, einen Europäischen Hochschulraum auf der Grundlage eines dreistufigen Systems von Abschlüssen zu schaffen. Die Zahl der Studierenden, die in den Studiengängen der ersten beiden Stufen eingeschrieben sind, ist beträchtlich gestiegen; strukturelle Hindernisse zwischen diesen Stufen wurden reduziert. Auch die Anzahl der strukturierten Doktorandenprogramme hat zugenommen. Wir unterstreichen die Bedeutung von Curriculumreformen, die zu Qualifikationen führen, die sowohl den Bedürfnissen des Arbeitsmarktes als auch weiterführenden Studien besser angepasst sind. Künftige Anstrengungen sollten darauf gerichtet werden, Hindernisse für den Zugang zum Hochschulbereich und den Übergang zwischen den Stufen zu beseitigen und ECTS (Europäisches System zur Übertragung und Akkumulierung von Kreditpunkten) auf der Grundlage von Lernergebnissen und Arbeitspensum einzuführen. Wir betonen die Bedeutung, die einer Verbesserung der Beschäftigungsfähigkeit der Graduierten zukommt, und halten fest, dass die Datenerhebung zu dieser Frage weiterentwickelt werden muss.

Doktoranden

2.15 Eine engere Abstimmung zwischen dem Europäischen Hochschulraum und dem Europäischen Forschungsraum ist nach wie vor ein wichtiges Ziel. Wir sind uns des Werts der Entwicklung und Erhaltung einer breiten Vielfalt an Promotionswegen bewusst, die auf den übergreifenden Qualifikationsrahmen für den EHR Bezug nehmen, wobei eine Überregulierung zu vermeiden ist. Gleichzeitig würdigen wir, dass die Verbesserung von Angeboten im dritten Zyklus und die Verbesserung des Status, der Berufsaussichten und der Finanzierung für den wissenschaftlichen Nachwuchs wesentliche Voraussetzungen dafür sind, Europas Ziele des Ausbaus seiner Forschungskapazitäten und der Verbesserung der Qualität und Wettbewerbsfähigkeit seiner Hochschulbildung zu erfüllen.

2.16 Wir fordern daher die Hochschulen auf, ihre Anstrengungen zur Verankerung der Promotion in ihren Strategien und Leitlinien zu verstärken und geeignete Berufswege und Möglichkeiten für Doktorand und wissenschaftlichen Nachwuchs zu entwickeln.

2.17 Wir fordern die EUA auf, ihre Unterstützung für den Erfahrungsaustausch zwischen den Hochschulen über die sich in Europa entwickelnden innovativen Promotionswege sowie über andere entscheidende Fragen wie transparente Zugangsbedingungen, Betreuung und Begutachtung, die Entwicklung überfachlicher Fähigkeiten und Fertigkeiten und Wege einer Verbesserung der Beschäftigungschancen fortzusetzen. Wir streben geeignete Möglichkeiten zur Förderung eines umfassenderen Informationsaustausches über Finanzierungs- und andere Fragen zwischen unseren Regierungen sowie mit anderen Einrichtungen der Forschungsfinanzierung an.

4 London 2007.



Center for
Higher Education
Policy Studies

A2 ERGEBNISSE DER PROFESSORENBEFragung

Jürgen Enders und Andrea Kottmann

Juli 2008

DIE WICHTIGSTEN ERGEBNISSE IM ÜBERBLICK	65
1. DIE BEFRAGTEN	67
2. STRUKTURDATEN ZUR PROMOTION	70
3. SELEKTION DER DOKTORANDEN	72
4. ORGANISATION DER PROMOTIONSPHASE	73
Themenfindung/Festlegen des Promotionsthemas	73
Betreuung	75
Förderung der Doktoranden	76
Tätigkeiten neben der Dissertation	78
Qualifizierung für die Lehre	80
Publikationen während der Promotionsphase	81
Dauer der Promotion	83
Drop out	84
5. BEWERTUNG DER PROMOTIONSFÖRDERUNG	84
Bewährte Maßnahmen in der Promotionsförderung	84
Geplante Maßnahmen zur Förderung von Doktoranden	85
Vorschläge für eine weitere Verbesserung der Promotionsförderung	86

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Berufliche Position der Befragten, nach Fachrichtung	68
Tabelle 2:	Größe des Lehrstuhls/des Instituts, absolute Anzahl der Mitarbeiter, durchschnittliche Anzahl	69
Tabelle 3:	Professor seit ... (kategorisiert), nach Fachrichtung	70
Tabelle 4:	Durchschnittliche Dauer der Themenfindung, nach Fachrichtung	75
Tabelle 5:	Instrumente, mit denen die rechtzeitige Fertigstellung der Promotion erreicht werden soll, nach Fachrichtung	76
Tabelle 6:	Zeitbedarf der zusätzlichen Tätigkeiten – kategorisiert, nach Fachrichtung	79
Tabelle 7:	Qualifizierung für die Lehre – nach Stärke der Einbindung in die Lehre und Fachrichtung	80
Tabelle 8:	Arten von Publikation, die Doktoranden vor Einreichen der Dissertation veröffentlicht haben sollten, nach Fachrichtung	82
Tabelle 9:	Mindestanzahl von Publikationen vor dem Einreichen der Dissertation, nach Fachrichtung	83
Tabelle 10:	Promotionsdauer, nach Fachrichtung	83

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Berufliche Position der Befragten	67
Abbildung 2:	Fachrichtung der Befragten	68
Abbildung 3:	Professor seit...	69
Abbildung 4:	Promotionen zwischen 2002 und 2007, nach Fachrichtung	70
Abbildung 5:	Rekrutierung von Doktoranden, nach Fachrichtungen	72
Abbildung 6:	Verfahren bei der Festlegung des Promotionsthemas	74
Abbildung 7:	Angebot weiterer Veranstaltungen für Doktoranden	77
Abbildung 8:	Häufig durch Doktoranden übernommene Tätigkeiten (neben der Dissertation)	78
Abbildung 9:	Häufig durch Doktoranden übernommene Tätigkeiten (neben der Dissertation), nach Fachrichtung	79
Abbildung 10:	Arten von Publikation, die Doktoranden vor Einreichen der Dissertation veröffentlicht haben sollten	81
Abbildung 11:	Bewährte Maßnahmen in der Promotionsförderung	84
Abbildung 12:	Geplante Innovationen in der Doktorandenausbildung	85

DIE WICHTIGSTEN ERGEBNISSE IM ÜBERBLICK

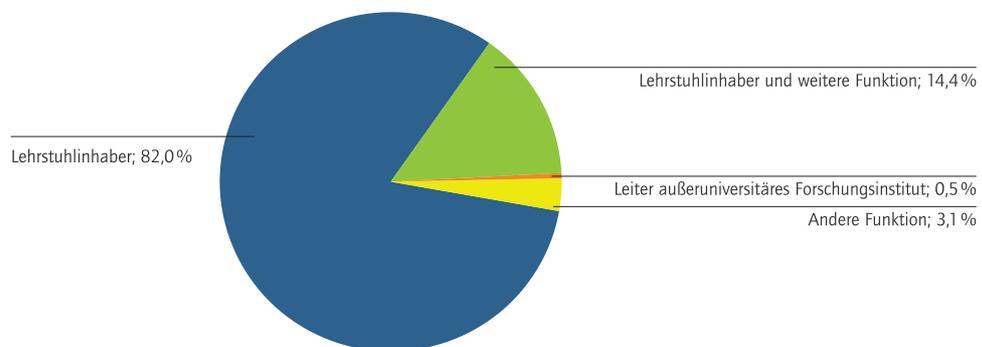
- Insgesamt nahmen 417 Professoren aus verschiedenen Fachrichtungen der Ingenieurwissenschaften an der Befragung teil. Mit dem Sample wird ein breites Spektrum verschiedener Institutsgößen abgedeckt. Auch hinsichtlich der Berufserfahrung der Professoren konnte eine große Varianz erreicht werden: sowohl Professoren, die schon vor 1990 ihren Lehrstuhl innehatten, wie auch Professoren, die nach dem Jahr 2000 Lehrstuhlinhaber wurden, sind unter den Befragten zu finden.
- Von diesen Befragten wurden in den vergangenen fünf Jahren insgesamt 2.868 Promotionen erfolgreich begleitet. Der größte Teil dieser Promotionen (50 %) wurde in der Fachrichtung Maschinenbau abgeschlossen. 15 % der Promotionen wurden von Ausländern bearbeitet.
- Die Professoren gewinnen die Doktoranden auf verschiedenen Wegen. Die Rekrutierung von Doktoranden aus den Studierenden der eigenen Universität spielt dabei eine ausschlaggebende Rolle: jeder zweite Professor sucht sich seine Doktoranden im Wesentlichen in dieser Gruppe. Auswahlinstrumente sind dabei vor allem das Bewerbungsgespräch, aber auch die Leistungen des Bewerbers in der Diplomarbeit bzw. als studentische Hilfskraft am Lehrstuhl sind hier von Bedeutung.
- Die Promotionsthemen werden auf unterschiedliche Weise gefunden: 62 % der Professoren geben an, dass sie ihren Doktoranden das Promotionsthema in einem gewissen Ausmaß vorgeben. 24 % verweisen darauf, dass an ihrem Lehrstuhl die Promotionsthemen zumeist von den Doktoranden vorgeschlagen werden. Weitere 14 % der Professoren verwenden beide Vorgehensweisen: an ihrem Lehrstuhl werden sowohl Promotionen bearbeitet, bei denen die Doktoranden das Thema vorschlagen als auch Promotionen, bei denen das Thema in einem gewissen Ausmaß vorgegeben wird. Generell bestand für die Doktoranden die Möglichkeit, dass sie, auch bei Vorgabe des Themas, selbständig die Fragestellung spezifizieren und die Bearbeitungsweise bestimmen konnten.
- Insgesamt 89 % der Professoren betreuen ihre Doktoranden im Wesentlichen selbst. Um eine zügige Fertigstellung der Promotion zu unterstützen, setzen 61 % der Professoren Arbeits- und Zeitpläne ein, 92 % der Professoren bitten den Doktoranden um einen regelmäßigen Bericht über den Stand der Promotionsarbeiten.
- Die Förderung der Doktoranden während der Promotionsphase wird durch eine Vielzahl von Mitteln gewährleistet: Das Doktorandenkolloquium ist dabei für 72 % der Professoren das Mittel der Wahl. Etwa die Hälfte der Professoren gibt an, dass den Doktoranden auch weitere Veranstaltungen angeboten werden. Dies sind zumeist Fachvorlesungen, Weiterbildungen in Rhetorik sowie Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens. Veranstaltungen, in denen Softskills trainiert werden, spielen eine weniger bedeutende Rolle. Neben diesen Veranstaltungen spielt das ‚Training on the job‘ durch die Übertragung von Aufgaben in Forschung und Lehre eine sehr wichtige Rolle. Fast drei Viertel der Professoren geben an, dass ihre Doktoranden häufig Aufgaben in der Beratung von Studierenden übernommen haben; die Mitarbeit in einem Forschungsprojekt, das nicht zur ihrer Promotion gehört, wird von 54 % genannt.
- 50 % der Professoren qualifizieren ihre Doktoranden für die Lehre, mehr als zwei Drittel evaluieren die Lehre. Die Qualifikation für die Lehre erfolgt dabei zum einen durch die Teilnahme der Doktoranden an den hochschuldidaktischen Fortbildungen der Hochschule, vor allem aber durch das persönliche Engagement der Professoren, die gemeinsam mit den Doktoranden das Lehrmaterial erarbeiten, durchsprechen und deren rhetorische Fähigkeiten schulen.
- 95 % der Professoren geben an, dass ihre Doktoranden vor dem Einreichen ihrer Dissertationsschrift schon erfolgreich publiziert haben sollen. Dabei werden vor allem Beiträge zu internationalen Konferenzen (92 %) oder Aufsätze in internationalen, reviewten Zeitschriften (72 %) erwartet. Ein Viertel der Professoren spezifiziert dabei die Mindestanzahl der Publikationen, die vor der Promotion vorliegen muss. Durchschnittlich werden von ihnen 4,3 Veröffentlichungen angegeben.

- Den Erfahrungen der Professoren zufolge dauert die mittlere Bearbeitungszeit einer Promotion bis zum Einreichen der Dissertationsschrift etwa 4,5 Jahre, der gesamte Promotionsprozess (d. h. einschließlich der mündlichen Prüfung) durchschnittlich 4,8 Jahre. Die Themenfindung benötigt innerhalb dieses Prozesses durchschnittlich 11 Monate, bei Vorgabe des Themas 9 Monate, bei Vorschlag des Themas durch den Doktoranden 14 Monate.
- Die überwiegende Mehrheit der Professoren bewertet die derzeitige Gestaltung der Promotion in den Ingenieurwissenschaften sehr positiv. Besonders bewährte Maßnahmen in der Promotionsförderung sind für sie dabei die regelmäßige, persönliche Unterstützung ihrer Doktoranden, deren Einbindung in die Forschungsarbeit am Lehrstuhl sowie das Kolloquium.
- Innovationen in der Doktorandenausbildung an ihrem Lehrstuhl planen etwa 36% der Professoren. Vor allem die Einführung (für die Professoren, die noch kein Doktorandenkolloquium einsetzen) bzw. der Ausbau des Doktorandenkolloquiums werden hier genannt. Weiterhin werden Veranstaltungen geplant, in denen Softskills wie Führungspsychologie oder Stressmanagement erworben werden können. Vereinzelt werden auch Veranstaltungen angeführt, die sich mit der Arbeit an Veröffentlichungen und Veröffentlichungsstrategien auseinandersetzen.
- Die Notwendigkeit einer Veränderung der Doktorandenausbildung in den Ingenieurwissenschaften wird von einem Teil der Professoren nicht gesehen. Sie nennen eher die Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Promotion wie die Sicherstellung der Finanzierung oder die Reduzierung des Verwaltungsaufwands als notwendige Maßnahmen, mit denen die derzeitige Qualität der Doktorandenausbildung erhalten werden sollte.
- Im Hinblick auf die Umwandlung der Promotion in einen dritten Studienabschnitt sind sowohl kritische wie auch positive Stimmen festzustellen. Kritisiert wird eine ‚Verschulung‘, die den Charakter der Promotion in den Ingenieurwissenschaften grundlegend verändern würde: die Promotionsphase würde nicht mehr eine erste Berufstätigkeit sein. Positive Stimmen nennen dagegen die Chance einer interdisziplinären Ausbildung der Doktoranden.

1 DIE BEFRAGTEN

Insgesamt konnten mit der Befragung 417 verwertbare Fragebögen von Professoren gewonnen werden. Diese 417 Professoren stellen 18% der im Jahr 2007 an deutschen Universitäten beschäftigten Professoren in den Ingenieurwissenschaften.¹ 82% aller Befragten waren dabei als Hochschullehrer mit eigenem Lehrstuhl bzw. als Leiter eines Universitätsinstituts tätig. Von den restlichen 18% der Befragten hatte der Großteil eine berufliche Doppelfunktion: Etwa 14% aller Befragten war als Lehrstuhlinhaber tätig und nahm eine Aufgabe in der universitären Selbstverwaltung wahr, z. B. als Dekan, Forschungsdirektor oder Studiendekan. Etwa 0,5% waren Leiter eines außeruniversitären Forschungsinstitutes.

Abbildung 1: Berufliche Position der Befragten, Anteile in Prozent

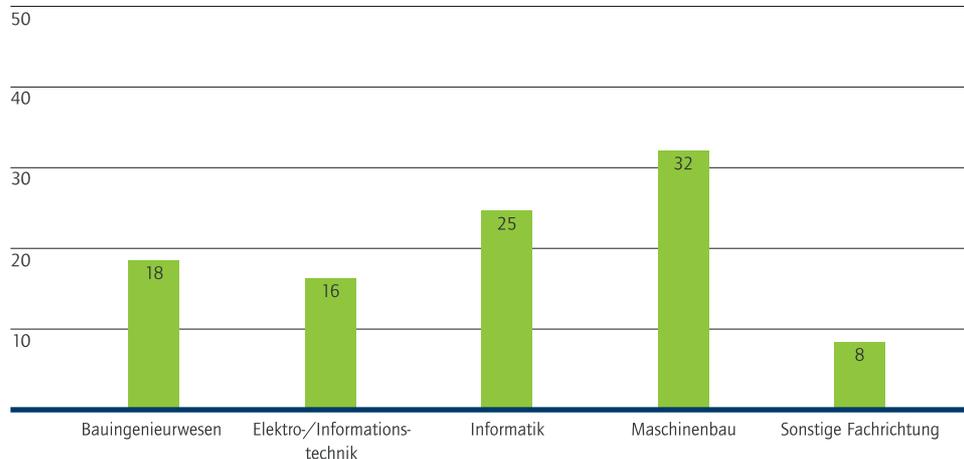


Frage 1: In welchen beruflichen Positionen sind Sie gegenwärtig an Ihrer Universität/Forschungseinrichtung tätig?

Fast jeder dritte der Befragten ordnete sich der Fachrichtung Maschinenbau/Verfahrenstechnik zu (32%), an zweiter Stelle rangierte die Fachrichtung Informatik mit 25%. Danach folgen Bauingenieurwesen (18%) sowie die Fachrichtung Elektrotechnik/Informationstechnik (16%). Die übrigen Befragten (8%) ordneten sich sonstigen Fachrichtungen zu, wobei hier die Fachrichtung Geodäsie/Geoinformatik, Mechatronik und Architektur besonders häufig genannt wurden.

¹ Quelle: Statistisches Bundesamt (2008), Bildung und Kultur, Personal an Hochschulen, vorläufige Ergebnisse, Wiesbaden, S.92. Hier werden für das Jahr 2007 insgesamt 2.236 Professoren in den Ingenieurwissenschaften an deutschen Universitäten angegeben.

Abbildung 2: Fachrichtung der Befragten, Anteile in Prozent



Frage 2: Welche Fachrichtung vertreten Sie?

Innerhalb der Fachrichtung verteilen sich die beruflichen Funktionen der Befragten sehr unterschiedlich. Befragte mit einer Doppelfunktion sind dabei am häufigsten in der Fachrichtung Maschinenbau/Verfahrenstechnik auszumachen; insbesondere Befragte, die einen Lehrstuhl innehaben und zusätzlich Leiter eines außeruniversitären Forschungsinstitutes sind, stellen hier einen größeren Anteil.

Tabelle 1: Berufliche Position der Befragten, nach Fachrichtung, Anteile in Prozent

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Lehrstuhlinhaber/Leiter Universitätsinstitut	86	88	85	75	77	82
Lehrstuhlinhaber/weitere Funktion	12	7	12	22	15	14
Leiter außeruniversitäres Forschungsinstitut	0	0	1	0	3	0
Weitere Funktion	3	4	2	3	6	3
Gesamt (N = 100 %)	77	68	103	134	35	417

Insgesamt waren an den Instituten 4.732 Mitarbeiter beschäftigt, pro Institut bzw. Professor konnte ein Durchschnitt von 11,7 Mitarbeitern ermittelt werden. Die Befragten, die einen Lehrstuhl innehaben bzw. ein Universitätsinstitut leiten, repräsentierten dabei unterschiedlich große Organisationseinheiten. Mehr als jeder dritte von ihnen beschäftigt an seinem Lehrstuhl/Institut zwischen sechs und zehn wissenschaftliche Mitarbeiter. Etwa ein Viertel von ihnen hat bis zu fünf Mitarbeiter. Lehrstühle mit mehr als 15 Mitarbeiter stellen keine Ausnahme dar: 18% der Befragten geben eine entsprechende Anzahl von Mitarbeitern an.

Während in der Fachrichtung Bauingenieurwesen eher kleinere Organisationseinheiten mit bis zu 10 wissenschaftlichen Mitarbeitern vertreten sind, sind in der Fachrichtung Maschinenbau häufig Lehrstühle mit mehr als 15 Mitarbeitern zu finden.

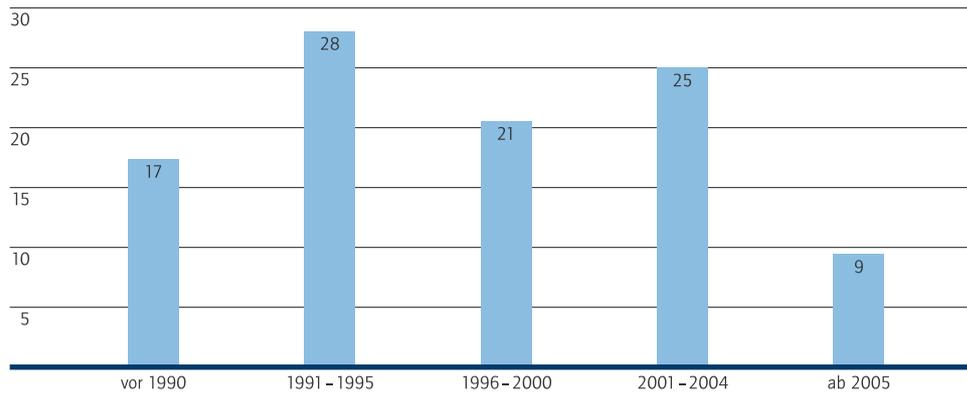
Tabelle 2: Größe des Lehrstuhls/des Instituts, absolute Anzahl der Mitarbeiter, durchschnittliche Anzahl – Mittelwert, Kategorien – Anteile in Prozent

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Gesamtzahl der Mitarbeiter	655	643	903	2218	313	4732
Durchschnittliche Mitarbeiterzahl pro Institut/Lehrstuhl	8,6	9,6	8,9	17,1	9,8	11,7
1-5 Mitarbeiter	32	24	39	16	22	26
6-10 Mitarbeiter	41	36	37	30	50	36
11-15 Mitarbeiter	18	30	14	22	9	19
16-20 Mitarbeiter	7	6	4	5	13	6
Mehr als 20 Mitarbeiter	3	4	7	27	6	12
Gesamt (N = 100%)	76	67	101	130	32	406

Frage 6: Wie viele wissenschaftliche Mitarbeiter sind derzeit an Ihrem Lehrstuhl/Universitätsinstitut tätig?

Zudem lassen sich die Befragten auch dahingehend unterscheiden, wie lange sie schon ihren Lehrstuhl innehaben. 15% der Befragten hatten ihren Lehrstuhl schon vor 1990 inne. Weiterhin zeigt sich, dass ein größerer Anteil der Professoren zwischen 1992 und 1998 die Tätigkeit als Professor aufnahm. Auch ‚jüngere‘ Professoren sind in einem beträchtlichen Ausmaß im Sample vertreten: zwischen 2000 und 2004 übernahm fast ein Drittel der Befragten eine Professur.

Abbildung 3: Professor seit..., Anteile in Prozent



Frage 4: Seit wann sind Sie als Lehrstuhlinhaber tätig?

Für weitere Vergleiche wurden die Professoren im Hinblick auf das Jahr, in dem sie ihren Lehrstuhl antraten, in Kategorien eingeteilt. Insgesamt waren 45% von ihnen schon mehr als 10 Jahre als Lehrstuhlinhaber tätig. Professoren, die nach dem Jahr 2000 berufen wurden, stellen ein Drittel des Samples.

Tabelle 3: Professor seit ... (kategorisiert) nach Fachrichtung, Anteile in Prozent

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Vor 1990	16	19	20	14	26	17
1991 - 1995	32	25	31	32	0	28
1996 - 2000	22	19	12	24	31	21
2001 - 2004	21	21	25	26	34	25
Ab 2005	9	15	12	5	9	9
Gesamt (N = 100 %)	77	67	102	133	35	414

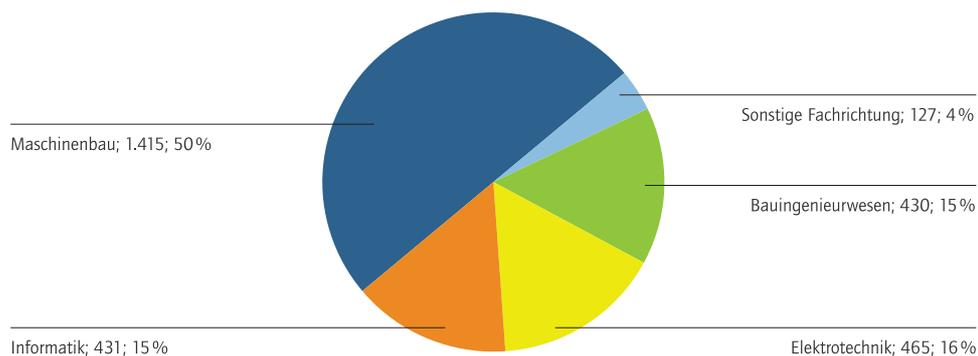
Frage 4: Seit wann sind Sie als Lehrstuhlinhaber tätig?

Professoren, die nach dem Jahr 2000 ihren Lehrstuhl antraten, sind in den sonstigen Fachrichtungen häufiger zu finden; Professoren, die schon vor 1990 ihren Lehrstuhl übernahmen, dagegen eher in der Fachrichtung Informatik. Allerdings stellen auch die Professoren, die nach dem Jahr 2000 ihre Tätigkeit aufnahmen, in dieser Fachrichtung einen größeren Anteil. Zwischen dem Jahr, in dem die Professoren berufen wurden, und der Größe des Lehrstuhls bestand kein Zusammenhang.

2 STRUKTURDATEN ZUR PROMOTION

Laut den Angaben der Befragten wurden an ihren Lehrstühlen bzw. Universitätsinstituten zwischen 2002 und 2007 insgesamt 2.868 Promotionen abgeschlossen.¹ Den größten Anteil stellen die Promotionen in der Fachrichtung Maschinenbau/Verfahrenstechnik mit 50 %.

Abbildung 4: Promotionen zwischen 2002 und 2007, nach Fachrichtung, absolute Anzahl und Anteil in Prozent



Frage 7: Wie viele Promotionen wurden in den letzten fünf Jahren bei Ihnen abgeschlossen?

¹ Insgesamt wurden in den Jahren 2002 - 2006 an deutschen Hochschulen in den Ingenieurwissenschaften 11.139 Promotionen abgeschlossen (vgl. Statistisches Bundesamt 2007, Fachserie 11, Reihe 4.2, Prüfungen an Hochschulen 2006).

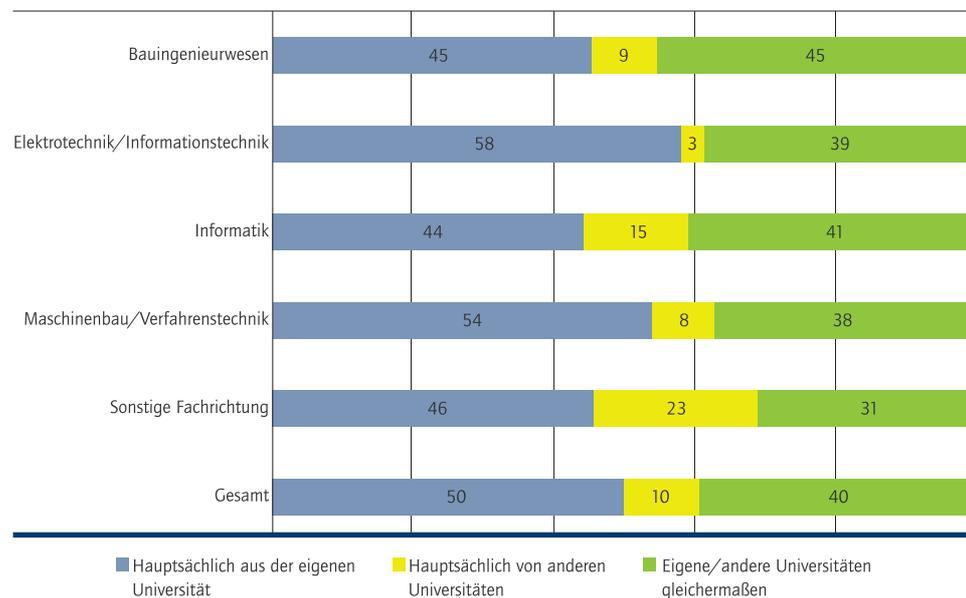
Die großen Institute mit mehr als 20 Mitarbeitern tragen dabei wesentlich zu den Promotionszahlen bei. Jede dritte Promotion wurde an einem großen Institut erarbeitet. Durchschnittlich wurden an diesen großen Lehrstühlen in den Jahren zwischen 2002 und 2007 etwa 20 Promotionen abgeschlossen. Diese Promotionen wurden im Wesentlichen bei dienstälteren Professoren, die vor 1990 ihren Lehrstuhl antraten, erstellt. Den dienstjüngere Professoren, d. h. die nach 2000 ihren Lehrstuhl übernahmen, konnten insgesamt etwa 600 Promotionen zugeordnet werden. Die dienstälteren Professoren weisen auch eine höhere Durchschnittszahl betreuter Promotionen auf: sie betreuten durchschnittlich 11 Promotionen in den letzten fünf Jahren. Dienstjüngere Professoren betreuten dagegen durchschnittlich fünf Promotionen.

In diesen Zahlen sind auch die Promotionen von Ausländern enthalten: insgesamt wurden in den letzten fünf Jahren 451 Promotionen von Ausländern erfolgreich abgeschlossen, dies sind 15 % aller abgeschlossenen Promotionen. Der größte Teil ausländischer Promovierter findet sich in der Fachrichtung Maschinenbau/Verfahrenstechnik mit 201 abgeschlossenen Promotionen. Durchschnittlich hat damit jeder Befragte etwa einen ausländischen Doktoranden betreut; wiederum lassen sich hier höhere Durchschnittszahlen für die größeren Institute mit mehr als 20 wissenschaftlichen Mitarbeitern ausmachen (durchschnittlich 2,4 ausländische Promovierte). Auch die Professoren, die ihren Lehrstuhl vor 1990 antraten, haben häufiger ausländische Doktoranden betreut als die jüngeren Professoren, die ihren Lehrstuhl nach 2000 antraten.

3 SELEKTION DER DOKTORANDEN

Der Großteil der Befragten rekrutiert seine Doktoranden hauptsächlich aus dem Kreis von Studierenden der eigenen Universität. Insgesamt geben dies 50% der Befragten an. Nur 10% stellen hauptsächlich Doktoranden von anderen Universitäten ein, während 40% aus beiden Bewerberkreisen auswählen. Besonders häufig wurden Doktoranden aus den ehemaligen Studierenden der eigenen Universität von den Professoren aus der Fachrichtung Elektrotechnik ausgewählt (58%). Die überwiegende Rekrutierung von Doktoranden aus anderen Universitäten spielt hier fast keine Rolle.

Abbildung 5: Rekrutierung von Doktoranden, nach Fachrichtungen, Anteile in Prozent



Frage 14: Aus welchem Bewerberkreis rekrutieren Sie die Promovierenden an Ihrem Lehrstuhl/Universitätsinstitut?

Professoren, die nach 2000 Lehrstuhlinhaber wurden, rekrutieren dabei häufiger aus anderen Universitäten als Professoren, die schon vor 2000 einen Lehrstuhl innehatten. Im Hinblick auf die Größe der Lehrstühle lässt sich kein eindeutiger Zusammenhang erkennen: kleinere Lehrstühle rekrutieren ebenso häufig Doktoranden aus der eigenen Universität wie größere Lehrstühle.

Für die Auswahl ihrer Doktoranden nutzen die Professoren zum überwiegenden Teil Bewerbungsgespräche, 84% geben dieses Verfahren an. Eine Vorauswahl auf der Grundlage der Diplomarbeiten der Bewerber spielt für 75% der Professoren eine Rolle. Damit ist dieses Verfahren noch wichtiger als die Vorauswahl auf Grundlage der Diplomnoten (71%). Für weitere 40% der Befragten sind auch die Empfehlungen anderer Lehrstuhlinhaber von Bedeutung. Einige der Befragten gaben auch an, dass sie Doktoranden bevorzugt einstellen, wenn diese bereits zuvor bei ihnen als studentische Hilfskraft tätig waren.

Welche Verfahren für die Auswahl von Doktoranden genutzt werden, ist wesentlich davon abhängig, aus welchem Bewerberkreis die Professoren ihre Doktoranden rekrutieren. Der Großteil der Professoren, die sowohl aus der eigenen wie auch aus anderen Universitäten rekrutieren, nutzt das Bewerbungsgespräch (93%). Die Diplomnoten (73%) wie auch Diplomarbeiten (76%) sind auch

von Bedeutung. Dagegen nutzen Professoren, die hauptsächlich Doktoranden aus der eigenen Universität rekrutieren, vor allem die Diplomarbeit sowie die Abschlussnote des Bewerbers für ihre Entscheidungsfindung.

Zudem ist zu erkennen, dass die dienstjüngeren Professoren häufiger als die dienstälteren Professoren das Bewerbungsgespräch nutzen. Die letzteren stützen ihre Auswahl eher auf die Diplomarbeiten der Bewerber. Die Größe des Lehrstuhls bzw. Instituts hat dagegen keinen Einfluss darauf, mit welchen Instrumenten Bewerber ausgewählt werden.

4 ORGANISATION DER PROMOTIONSPHASE

Im folgenden Abschnitt werden Merkmale des Promotionsprozesses genauer dargestellt. Dafür werden wir verschiedene Indikatoren heranziehen. Neben der Förderung der Doktoranden und ihrer Betreuung ist hier auch von Bedeutung, ob – etwa durch die Übernahme von weiteren Aufgaben neben der Dissertation – ein ‚Training on the job‘ stattfand, und den Doktoranden die Möglichkeit gegeben wurde, sich in die ‚scientific community‘ einzubinden.

Themenfindung/Festlegen des Promotionsthemas

Der erste Schritt im Promotionsprozess besteht darin, das Thema bzw. die Fragestellung der Promotion zu finden. Hierbei sind verschiedene Varianten denkbar, die von der direkten Vorgabe des Themas, z. B. durch die Vergabe eines Industrieprojektes, bis zur vollkommen eigenständigen Themenwahl des Doktoranden reichen können. In der Befragung wurde daher der Frage nachgegangen, in welcher Weise die Professoren die Themenfindung an ihrem Lehrstuhl gestalteten. Dabei war von Interesse zu ermitteln, in welchem Ausmaß die Doktoranden auf vorgegebene Fragestellungen treffen bzw. in welchem Ausmaß sie ihr Promotionsthema eigenständig festlegen.

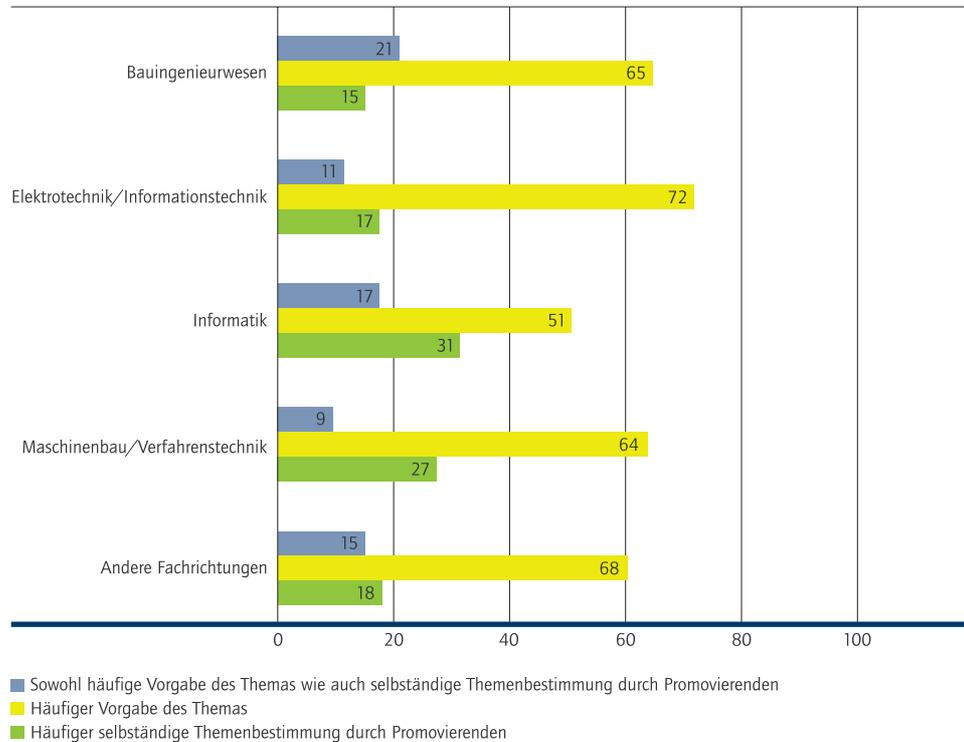
Für die Festlegung von Themen lassen sich drei unterschiedliche Vorgehensweisen beobachten. Bei insgesamt 62 % der Professoren werden die Themen dadurch festgelegt, dass sehr häufig den Doktoranden das Thema in einem gewissen Umfang durch den Professor vorgegeben wird; die selbständige Bestimmung des Promotionsthemas durch die Doktoranden ist hier auch möglich, wird aber weniger häufig genutzt.

Bei 24 % der Professoren stellt sich die Themenfindung genau umgekehrt dar: das Thema wird hier häufig selbständig von den Doktoranden bestimmt, weniger häufig durch den Lehrstuhlinhaber. 14 % der Professoren nutzen beide Vorgehensweisen: sowohl die Doktoranden wie auch die Lehrstuhlinhaber legen die Themen gleich häufig fest.

Generell bestand für die Doktoranden die Möglichkeit, dass sie, auch bei Vorgabe des Themas, selbständig die Fragestellung spezifizieren und die Bearbeitungsweise bestimmen konnten.

Innerhalb der Fachrichtungen lassen sich unterschiedliche Verteilungen der Vorgehensweisen feststellen. Besonders hoch ist der Anteil von Professoren, bei denen die Doktoranden vorgegebene Fragestellungen bearbeiten, in der Elektrotechnik/Informationstechnik. Hier geben 72 % der Professoren den Doktoranden häufig Fragestellungen vor. In der Fachrichtung Informatik stellt sich die Situation anders dar: hier geben 51 % der Professoren an, dass sie häufiger ihren Doktoranden das Thema vorgeben, bei 31 % trifft es jedoch häufiger zu, dass die Doktoranden ihr Thema selbst bestimmen.

Abbildung 6: Verfahren bei der Festlegung des Promotionsthemas, Anteile in Prozent



Frage 16: Wie häufig entstehen an Ihrem Lehrstuhl die Promotionsthemen durch die folgenden Vorgehensweisen?

Hinsichtlich der Größe des Lehrstuhls lässt sich erkennen, dass an kleineren Lehrstühlen die Doktoranden häufiger ihr Thema selbständig bestimmen haben als an größeren Lehrstühlen (26 % vs. 15%).

Der Promotionsprozess kann wesentlich davon beeinflusst werden, welche Zeit die Festlegung des Themas in Anspruch nimmt.

Unabhängig davon, in welcher Weise das Thema festgelegt wird, lässt sich erkennen, dass die Themenfindung fast ein Jahr dauert (Durchschnitt 11 Monate). Die Unterschiede zwischen Fachrichtungen sind dabei nur gering. Am längsten nimmt dieser Prozess in der Fachrichtung Maschinenbau in Anspruch, wo er 13 Monate dauert, im Bauingenieurwesen dagegen nur 11 Monate. Zudem lässt sich erkennen, dass von dienstälteren Professoren längere Zeiten für die Themenfindung genannt werden: Professoren, die vor 1990 Lehrstuhlinhaber wurden, geben durchschnittlich 13 Monate bis zur Festlegung des Themas an. Bei Professoren, die nach dem Jahr 2000 berufen wurden, liegt die durchschnittliche Dauer bei 10 Monaten. Die Art und Weise, in der das Thema der Promotion bestimmt wird, hat dabei starken Einfluss darauf, wie lange der Prozess der Themenfindung dauert.

Tabelle 4: Durchschnittliche Dauer der Themenfindung, nach Fachrichtung, Mittelwerte in Monaten

	Bau- ingenieur- wesen	Elektro- technik/ Informa- tionstechnik	Informatik	Maschinen- bau/ Verfahrens- technik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Häufig Themenvorgabe durch den Professor, aber auch selbständige Bestimmung des Themas durch den Doktoranden	18	13	12	14	10	14
Häufiger Vorgabe des Themas durch Professor	8	9	9	10	6	9
Häufiger selbständige Bestimmung des Themas durch Doktoranden	11	15	12	18	7	14
Durchschnittliche Dauer der Themenfindung	11	10	11	13	7	11

Frage 17: Wie lange dauert es durchschnittlich bis das Thema einer Dissertation feststeht?

Werden die Themen häufiger durch den Professor vorgegeben, beträgt die durchschnittliche Dauer der Themenfindung etwa 9 Monate. An den Lehrstühlen, an denen häufiger die Doktoranden das Promotionsthema bestimmen bzw. an denen die Themen häufig durch den Professor und den Doktoranden festgelegt werden, dauert diese Phase durchschnittlich etwa 14 Monate. Zwischen den Fachrichtungen lassen sich mit Ausnahme des Bauingenieurwesens nur geringe Abweichungen vom Durchschnitt feststellen.

Betreuung

Insgesamt 89% der Professoren übernehmen die Betreuung ihrer Doktoranden selbst. Insbesondere in der Fachrichtung Informatik ist das der Fall, dort geben dies 98% der Befragten an. In der Fachrichtung Maschinenbau trifft dies auf weniger Professoren zu, hier sind es 80%, die ihre Doktoranden im Wesentlichen selbst betreut haben. Zudem betreuen Professoren, die nach dem Jahr 2000 ihren Lehrstuhl antraten sowie Professoren, die an eher kleinen bzw. mittleren Lehrstühlen/Instituten tätig sind, ihre Doktoranden häufiger selbst.

Innerhalb der Promotionsphase wenden die Professoren unterschiedliche Methoden an, um eine rechtzeitige Fertigstellung der Dissertation zu ermöglichen. Insgesamt lassen 92% der Befragten ihre Doktoranden regelmäßig über den aktuellen Bearbeitungsstand der Dissertation berichten. Die Entwicklung eines Arbeits- und Zeitplans für die Dissertation nutzen 61% der Professoren. 18% geben andere Maßnahmen an: dazu gehören unter anderem die Verpflichtung zu regelmäßigen Vorträgen im Doktorandenkolloquium und gemeinsame Publikationen mit dem Doktoranden. Aber auch organisatorische Maßnahmen, wie etwa die Freistellung der Doktoranden von anderen Aufgaben in der Endphase der Dissertation, die zum ‚Zusammenschreiben der Dissertationsschrift‘ genutzt werden soll, werden hier genannt.

Tabelle 5: Instrumente, mit denen die rechtzeitige Fertigstellung der Promotion erreicht werden soll, nach Fachrichtung, Anteile in Prozent

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Arbeits- und Zeitplan	57	62	61	61	60	61
Regelmäßiger Bericht des Doktoranden	95	97	91	89	89	92
Andere Maßnahmen	19	15	22	17	20	18
Gesamt (N = 100 %)	75	66	101	132	35	409

Frage 32: Welche Maßnahmen wenden Sie an Ihrem Lehrstuhl an, um die rechtzeitige Fertigstellung einer Promotion zu gewährleisten?

Besondere Methoden, mit denen die Doktoranden, die ihre Dissertation im Rahmen eines Industrieprojektes bearbeiten, bei der zügigen Fertigstellung ihrer Arbeiten unterstützt werden sollen, geben 25 % der Befragten an. Besonders in der Fachrichtung Maschinenbau und Elektrotechnik/Informationstechnik werden diese Maßnahmen eingesetzt. Genannt werden auch hier die Freistellung der Doktoranden oder organisatorische Maßnahmen, wie etwa die Erstellung eines Meilensteinplans. Einige der Befragten weisen darauf hin, dass die starke inhaltliche Verknüpfung des Industrieprojektes mit dem Promotionsprojekt zur rechtzeitigen Fertigstellung der Promotion beitragen kann.

Förderung der Doktoranden

Insgesamt führen 72 % der von uns befragten Professoren an ihrem Lehrstuhl regelmäßig ein Doktorandenkolloquium durch. Während in den Fachrichtungen Bauingenieurwesen (59 %) und Elektrotechnik/Informationstechnik (67 %) dies weniger häufiger als im Durchschnitt der Fall ist, trifft dies auf jeweils über drei Viertel der Professoren aus dem Maschinenbau (77 %) und der Informatik (76 %) zu.

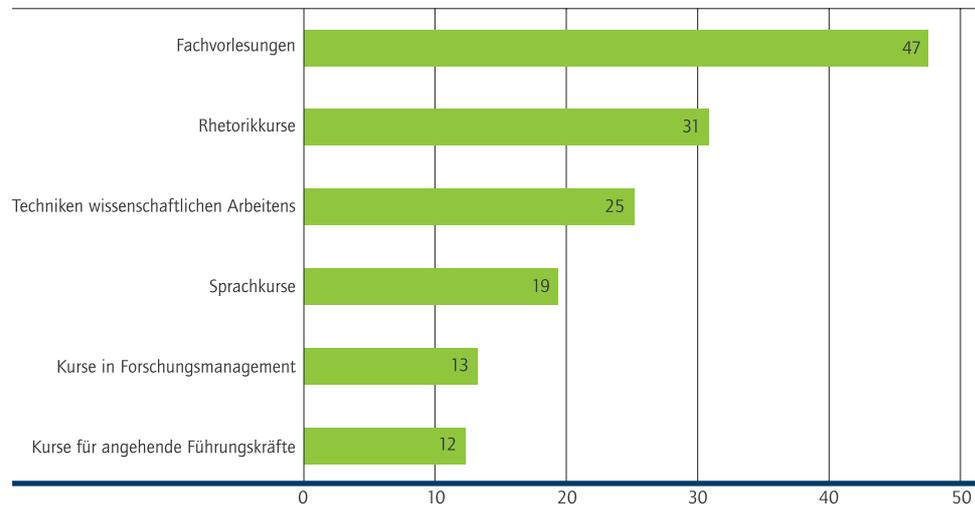
An größeren Lehrstühlen werden regelmäßige Kolloquien häufiger durchgeführt als an kleinen Lehrstühlen: Mehr als 80 % der Lehrstühle, die mehr als 10 Mitarbeiter hatten, geben dies an. Bei den kleineren Lehrstühlen mit bis zu 10 Mitarbeitern veranstalten ca. 60 % regelmäßig Kolloquien.

Durchschnittlich finden diese Doktorandenkolloquien alle 6–7 Wochen statt, wobei die Doktoranden dabei einmal pro Semester vortragen müssen. Mit Ausnahme der Fachrichtung Bauingenieurwesen, bei denen Kolloquien im Durchschnitt alle drei Monate stattfinden und der Doktorand einmal pro Jahr vortragen muss, zeigt sich dieses Muster in allen anderen Fachrichtungen.

Insgesamt 52 % der Professoren geben an, dass für ihre Doktoranden noch weitere Ausbildungsveranstaltungen angeboten werden. Diese Ausbildungsveranstaltungen finden dabei häufig parallel zu den Doktorandenkolloquien statt. 57 % der Professoren, die regelmäßig ein Kolloquium veranstalteten, geben auch an, dass es weitere Veranstaltungen für Doktoranden gibt. Von den Professoren, die kein Kolloquium anbieten, geben 39 % weitere Veranstaltungen an.²

² Professoren, die im Rahmen der Doktorandenausbildung weder ein Kolloquium noch weitere Veranstaltungen anbieten, machen insgesamt 17 % aller Befragten aus.

Abbildung 7: Angebot weiterer Veranstaltungen für Doktoranden, Anteile in Prozent, Mehrfachantworten



Frage 22: Werden an Ihrem Lehrstuhl regelmäßig Veranstaltungen für Promovierende durchgeführt?

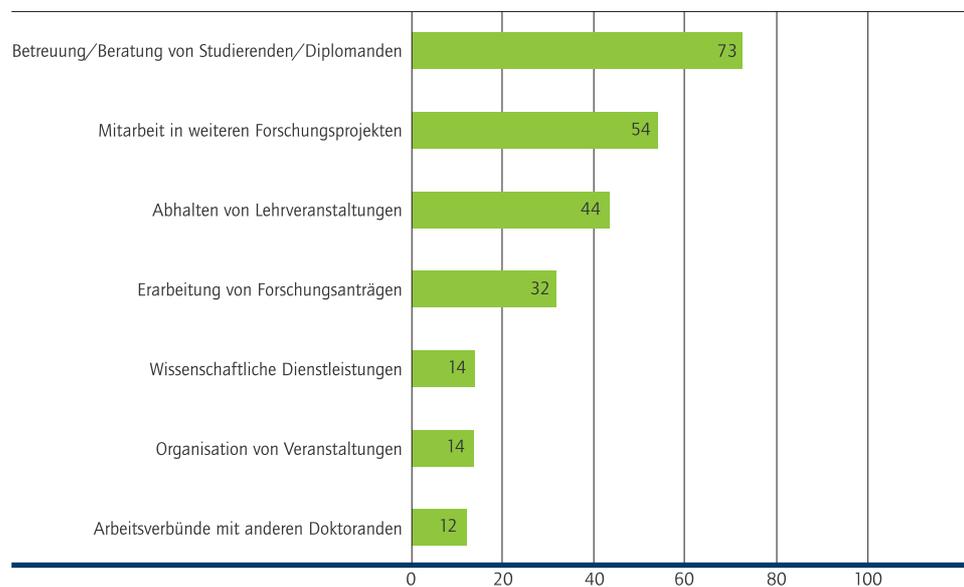
Etwa die Hälfte der Befragten (47 %) gibt an, dass für die Doktoranden Fachvorlesungen veranstaltet werden, Rhetorikkurse liegen mit 31 % an zweiter Stelle. Die Ausbildung anderer Fertigkeiten spielt dagegen nur eine untergeordnete Rolle: Sprachkurse, Kurse in Forschungsmanagement und Ausbildung für Führungstätigkeiten werden von den Professoren weniger häufig genannt.

Neben dem Doktorandenkolloquium und weiteren Veranstaltungen werden den Doktoranden auch andere Möglichkeiten angeboten, die einen Austausch mit ihren Wissenschaftlerkollegen fördern und so zur besseren Integration der Doktoranden beitragen. Nahezu alle Professoren (96 %) geben an, dass an ihrem Institut/Lehrstuhl die soziale Integration z. B. durch eine Kaffeeküche bzw. eine täglich Kaffeerunde, gemeinsames Mittagessen oder Mehrpersonenzimmer unterstützt wird. Weiterhin geben die Professoren an, dass sie ihren Doktoranden für Einzelgespräche zur Verfügung standen. Zudem werden hier andere institutionalisierte Treffen wie ein „Jour Fixe“ sowie Team- oder Projektbesprechungen genannt. In einigen Fällen werden auch Patenschaften praktiziert, bei denen dienstältere wissenschaftliche Mitarbeiter neue wissenschaftliche Mitarbeiter während ihrer Einstiegsphase begleiten.

Tätigkeiten neben der Dissertation

Tätigkeiten, die neben der Arbeit an der Dissertation übernommen werden, können für den Doktoranden eine starke Belastung darstellen, aber auch zur Ausbildung verschiedener Fähigkeiten beitragen, da mit ihnen die Möglichkeit des ‚Training on the job‘ verbunden ist.

Abbildung 8: Häufig durch Doktoranden übernommene Tätigkeiten (neben der Dissertation), Anteile in Prozent, Antwortkategorien 1 und 2*



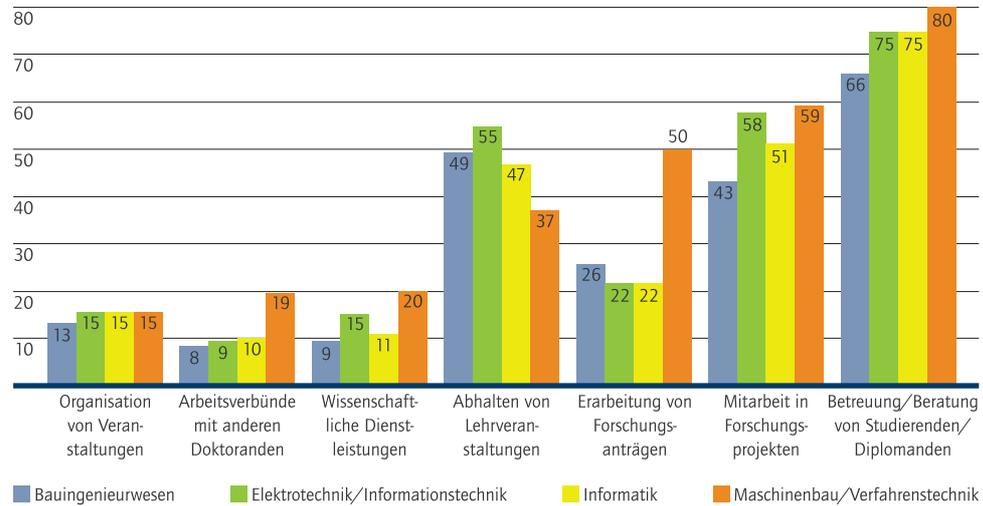
*auf einer Skala von 1 „sehr häufig“ bis 6 „sehr selten“

Frage 24: Wie häufig übernehmen Promovierende - neben der Arbeit an ihrer Dissertation - folgende Aufgaben?

Innerhalb der Befragung wurden die Professoren gebeten, anzugeben, in welchem Ausmaß ihre Doktoranden verschiedene Aufgaben neben der Dissertation übernehmen.

Die Betreuung von Diplomanden und Studierenden geben 73% der Befragten als eine Aufgabe an, die von den Doktoranden häufig bzw. sehr häufig übernommen wurde. An zweiter Stelle findet sich die Mitarbeit in weiteren Forschungsprojekten neben der Dissertation: mehr als jeder zweite der Befragten gibt dieses an. Die Organisation von Veranstaltungen oder Arbeitsverbände mit anderen Doktoranden spielen diesen Tätigkeiten gegenüber eher eine untergeordnete Rolle.

Abbildung 9: Häufig durch Doktoranden übernommene Tätigkeiten (neben der Dissertation), nach Fachrichtung, Anteile in Prozent, Antwortkategorien 1 und 2*



*auf einer Skala von 1 „sehr häufig“ bis 6 „sehr selten“

Frage 24: Wie häufig übernehmen Promovierende – neben der Arbeit an ihrer Dissertation – folgende Aufgaben?

In der Fachrichtung Maschinenbau gestaltet sich die Einbindung der Doktoranden in weitere Tätigkeiten anders als in den übrigen drei Fachrichtungen. Hier sind die Doktoranden seltener in das Abhalten von Lehrveranstaltungen integriert. Fast doppelt so viele Professoren geben an, dass ihre Doktoranden an der Erarbeitung von Forschungsanträgen mitgearbeitet haben.

Nach Einschätzung des Großteils der Professoren nehmen diese Tätigkeiten neben der Dissertation nicht die gesamte Arbeitszeit der Doktoranden in Anspruch. Insgesamt 81 % der Professoren nehmen an, dass die Tätigkeiten neben der Dissertation bis zu 50% der Arbeitszeit ausmachten. Innerhalb der Fachrichtung Elektrotechnik/Informationstechnik schätzen sogar 90% der Professoren ein, dass der Aufwand für diese anderen Tätigkeiten nicht mehr als 50% der Arbeitszeit umfasste.

Tabelle 6: Zeitbedarf der zusätzlichen Tätigkeiten – kategorisiert, nach Fachrichtung, Anteile in Prozent

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Bis 25% der Arbeitszeit	31	40	28	35	41	34
Bis 50% der Arbeitszeit	52	51	50	43	41	48
Bis 75% der Arbeitszeit	13	8	21	18	12	16
Mehr als 75% der Arbeitszeit	4	2	2	4	6	3
Gesamt (N = 100%)	77	65	101	129	34	406

Frage 25: Wie hoch schätzen Sie den zeitlichen Aufwand solcher Aufgaben, die neben der Arbeit an der Dissertation übernommen werden?

Qualifizierung für die Lehre

Genau die Hälfte der Professoren gibt an, dass die Doktoranden, die eine Aufgabe in der Lehre übernommen haben, auch für diese Aufgabe qualifiziert wurden. In den einzelnen Fachrichtungen ist dieser Anteil unterschiedlich groß. In der Fachrichtung Elektrotechnik/Informationstechnik findet am häufigsten eine Qualifizierung für die Lehre statt (61 %), in der Fachrichtung Informatik weniger häufig (42 %). Auch die Größe des Lehrstuhls bzw. des Forschungsinstitutes ist von Bedeutung. Kleinere Organisationseinheiten bis fünf Mitarbeiter führen weniger häufig eine Qualifizierung der Doktoranden für die Lehre durch (39 %), während zwei Drittel der Professoren aus Lehrstühlen/Instituten mit mehr als 15 Mitarbeitern angeben, dass sie eine Qualifizierung für die Lehre vornehmen.

Differenziert man die Daten weiter danach, ob die Doktoranden häufig mit dem Abhalten von Lehrveranstaltungen beauftragt wurden, lässt sich erkennen, dass dies nur wenig Einfluss darauf hat, ob eine Qualifizierung für die Lehre vorgenommen wird oder nicht: 53% der Professoren, deren Doktoranden häufig in die Lehre eingebunden waren, geben an, dass diese dafür auch qualifiziert wurden. Von den Professoren, deren Doktoranden weniger häufig in die Lehre eingebunden, geben dies 48% an. Der Vergleich der Fachrichtungen macht deutlich, dass diese Tendenz sich dort nicht gleichmäßig zeigt.

Tabelle 7: Qualifizierung für die Lehre - nach Stärke der Einbindung in die Lehre und Fachrichtung, Anteile in Prozent

Abhalten von Lehrveranstaltungen	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Sehr häufig						
Qualifizierung für die Lehre	41	69	44	63	25	53
Gesamt (N = 100 %)	37	35	48	49	8	177
Weniger häufig						
Qualifizierung für die Lehre	49	52	40	53	41	48
Gesamt (N = 100 %)	37	31	52	76	22	218
Gesamt						
Qualifizierung für die Lehre	45	61	42	57	37	50
Gesamt (N = 100 %)	74	66	100	125	30	395

Frage 26: Falls Promovierende Aufgaben in der Lehre übernehmen: Findet eine Qualifizierung für die Lehre statt?

Die Qualifizierung für die Lehre wird durch eine Vielzahl von Maßnahmen erreicht. Häufig wird sie von den Professoren selbst durchgeführt. Viele Befragte geben an, dass sie mit ihren Doktoranden die Materialien der Lehrveranstaltungen durchsprechen und sie z. B. durch ein Coaching (Vortrags-training) oder die gemeinsame Erarbeitung von Lehrmaterialien vorbereiten. Daneben werden häufig auch die Angebote der Hochschule für die didaktische Qualifizierung der wissenschaftlichen Mitarbeiter genutzt. Auch die Ergebnisse von Lehrevaluationen fließen bei einem Teil der Professoren in die Lehrvorbereitung ein.

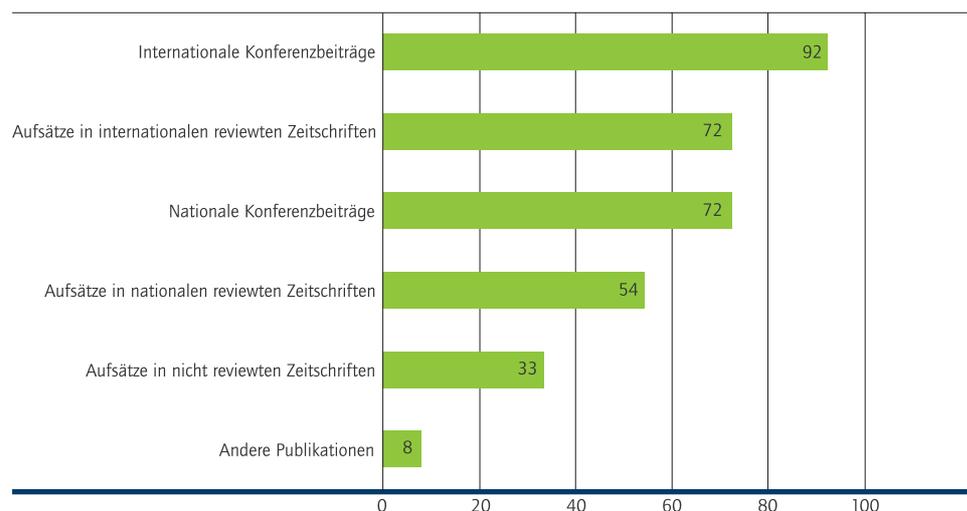
68% der Professoren geben an, dass ihre Lehrtätigkeit durch die Hochschule evaluiert wird, 28% führen eine Selbstevaluation durch. In den Fachrichtungen Elektrotechnik/Informationstechnik und Informatik findet sich der geringste Anteil von Professoren, die angeben, dass bei ihnen keine Evaluation der Lehre vorgenommen wurde (8% bzw. 9%). In der Fachrichtung Maschinenbau sind es dagegen 20%.

Es lässt sich deutlich erkennen, dass die Evaluation der Lehre Einfluss darauf nimmt, ob die Doktoranden für die Durchführung von Lehrveranstaltungen qualifiziert wurden oder nicht. Insgesamt geben 54% der Professoren, bei denen Lehrevaluationen durchgeführt werden, an, dass bei ihnen die Doktoranden für die Lehre qualifiziert werden. Wird keine Lehrevaluation durchgeführt, liegt der Anteil bei der Qualifizierung nur bei 14%. Dieser Zusammenhang lässt sich in allen Fachrichtungen im ungefähr gleichen Ausmaß erkennen.

Publikationen während der Promotionsphase

Neben der Einbindung in die Tätigkeiten am Institut ist die Erarbeitung von Publikationen neben der Dissertation ein weiteres Mittel, mit dem vor allem eine Verankerung der Doktoranden in die scientific community erreicht werden kann. Insgesamt 95% der befragten Professoren geben an, dass sie von ihren Doktoranden erwarten, dass diese vor dem Einreichen ihrer Dissertation schon erfolgreich publiziert haben. In der Fachrichtung Bauingenieurwesen ist diese Erwartung etwas weniger stark ausgeprägt, 80% dieser Professoren geben dies an, in den sonstigen Fachrichtungen liegt diese Zahl bei ca. 100%.

Abbildung 10: Arten von Publikation, die Doktoranden vor Einreichen der Dissertation veröffentlicht haben sollten, Anteile in Prozent



Frage 29: Welche Arten von Publikationen sollten die Promovierenden vor dem Einreichen ihrer Dissertation vorlegen?

Internationale Konferenzbeiträge stellen dabei die am stärksten bevorzugte Form der Publikation unter den Professoren dar: 92 % der Befragten erwarten diese Publikation. Für jeweils fast drei Viertel der Befragten sind Aufsätze in internationalen, reviewten Zeitschriften und nationale Konferenzbeiträge wünschenswert.

Tabelle 8: Arten von Publikation, die Doktoranden vor Einreichen der Dissertation veröffentlicht haben sollten, nach Fachrichtung, Anteile in Prozent

	Bau- ingenieur- wesen	Elektro- technik/ Informa- tionstechnik	Informatik	Maschinen- bau/ Verfahrens- technik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Internationale Konferenzbeiträge	85	92	99	91	89	92
Nationale Konferenzbeiträge	70	68	62	83	78	72
Aufsätze in internationalen reviewten Zeitschriften	56	88	57	85	74	72
Aufsätze in nationalen reviewten Zeitschriften	62	41	36	69	59	54
Aufsätze in nicht reviewten Zeitschriften	56	14	10	47	44	33
Andere Publikationen	8	5	7	10	11	8
Gesamt (N = 100 %)	66	66	99	127	27	385

Frage 29: Welche Arten von Publikationen sollten die Promovierenden vor dem Einreichen ihrer Dissertation vorlegen?

Innerhalb der Fachrichtungen sind unterschiedliche Präferenzen der Professoren für die verschiedenen Publikationsformen zu erkennen. Internationale Konferenzbeiträge stehen dabei in allen Fachrichtungen an erster Stelle. In den Fachrichtungen Elektrotechnik/Informationstechnik sowie im Maschinenbau sind auch Publikationen in international reviewten Zeitschriften von besonderer Bedeutung.

Die Erwartung, weitere Publikationen vorzulegen, ist nicht immer mit einer erwarteten Mindestzahl von Publikationen verbunden. Lediglich ein Viertel der Professoren, die angeben, dass sie weitere Publikationen erwarten, beantworten die Frage nach der genauen Anzahl der vorzulegenden Publikationen. Insbesondere Professoren aus der Fachrichtung Maschinenbau machen häufiger genaue Angaben: 40% von ihnen geben eine genaue Anzahl von Publikationen an. Im Gegensatz dazu machen nur 9% der Professoren der Fachrichtung Bauingenieurwesen, die Publikationen erwarten, dazu eine genaue Angabe.

Im Durchschnitt erwarten die Befragten dabei vier zusätzliche Publikation, von denen zwei als Aufsätze in reviewten Zeitschriften erscheinen sollten. In den Fachrichtungen Informatik und Maschinenbau werden im Durchschnitt 5 Publikationen erwartet, während die anderen Fachrichtungen eine durchschnittliche Mindestanzahl von drei Publikationen nennen.

Tabelle 9: Mindestanzahl von Publikationen vor dem Einreichen der Dissertation, nach Fachrichtung, Mittelwerte

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Mindestanzahl Publikationen	3	3	5	5	3	4
Gesamt N	6	15	19	51	7	98
Davon reviewte Publikationen	2	2	1	2	1	2
Gesamt N	6	15	19	51	7	98

Frage 30: Müssen die Promovierenden eine bestimmte Anzahl von Publikationen vorlegen?

Dauer der Promotion

Die gesamte Promotionsdauer beträgt nach Einschätzung der Professoren vom Beginn der Arbeiten an der Promotion (definiert als Einstellung des Doktoranden) bis zur mündlichen Prüfung durchschnittlich 4,8 Jahre. Für die Promotionsdauer bis zur Abgabe der Dissertationsschrift werden durchschnittlich 4,5 Jahre angegeben. Die Zeitspanne zwischen der Abgabe der Dissertationsschrift und mündlicher Doktorprüfung beträgt durchschnittlich 0,3 Jahre, d. h. 4 Monate. Die Unterschiede zwischen den Fachrichtungen sind dabei nur sehr gering.

Tabelle 10: Promotionsdauer, nach Fachrichtung, Mittelwerte in Jahren

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Promotionsdauer bis zum Einreichen der Arbeit	4,6	4,3	4,4	4,5	4,3	4,5
Zeitspanne zwischen Abgabe der Arbeit und mündlicher Prüfung	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Promotionsdauer insgesamt	4,9	4,6	4,7	4,9	4,6	4,8

Frage 31: Wie lang war die durchschnittliche Promotionsdauer in den letzten fünf Jahren an Ihrem Lehrstuhl (von der Anstellung als wissenschaftlicher Mitarbeiter bis zur Einreichung der Dissertation)?

Frage 34: Wie lang dauert es von der Einreichung der Dissertation bis zur Doktorprüfung?

Hinsichtlich der Einschätzungen über die Länge der Promotion können wir keine Unterschiede zwischen den Professoren hinsichtlich des Jahrs, seit dem sie ihren Lehrstuhl innehaben, sowie hinsichtlich der Größe des Lehrstuhls bzw. der Größe des Forschungsinstituts feststellen.

Einen deutlichen Unterschied für die durchschnittliche Promotionsdauer lässt sich dann erkennen, wenn die Daten nach dem zeitlichen Aufwand für andere Tätigkeiten, die neben der Dissertation erledigt werden müssen, differenziert werden. Die gesamte Promotionsdauer beträgt nach Einschätzung der Professoren, die angeben, dass ihre Doktoranden bis zu 25 % ihrer Arbeitszeit für andere Aufgaben aufwenden müssen, ca. 4,6 Jahre. Professoren, die annehmen, dass ihre Doktoranden zwi-

schen 75% und 100% ihrer Arbeitszeit für andere Aufgaben neben der Dissertation aufwenden, nehmen eine durchschnittliche Promotionsdauer von 5,1 Jahren an.

Zudem sind Unterschiede in der Promotionsdauer zu erkennen, wenn die Ergebnisse nach der Art der Themenfindung differenziert werden. Sofern die Doktoranden ihr Thema selbst vorschlagen, beträgt die Promotionsdauer nach Einschätzung der Professoren etwa 5,0 Jahre, wird den Doktoranden dagegen das Thema vorgegeben, beträgt die Promotionsdauer etwa 4,7 Jahre.

Bildungsangebote wie die regelmäßige Durchführung eines Doktorandenkolloquiums oder andere Weiterbildungsveranstaltungen beeinflussen die Promotionsdauer nur minimal. Auch die Erwartung, dass andere Publikationen vorgelegt werden sollten, hat keinen besonderen Einfluss auf die Dauer der Promotion.

Drop out

Als Drop out wird hier der Prozent-Anteil der nicht abgeschlossenen Promotionen am Lehrstuhl während der letzten fünf Jahre bezogen auf die Gesamtzahl der Doktoranden, die in den letzten fünf an diesem Lehrstuhl eine Dissertation begonnen haben, definiert. Insgesamt geben die Professoren an, dass in den vergangenen fünf Jahren etwa 13% ihrer Mitarbeiter den Lehrstuhl/das Forschungsinstitut ohne die Abgabe ihrer Dissertation verlassen haben. Dabei ist der Drop out in der Fachrichtung Informatik geringfügig höher (15%).

5 BEWERTUNG DER PROMOTIONSFÖRDERUNG

Bewährte Maßnahmen in der Promotionsförderung

Aus Sicht der Professoren hat sich die bisherige Form der Promotionsförderung in den Ingenieurwissenschaften bewährt. Auf die Frage danach, welche Maßnahmen sich dabei in den vergangenen Jahren besonders bewährt haben, geben die Professoren in erster Linie den regelmäßigen kontinuierlichen Austausch mit ihren Doktoranden an. Zudem verweisen sie auf die Einbindung der Doktoranden in die Kommunikation des Lehrstuhls/Forschungsinstitutes.

Aus den Antworten auf die offen formulierte Frage, welche Maßnahmen sich in den vergangenen Jahren besonders bewährt haben, lässt sich die folgende Rangfolge ableiten:

Abbildung 11: Bewährte Maßnahmen in der Promotionsförderung – Rangfolge

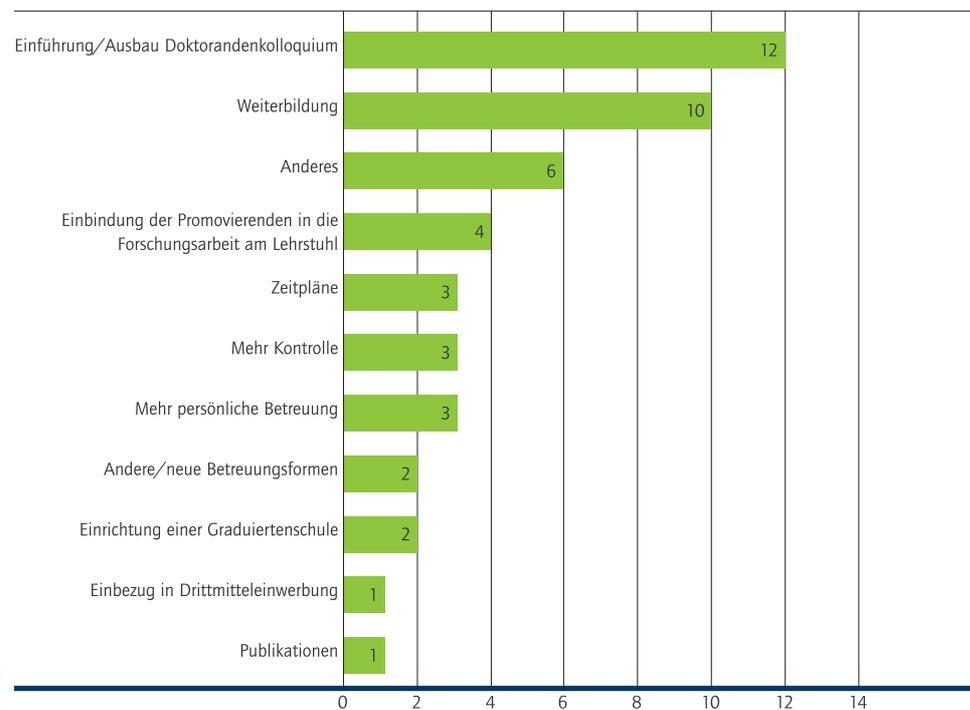
1. Regelmäßige, persönliche Arbeit mit Doktoranden
 2. Einbindung des Doktoranden in die Forschung am Lehrstuhl
 3. Doktorandenkolloquium
 4. Teilnahme an Konferenzen
 5. Regelmäßiger Fortschrittsbericht durch den Doktoranden
 6. Auslandsaufenthalte
 7. Publikationen
 8. Übertragung von Projektverantwortung
 9. Förderung des selbständigen Arbeitens
-

Geplante Maßnahmen zur Förderung von Doktoranden

Die offen formulierte Frage danach, welche Maßnahmen die Professoren zukünftig für die (weitere) Verbesserung der Promotionsbedingungen einführen wollen, wurde von dem Großteil der Befragten nicht beantwortet. Lediglich 36% gaben hier an, dass sie Innovationen für ihre Doktoranden einführen wollen.

12% aller Professoren planen die Einführung bzw. den Ausbau von Doktorandenkolloquien. Auch die Stärkung der Weiterbildung, insbesondere durch Maßnahmen, die der Ausbildung der Softskills der Doktoranden dienen sollen, wird von etwa jedem zehnten Befragten beabsichtigt. Die Einrichtung von Graduiertenschulen befürworten lediglich 2% der Befragten.

Abbildung 12: Geplante Innovationen in der Doktorandenausbildung, Anteile in Prozent



Vorschläge für eine weitere Verbesserung der Promotionsförderung

Auf diese letzte offene Frage antworteten insgesamt 146 Professoren (32 %). Ein kleiner Teil von ihnen weist dabei explizit darauf hin, dass die derzeitige Gestaltung der Doktorandenausbildung in den Ingenieurwissenschaften nicht verändert werden sollte. Einer dieser Befragten antwortet auf unsere Frage mit einer Gegenfrage:

„Wo sind derzeit Defizite in der Doktorandenausbildung?“

Auch im Großteil der anderen Antworten wird deutlich, dass die Befragten die derzeitige Gestaltung der Promotionsbedingungen für gut, teilweise sogar für exzellent halten. Die Aussage:

„Das bestehende System hat sich sehr gut bewährt und sollte daher nicht geändert werden.“

spiegelt dabei eine häufig zu findende Ansicht der Professoren wider. Innovationen bzw. Planungen, neue Maßnahmen in die Promotionsförderung einzuführen, sind daher seltener zu finden.

Die Vorschläge zur Verbesserung der Promotionsausbildung richten sich dementsprechend nicht auf die Veränderung der Struktur der Ausbildung, sondern beziehen sich zumeist auf die Veränderung der Rahmenbedingungen für die Durchführung der Promotion. Dabei werden die folgenden Punkte angeführt:

- Die für Forschung zur Verfügung stehende Zeit wird als nicht ausreichend angesehen: Die Belastungen durch zunehmende Lehrverpflichtungen mit der Einführung der BA/MA-Struktur sollten für die Professoren wie auch für ihre Doktoranden reduziert werden. Auch der zunehmende zeitliche Aufwand für Verwaltungsarbeiten sollte reduziert werden.
- Promotionsvorhaben sowie Forschungsprojekte sollten längerfristig finanziert werden. Die bisherigen Laufzeiten von Projekten bzw. Stipendien würden nicht ausreichen, um eine Promotion voll zu finanzieren.
- Auslandsaufenthalte sollten besser finanziell unterstützt werden, um den Doktoranden einen besseren internationalen und interdisziplinären Austausch zu ermöglichen.

Zudem sprechen die Professoren bei der Frage nach der weiteren Verbesserung der Doktorandenausbildung auch das Ziel an, die Promotionsphase als dritten Studienabschnitt zu etablieren. Sie verbinden damit häufig das Konzept der Graduate School oder auch einer stärkeren curricularen Strukturierung der Doktorandenausbildung. Innerhalb des Samples ist zum Teil Zustimmung zu diesen Reformbestrebungen zu finden, allerdings auch eine sehr große Zahl von Aussagen, mit denen diese Veränderungen abgelehnt werden.

Die Professoren, die das Konzept einer dritten Studienphase bzw. einer stärkeren curricularen Ausrichtung wünschen, erwarten davon zumeist eine systematischere und stärker interdisziplinäre Ausbildung der Doktoranden.

Die folgenden Aussagen spiegeln diesen Wunsch nach Verbesserung deutlich wieder:

„Systematische und lehrstuhlübergreifende Ausbildung zum Doktor – etwa in einer Graduiertenschule – weniger Verknüpfung von Industrieprojekten und Promotion.“

In dieser systematischeren Ausbildung sehen einige wenige Professoren die Möglichkeit, den neuen Anforderungen der Doktorandenausbildung gerecht zu werden:

„Dem Konzept unserer Graduiertenschule entsprechend halte ich eine interdisziplinäre Ausrichtung mit mehreren Betreuern aus den jeweiligen Disziplinen für besonders qualifizierend und zukunftsweisend.“

Stimmen, die eine weitere Reform der Doktorandenausbildung ablehnen, sind allerdings häufiger zu finden. Die Ablehnung der Professoren wird – neben dem Verweis auf die Effizienz des bestehenden Systems – mit dem Argument gestärkt, dass der derzeitige Status der Doktoranden an der Hochschule durch die Reformen unterminiert werde. Die Berufsrolle „wissenschaftlicher Mitarbeiter“ werde damit durch den Status „Student“ ersetzt. Stellvertretend für eine größere Zahl der Befragten drückt ein Professor seine Befürchtung wie folgt aus:

„Keine Verschulung! Die Doktorandenausbildung ist eine erste Berufstätigkeit!“

An anderer Stelle werden mit der Rolle des wissenschaftlichen Mitarbeiters auch bestimmte Vorzüge und Qualifikationen verbunden, die ein Promotionsstudent in einer verschulten Ausbildung nicht hätte:

„Die selbständige Arbeit, nicht so verschult wie im angelsächsischen System, ist beizubehalten. Ein Promovierender soll Forscher, Projektmanager, Personalführer und lehrerfahren sein.“

Dieser Befragte verweist damit auf die Qualifikationen, die von den Doktoranden bei Tätigkeiten, die sie neben der Arbeit an ihrer Dissertation übernehmen, erworben werden. Viele Befragte sehen in diesem „Training on the Job“ eine wichtige Qualifikationsform, mit der die Doktoranden für ihr späteres Berufsleben auch außerhalb von Hochschule und Forschung vorbereitet werden.

Dementsprechend formulieren andere Professoren, dass eine Ausbildung der Doktoranden in einer dritten Studienphase nicht breit genug ist und damit auch einen Verlust der derzeitigen Vorzüge bedeuten würde:

„Keine Sauce Bolognaise bei der Promotion. Keine Schmalspur-Doktoren aus Kollegien und reinen Promotionsprogrammen. Beibehaltung des Systems der Mitarbeit in Forschung und Lehre mit dem Ziel der Promotion in 3–5 Jahren.“



Center for
Higher Education
Policy Studies

A3 ERGEBNISSE DER PROMOVIERTENBEFRAGUNG

Jürgen Enders und Andrea Kottmann

Juli 2008

DIE WICHTIGSTEN ERGEBNISSE IM ÜBERBLICK	93
1. DIE BEFRAGTEN	95
2. WEGE ZUR PROMOTION	97
Rekrutierung der Promovierten	97
Fachliche und institutionelle Mobilität der Doktoranden	98
Festlegung des Promotionsthemas	99
3. DER PROMOTIONSPROZESS	100
Betreuung der Promotion	100
Unterstützung durch die Betreuer	100
Förderung während der Promotionsphase	102
Interne Verankerung der Doktoranden	103
Externe Verankerung der Doktoranden	105
4. DAUER DER PROMOTION	109
5. DIE AKTUELLE ERWERBSSITUATION DER PROMOVIERTEN	111
Entsprechung zwischen Ausbildung und gegenwärtiger Beschäftigung	115
Erworbene Qualifikationen und berufliche Anforderungen	116
6. DIE PROMOTION IM RÜCKBLICK	119
Positive und negative Rahmenbedingungen des Promotionsprozesses	120
Verbesserungsvorschläge für die Promotion	121

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Fachrichtung und Promotionsjahrgang der Befragten	96
Tabelle 2:	Institutionelle Einbindung der Promovierten	97
Tabelle 3:	Zugang zur Promotion, nach Fachrichtung	98
Tabelle 4:	Festlegung des Promotionsthemas, nach Fachrichtung	99
Tabelle 5:	Betreuer der Promotion, nach Fachrichtung	100
Tabelle 6:	Bewertung der Unterstützungsleistungen der Betreuer, nach Fachrichtung	101
Tabelle 7:	Tätigkeiten neben der Dissertation, nach Fachrichtung	104
Tabelle 8:	Zeitliche Belastung durch Tätigkeiten neben der Dissertation, nach institutioneller Einbindung der Befragten	105
Tabelle 9:	Konferenztteilnahme, Publikationen während der Promotionsphase, nach Fachrichtung	106
Tabelle 10:	Zahl der Konferenzen, an denen Promovierte aktiv teilgenommen haben, nach Fachrichtung	106
Tabelle 11:	Zahl der Publikationen während der Promotionsphase, nach Fachrichtung	107
Tabelle 12:	Publikationen vor dem Einreichen der Promotion erwartet?, nach Fachrichtung	107
Tabelle 13:	Publikationsarten, die vor dem Einreichen der Dissertation erwartet wurden, nach Fachrichtung	108
Tabelle 14:	Promotionsdauer, nach Fachrichtung	109
Tabelle 15:	Promotionsdauer, nach institutioneller Einbindung	109
Tabelle 16:	Promotionsdauer, nach Belastung durch Tätigkeiten neben der Dissertation	110
Tabelle 17:	Dauer der Themenfestlegung, nach Fachrichtung	111
Tabelle 18:	Erwerbsstatus der Befragten zum Zeitpunkt der Befragung, nach Fachrichtung	111
Tabelle 19:	Beschäftigungssektor der Befragten zum Zeitpunkt der Befragung, nach Fachrichtung	112
Tabelle 20:	Merkmale der Beschäftigung der Promovierten zum Befragungszeitpunkt, nach Fachrichtung	113
Tabelle 21:	Gegenwärtige berufliche Situation: Berufliche Stellung, Personalverantwortung, Beschäftigungsort, nach Fachrichtung	114
Tabelle 22:	Entsprechung zwischen Ausbildung und gegenwärtiger Beschäftigung, nach Fachrichtung	115
Tabelle 23:	Entsprechung zwischen Ausbildung und gegenwärtiger Beschäftigung, nach institutioneller Einbindung der gegenwärtigen Beschäftigung	116
Tabelle 24:	Berufliche Anforderungen und Qualifikationsniveau, ausgewählte Aspekte, nach institutioneller Einbindung der gegenwärtigen Beschäftigung	118
Tabelle 25:	Bewertung der Promotionsphase, nach Fachrichtung	119

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Fachrichtung der Promotion	95
Abbildung 2:	Promotionsjahrgang der Befragten	95
Abbildung 3:	Wechsel von Fach bzw. Universität für die Promotion, nach Fachrichtung	99
Abbildung 4:	Bewertung der Unterstützungsleistungen der Betreuer, nach institutioneller Einbindung	102
Abbildung 5:	Angebot eines regelmäßigen Doktorandenkolloquiums bzw. von anderen Veranstaltungen für Doktoranden, nach Fachrichtung	103
Abbildung 6:	Erworbene Qualifikationen und berufliche Anforderungen	117

DIE WICHTIGSTEN ERGEBNISSE IM ÜBERBLICK

- Mit der Befragung der Promovierten konnten 328 verwertbare Fragebögen gewonnen werden. Der Großteil der Befragten stammte dabei aus der Fachrichtung Maschinenbau/Verfahrenstechnik. Zudem hatte fast die Hälfte der Befragten die Promotion in oder nach 2005 abgeschlossen. Frauen machen 8% der Befragten aus.
- 84% der Befragten haben ihre Dissertation im Rahmen ihrer Tätigkeit an einer Universität erarbeitet, 6% waren in einer außeruniversitären Forschungseinrichtung und 5% in einem industriellen Forschungslabor beschäftigt.
- Zwei Drittel der Befragten hatte schon vor Beginn der Promotionsphase Kontakt zum jeweiligen Lehrstuhl, an dem die Dissertation erarbeitet wurde. Dies war für diese Gruppe auch der Weg, über den die Annahme als Doktorand erfolgte.
- 32% der Befragten promovierten nicht an der Universität, an der sie auch ihren ersten Studienabschluss erworben haben. 17% der Befragten besaßen einen Studienabschluss in einem anderen Fachgebiet bzw. Fachrichtung als die Fachrichtung ihrer Promotion.
- Ein Drittel der Befragten konnte das Promotionsthema selbstständig bestimmen, 55% hatten hier eine grobe Vorgabe, die sie selbst präzisieren konnten. Nur jeder zehnte Befragte bekam ein bereits formuliertes Thema vorgegeben. Befragte, die ihre Promotion in einem außeruniversitären Forschungsinstitut bearbeitet haben, geben dabei häufiger an, dass ihnen die Themen vorgegeben wurden.
- Die Betreuung der Promotion wurde bei 75% der Befragten von einem Professor vorgenommen, bei 25% waren dies erfahrene wissenschaftliche Mitarbeiter. Die Unterstützung, die von den Betreuern in der Promotionsphase geboten wurde, wird dabei mehrheitlich positiv bewertet.
- 50% der Befragten hatten während der Promotionsphase regelmäßig Gelegenheit, an einem Doktorandenkolloquium teilzunehmen. Weitere 41% geben an, dass sie regelmäßig an weiteren Veranstaltungen für Promovierte teilnehmen konnten. Zu diesen Veranstaltungen gehörten vor allem Fachvorlesungen sowie Rhetorik- und Präsentationsseminare.
- Neben ihrer Dissertation waren die Doktoranden, die ihre Dissertation an einem Lehrstuhl erarbeiteten, in eine Vielzahl verschiedener Aufgaben in Forschung und Lehre eingebunden. Dazu gehörten vor allem die Betreuung von Studierenden (63%), die Durchführung von Lehrveranstaltungen (52%) sowie die Mitarbeit in weiteren Forschungsprojekten neben der Dissertation (53%). Die zeitliche Belastung durch diese Tätigkeiten fiel dabei unterschiedlich aus. Etwas mehr als die Hälfte der Befragten gibt an, dass sie bis zu 50% ihrer Arbeitszeit auf diese Tätigkeiten verwandt haben.
- Während ihrer Promotionsphase waren fast alle Befragten aktiv an wissenschaftlichen Konferenzen beteiligt (93%), zudem hat die Mehrheit von ihnen während dieser Zeit publiziert. Die Befragten nahmen dabei durchschnittlich an etwa acht Konferenzen teil und veröffentlichten durchschnittlich etwa acht Publikationen.
- Von 55% der Promovierten wurde erwartet, dass sie vor Abgabe der Dissertation erfolgreich publiziert hatten. In erster Linie werden hier Paper in international reviewten Fachzeitschriften sowie Beiträge zu international reviewten Konferenzen genannt.
- Die durchschnittliche Promotionsdauer beträgt vom Beginn der Arbeiten bis zur Einreichung der Arbeit 4,4 Jahre, bis zur Durchführung der mündlichen Prüfung 4,8 Jahre. Promotionen, die in außeruniversitären Forschungseinrichtungen bzw. Forschungsabteilungen der Industrie erarbeitet werden, weisen eine kürzere Promotionsdauer auf (3,6/4,1 Jahre bzw. 3,3/3,8 Jahre). Eine starke Belastung durch Tätigkeiten, die neben der Dissertation übernommen werden, wirkt sich verlängernd auf die Promotionsdauer aus.
- Zum Zeitpunkt der Datenerhebung waren fast alle Befragten erwerbstätig. 93% gingen einer abhängigen Erwerbstätigkeit nach, 6% waren zu diesem Zeitpunkt selbständig. Der wesentliche

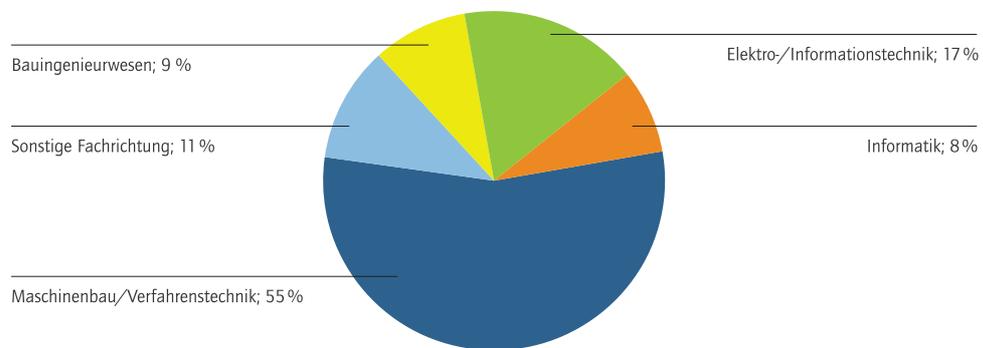
Beschäftigungssektor der Promovierten war die Privatwirtschaft (74%), wobei von den Befragten hier sowohl Tätigkeiten im Bereich von Forschung und Entwicklung wahrgenommen wie auch Tätigkeiten im Managementbereich ausgeführt wurden.

- Leitende Positionen bzw. Positionen mit mittlerer Leitungsfunktion hatten 62% der Befragten inne. Vor allem Befragte aus älteren Abschlusskohorten waren häufig in leitenden Positionen tätig. 10% der Befragten waren im Ausland beschäftigt.
- Die Promotion wird nur von etwa der Hälfte der Befragten als notwendige Voraussetzung für ihre gegenwärtige Beschäftigung gesehen. Kenntnisse in ihrem jeweiligen Fachgebiet halten dagegen 78% für eine wichtige Voraussetzung für die Ausübung der Tätigkeit.
- Zwischen erworbenen Qualifikationen und beruflichen Anforderungen bestehen teilweise starke Diskrepanzen. Dies gilt insbesondere für Qualifikationen wie Kooperationsfähigkeit, Anleitung und Motivierung von Mitarbeitern, organisatorische Fähigkeiten oder Fremdsprachenkenntnisse. In diesen Bereichen liegen die beruflichen Anforderungen häufig über den während der Promotionsphase erworbenen Qualifikationen. Auf der anderen Seite werden die wissenschaftlichen Fähigkeiten der Befragten durch die gegenwärtige berufliche Tätigkeit nur selten im vollen Umfang gefordert.
- Für fast alle Befragten stellt die Promotionsphase einen wichtigen Abschnitt in ihrem Leben dar. 97% von ihnen würden nochmals promovieren, wenn sie vor diese Wahl gestellt werden würden. Die Promotion wird vor allem als wichtig für die Persönlichkeitsbildung und für die Vertiefung fachlicher Kenntnisse gesehen.
- Als positive Rahmenbedingungen der Promotion heben die Befragten die Freiheit, die sie hinsichtlich der Themenwahl und Vorgehensweise bei der Bearbeitung ihrer Promotion besaßen, hervor. Auch das abwechslungsreiche Spektrum verschiedenster Tätigkeiten in Forschung und Lehre, die von Befragten während der Promotionsphase ausgeführt wurden, wird häufig genannt. Als negative Rahmenbedingungen nennen die Befragten die Behinderung ihrer Arbeiten durch die Universitätsbürokratie. Wenn die Promovierten die Betreuung der Promotion kritisieren, führen sie etwa den Zeitmangel der Betreuer oder Abstimmungsprobleme bei der Themenfindung an. Einige Promovierte verweisen auch darauf, dass die Promotion nur wenig Gelegenheiten bot, Softskills zu erwerben.
- Die Verbesserungsvorschläge der Promovierten können in zwei Kategorien eingeteilt werden. Zum einen wünschen sie sich eine stärkere Strukturierung der Promotionsphase in dem Sinne, dass verbindliche Zeitpläne und Absprachen mit dem Betreuer getroffen werden können, um so die Orientierung in dieser Phase zu erleichtern. Zum anderen nennen sie eine inhaltliche Anreicherung der Promotionsphase: Veranstaltungen, in denen Softskills vermittelt werden, sollten verstärkt angeboten werden. Die Ausbildung sollte zudem stärker international und interdisziplinär ausgerichtet werden.

1 DIE BEFRAGTEN

Insgesamt konnten innerhalb der Promoviertenbefragung 328 verwertbare Fragebögen gewonnen werden. Mehr als jeder zweite der Befragten hat dabei in der Fachrichtung Maschinenbau/Verfahrenstechnik promoviert, 17 % promovierten in der Fachrichtung Elektrotechnik/Informationstechnik, weitere 9% im Bauingenieurwesen und 8% im Fachgebiet Informatik. Auf sonstige Fachrichtungen entfielen 11 % der Befragten. Hierunter finden sich vor allem Promovierte aus den Fachrichtungen Geodäsie und Geoinformatik sowie aus den Material- und Werkstoffwissenschaften.

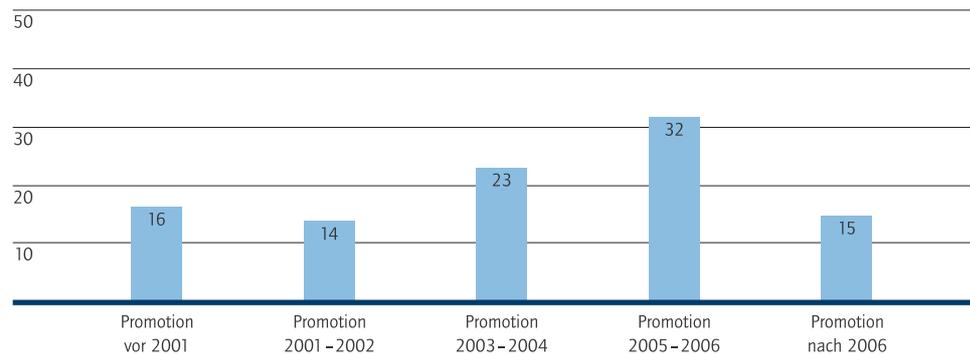
Abbildung 1: Fachrichtung der Promotion, Anteile in Prozent



Frage 2: Im Folgenden bitten wir Sie um einige Angaben zu Ihrer Promotion.

Die Mehrzahl der Befragten hat ihre Promotion nach dem Jahr 2000 beendet. Besonders häufig sind unter den Befragten Promovierte zu finden, die in oder nach dem Jahr 2005 promoviert haben: sie stellen insgesamt 47 % des Samples.

Abbildung 2: Promotionsjahrgang der Befragten, Anteile in Prozent



Frage 2: Im Folgenden bitten wir Sie um einige Angaben zu Ihrer Promotion.

Diese Abschlusskohorten weisen dabei eine unterschiedliche Zusammensetzung auf. Besonders stark vertreten sind z. B. in der Kohorte der in den Jahren 2001 und 2002 promovierten Personen Befragte aus dem Fachgebiet Elektrotechnik/Informationstechnik (27%), während Promovierte aus dem Fachgebiet Bauingenieurwesen hier kaum vertreten sind (2%). Diese sind dagegen stärker in der Kohorte der in den Jahren 2004 und 2006 promovierten Personen auszumachen.

Tabelle 1: Fachrichtung und Promotionsjahrgang der Befragten, Anteile in Prozent, absolute Anzahl

	Promotion vor 2001		Promotion 2001 – 2002		Promotion 2003 – 2004		Promotion 2005 – 2006		Promotion nach 2006		Gesamt	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Bauingenieurwesen	6	3	2	1	16	12	9	9	13	6	10	31
Elektrotechnik/ Informationstechnik	17	9	27	12	12	9	15	15	15	7	16	52
Informatik	6	3	7	3	8	6	12	12	4	2	8	26
Maschinenbau/ Verfahrenstechnik	58	31	56	25	56	42	51	53	60	29	56	180
Sonstige Fachrichtung	13	7	9	4	8	6	14	14	8	4	11	35
Gesamt	100	53	100	45	100	75	100	103	100	48	100	324

Frage 2: Im Folgenden bitten wir Sie um einige Angaben zu Ihrer Promotion.

Die Zusammensetzung des Samples spiegelt die bekannte Geschlechterverteilung der Ingenieurwissenschaften wider: es besteht zu 92% aus Männern und nur zu 8% aus Frauen. Diese sind allerdings in den einzelnen Fachgebieten in einem unterschiedlichen Ausmaß vertreten: Im Fachgebiet Elektrotechnik/Informationstechnik sind nur 2% der Promovierten Frauen, dagegen ist im Fachgebiet Bauingenieurwesen fast jede fünfte Befragte eine Frau. Auch in den sonstigen Fachrichtungen sind Frauen überdurchschnittlich häufig zu finden: sie stellen hier einen Anteil von 18%.

84% aller Befragten haben ihre Dissertation an einem Lehrstuhl/Universitätsinstitut erstellt. Andere institutionelle Kontexte stellten eher die Ausnahme dar: 5% der Befragten erarbeiteten ihre Dissertation innerhalb einer Forschungseinrichtung/-abteilung der Industrie, weitere 6% in einem außeruniversitären Forschungsinstitut. Innerhalb der Fachrichtungen zeigen sich leichte Unterschiede: Promovierte aus dem Bauingenieurwesen promovierten überdurchschnittlich häufig im Kontext eines Graduiertenkollegs (10%), während Promovierte aus der Informatik häufiger im Rahmen einer industriellen Forschungseinrichtung an ihrer Dissertation arbeiteten (16%).

Tabelle 2: Institutionelle Einbindung der Promovierten, Anteile in Prozent, absolute Anzahl

	Bauingenieurwesen		Elektrotechnik/Informationstechnik		Informatik		Maschinenbau/Verfahrenstechnik		Sonstige Fachrichtung		Gesamt	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Lehrstuhl, Institut einer Universität	81	25	85	46	80	20	85	153	89	31	84	275
Graduiertenkolleg/-zentrum einer Universität	10	3	2	1	0	0	1	1	3	1	2	6
außeruniversitäre, öffentliche Forschungseinrichtung	3	1	6	3	0	0	7	12	6	2	6	18
Forschungseinrichtung/-abteilung der Industrie	0	0	6	3	16	4	5	9	3	1	5	17
Andere Einrichtung	3	1	0	0	4	1	2	3	0	0	2	5
Ohne institutionelle Einbindung	3	1	2	1	0	0	2	3	0	0	2	5
Gesamt	100	31	100	54	100	25	100	181	100	35	100	326

Frage 2: Im Folgenden bitten wir Sie um einige Angaben zu Ihrer Promotion.

2 WEGE ZUR PROMOTION

Rekrutierung der Promovierten

Bei der Rekrutierung der Promovierten werden besonders häufig die klassischen Zugangswege zur Promotion genannt: dies sind die Annahme bzw. Anstellung als Doktorand aufgrund einer früheren Hilfskrafttätigkeit bzw. aufgrund früherer Kontakte zum Lehrstuhl (66%) sowie die Bewerbung um eine Doktorandenstelle (49%). Der Vergleich der Kohorten zeigt, dass sich bei der Rekrutierung Promovierter kein Wandel ergeben hat.

Die Zugänge zur Promotion unterscheiden sich allerdings stärker, wenn sie für die verschiedenen Kontexte, in denen die Promotionen erarbeitet wurden, verglichen werden. Während bei den Promotionen am Lehrstuhl der Zugang zumeist über den vorherigen Kontakt erfolgte (72%), waren für die Industriepromotionen und die Promotionen in außeruniversitären Forschungseinrichtungen die Bewerbung um eine Doktorandenstelle die wichtigsten Zugangswege (47% bzw. 61%).

Tabelle 3: Zugang zur Promotion, nach Fachrichtung, Anteile in Prozent, Mehrfachantworten

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Ich habe bereits zuvor Kontakte zu dem Lehrstuhl/Institut gehabt	48	70	84	66	66	66
Ich wurde aufgefordert, mich zu bewerben	26	44	28	35	37	35
Ich habe meine Bewerbungsunterlagen eingereicht	61	52	28	48	54	49
Ich wurde zu einem Vorstellungsgespräch eingeladen	58	28	20	41	49	40
Ich habe einen Eignungstest absolviert	-	-	-	-	3	-
Andere Zugänge	6	2	-	8	9	6
Gesamt (N = 100 %)	53	45	75	102	48	323

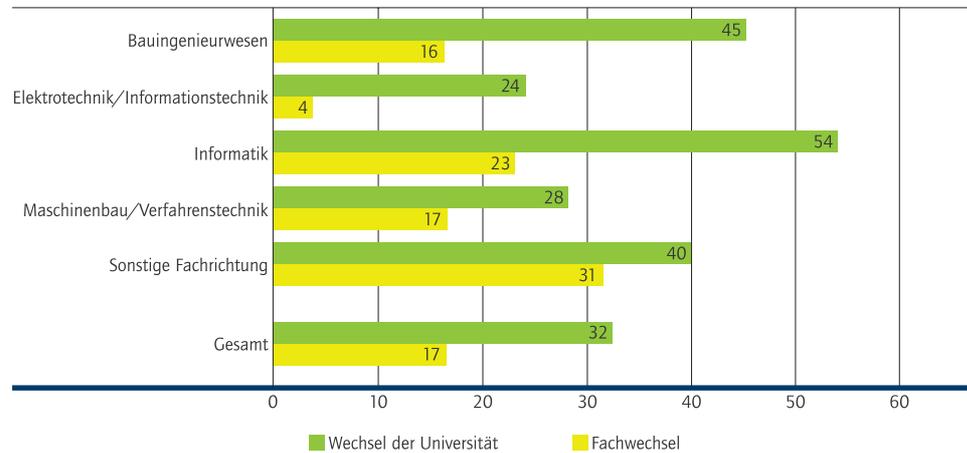
Frage 4: Welche der folgenden Aussagen treffen auf Ihre Annahme als Doktorand/Anstellung als wissenschaftlicher Mitarbeiter zu? – Bitte kreuzen Sie alles Zutreffende an!

Fachliche und institutionelle Mobilität der Doktoranden

Insgesamt hat etwa jeder Dritte der Promovierten für die Erarbeitung der Dissertation an eine andere Universität gewechselt, 17% erarbeiteten ihre Promotion in einer sonstigen Fachrichtung bzw. in einem anderen Fach als in ihrem Erststudium.

Innerhalb der Fachrichtungen ist ein Wechsel der Universität besonders häufig unter den Promovierten aus der Informatik sowie aus der Fachrichtung Bauingenieurwesen auszumachen. Ein Fachwechsel für die Promotion findet sich vor allem unter den Befragten aus den sonstigen Fachrichtungen. Von ihnen werden z. B. Promotionen in Nanotechnik oder Materialwissenschaften genannt.

Abbildung 3: Wechsel von Fach bzw. Universität für die Promotion, nach Fachrichtung, Anteile in Prozent



Frage 2: Im Folgenden bitten wir Sie um einige Angaben zu Ihrer Promotion.

Festlegung des Promotionsthemas

Bei der Festlegung des Promotionsthemas verfügten die Promovierten über ein hohes Maß an Selbstständigkeit. Während 35% angeben, dass sie ihr Thema selbst vorgeschlagen haben, verweisen 55% darauf, dass sie einen groben Rahmen für das Thema ihrer Dissertation hatten, ihre Fragestellung letztendlich aber selbst präzisiert haben. Eine genaue Vorgabe des Promotionsthemas nennen nur 10% der Befragten. Innerhalb der Fachgebiete sind verschiedene Strategien der Themenfindung anzutreffen. Besonders häufig schlugen Promovierte aus der Informatik ihr Promotionsthema selbst vor (52%), eine genaue Vorgabe des Promotionsthemas ist dagegen vor allem in der Fachrichtung Maschinenbau/Verfahrenstechnik zu finden (13%). In den Fachrichtungen Bauingenieurwesen und Elektrotechnik/Informationstechnik geben dagegen jeweils zwei Drittel der Befragten an, dass ihnen das Thema grob vorgegeben wurde.

Tabelle 4: Formen der Festlegung des Promotionsthemas, nach Fachrichtung, Anteile in Prozent

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Ich habe das Thema selbst vorgeschlagen	30	30	52	34	37	35
Das Thema wurde mir grob vorgegeben, ich habe es präzisiert	67	67	44	53	51	55
Das Thema wurde mir vorgegeben	3	4	4	13	11	10
Gesamt (N = 100%)	30	54	25	179	35	323

Frage 5: Wie ist Ihr Promotionsthema entstanden?

Beim Vergleich der Abschlusskohorten wird deutlich, dass in der stärksten Kohorte der in den Jahren 2005 und 2006 promovierten Befragten das Thema häufiger genau vorgegeben wurde (14%). Zudem haben diese Befragten häufiger ihr Promotionsthema eigenständig festgelegt (46%). Die grobe Vorgabe des Themas mit anschließender Präzisierung durch den Befragten traf hier nur auf 40% zu. Weiterhin zeigt der Kohortenvergleich, dass die Art und Weise, in der in den vergangenen Jahren die Promotionsthemen festgelegt wurden, kaum verändert haben. Mit Ausnahme der Kohorte der in den Jahren 2005 und 2006 promovierten Befragten zeigen sich in den anderen Kohorten Werte, die der Gesamtverteilung ähneln.

Unterschiede in der Themenfindung lassen sich vor allem mit Blick auf die verschiedenen institutionellen Kontexte erkennen, in denen die Promotion erarbeitet wurde. Die größte Freiheit bei der Bestimmung des Themas besaßen diejenigen Befragten, die im Kontext eines Lehrstuhls promoviert haben: 36% von ihnen geben an, dass sie ihr Thema selbst vorgeschlagen haben. In den außeruniversitären Forschungseinrichtungen bestand diese Freiheit auch in einem hohen Maße (32%), allerdings sind hier auch Promotionen, bei denen das Thema vorgegeben wurde, stark vertreten (22%). Bei den Industriepromotionen war die grobe Vorgabe mit Präzisierung durch den Promovierten besonders häufig zu finden: 82% der Befragten nennen diese Art der Themenfindung.

3 DER PROMOTIONSPROZESS

Betreuung der Promotion

Bei insgesamt 75% der Befragten wurde die Dissertation im Wesentlichen durch einen Professor betreut; bei den restlichen 25% haben andere erfahrene wissenschaftliche Mitarbeiter diese Aufgabe übernommen. In der Fachrichtung Informatik geben 96% eine Betreuung durch ihren Professor an, in der Fachrichtung Maschinenbau/Verfahrenstechnik sind es dagegen 69%.

Tabelle 5: Betreuer der Promotion, nach Fachrichtung, Anteile in Prozent

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Im Wesentlichen durch einen Professor	86	79	96	69	79	75
Im Wesentlichen durch andere, erfahrene wissenschaftliche Mitarbeiter	14	21	4	31	21	25
Gesamt (N = 100%)	29	52	25	172	33	311

Frage 6: Von wem wurde Ihre Promotion im Wesentlichen betreut?

Unterstützung durch die Betreuer

Der überwiegende Teil der Befragten gibt an, dass das Ausmaß an Unterstützung, das sie von ihren Betreuern während der Promotionsphase erhalten haben, ihren Erwartungen im hohen Maße entsprach. Insbesondere die Unterstützung bei der aktiven Teilnahme an wissenschaftlichen Kongressen

wird dabei positiv bewertet: 69% geben an, dass die Unterstützung ihren Erwartungen im hohen Maße entsprach. Weiterhin wird auch die Unterstützung bei der Publikation von (Zwischen-)Ergebnissen, bei der Abfassung der Promotion, bei der Durchführung der Forschungsarbeiten sowie bei der Herstellung von Kooperationsmöglichkeiten mit der Industrie sehr positiv bewertet. Die Unterstützung bei der Kooperation mit anderen Wissenschaftlern im In- und Ausland wird dagegen weniger häufig positiv eingeschätzt. 16% wurden bei der Kontaktaufnahme zu deutschen Wissenschaftlern, 25% bei der Kontaktaufnahme zu ausländischen Wissenschaftlern nur sehr wenig oder überhaupt nicht unterstützt.

Innerhalb der Fachrichtungen fallen die Bewertungen zum Teil unterschiedlich aus. In der Fachrichtung Informatik sowie in der Fachrichtung Elektrotechnik/Informationstechnik wird die Unterstützung der aktiven Teilnahme an wissenschaftlichen Kongressen positiver bewertet. Auch die Herstellung von Kooperationsmöglichkeiten mit anderen Wissenschaftlern wird hier positiver bewertet. In der Fachrichtung Bauingenieurwesen wird dagegen die Unterstützung bei der Abfassung der Promotion besonders positiv gesehen. Die Unterstützung bei der Kontaktaufnahme zu deutschen oder ausländischen Wissenschaftlern wurde in allen Fachrichtungen von einem größeren Anteil der Befragten negativ beurteilt; insbesondere die Befragten aus der Fachrichtung Bauingenieurwesen äußern sich hier kritisch.

Tabelle 6: Bewertung der Unterstützungsleistungen der Betreuer, nach Fachrichtung, Anteile in Prozent, (sehr positiv: Antwortkategorien 1 und 2*; sehr negativ: Antwortkategorien 5 und 6*)

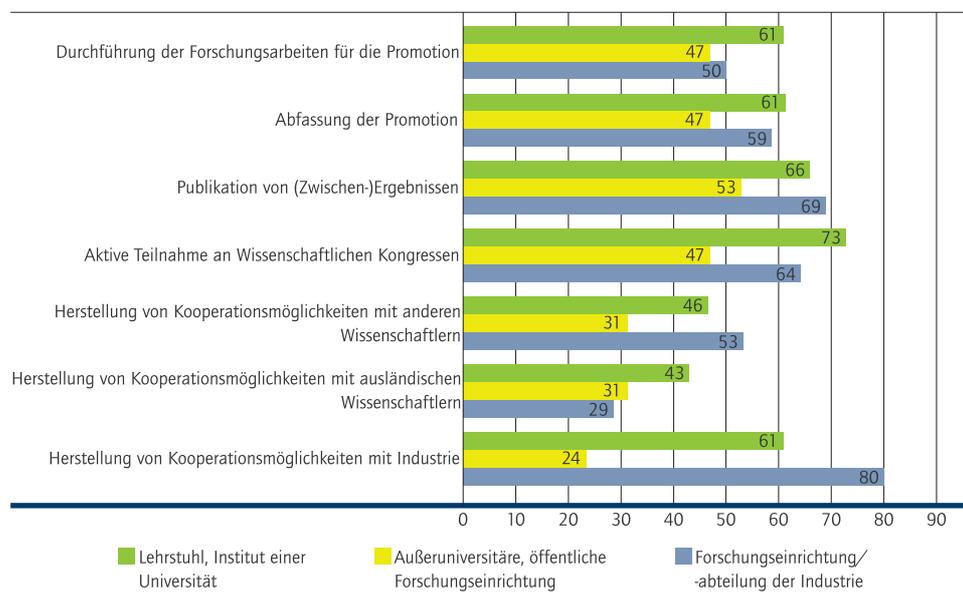
		Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Durchführung der Forschungsarbeiten für die Promotion	sehr positiv	64	65	60	56	65	60
	sehr negativ	11	13	8	11	9	11
Abfassung der Promotion	sehr positiv	75	67	72	55	59	61
	sehr negativ	11	11	8	14	12	12
Publikation von (Zwischen-)Ergebnissen	sehr positiv	54	67	72	63	69	64
	sehr negativ	18	6	12	8	11	9
Aktive Teilnahme an wissenschaftlichen Kongressen	sehr positiv	68	76	80	63	82	69
	sehr negativ	12	2	12	8	6	7
Herstellung von Kooperationsmöglichkeiten mit anderen Wissenschaftlern	sehr positiv	38	54	54	44	36	45
	sehr negativ	31	17	8	15	12	16
Herstellung von Kooperationsmöglichkeiten mit ausländischen Wissenschaftlern	sehr positiv	32	48	46	38	42	41
	sehr negativ	36	19	13	28	18	25
Herstellung von Kooperationsmöglichkeiten mit Industrie	sehr positiv	33	69	52	63	53	60
	sehr negativ	25	15	0	13	23	14
Gesamt (N= 100 %)		28	52	23	176	30	305

* auf einer Skala von 1 „voll und ganz“ bis 6 „überhaupt nicht“

Frage 20: Entsprech das Ausmaß an Unterstützung durch Ihre Betreuer für die folgenden Punkte Ihren Erwartungen?

Beim Vergleich der Bewertungen, die von den einzelnen Abschlusskohorten vorgenommen wurden, lassen sich nur wenige, eher geringe Abweichungen vom Durchschnitt feststellen. Der Vergleich der institutionellen Kontexte, in denen die Promotion erarbeitet wurde, macht dagegen deutlich, dass Befragte, die in außeruniversitären Forschungseinrichtungen bzw. in Forschungseinrichtungen der Industrie arbeiteten, sich weniger positiv hinsichtlich der Unterstützungsleistungen durch ihre Professoren äußern.

Abbildung 4: Bewertung der Unterstützungsleistungen der Betreuer (positive Bewertung: Antwortkategorien 1 und 2*), nach institutioneller Einbindung, Anteile in Prozent



* auf einer Skala von 1 „voll und ganz“ bis 6 „überhaupt nicht“

Frage 20: Entsprach das Ausmaß an Unterstützung durch Ihre Betreuer für die folgenden Punkte Ihren Erwartungen?

Förderung während der Promotionsphase

Genau die Hälfte der Befragten konnte während ihrer Promotionsphase regelmäßig an einem Doktorandenkolloquium teilnehmen. Die Kolloquien fanden dabei in einem durchschnittlichen Abstand von 12 Wochen statt, wobei die Befragten in einem durchschnittlichen Rhythmus von 33 Wochen im Kolloquium über den Stand ihrer Arbeiten berichten mussten.

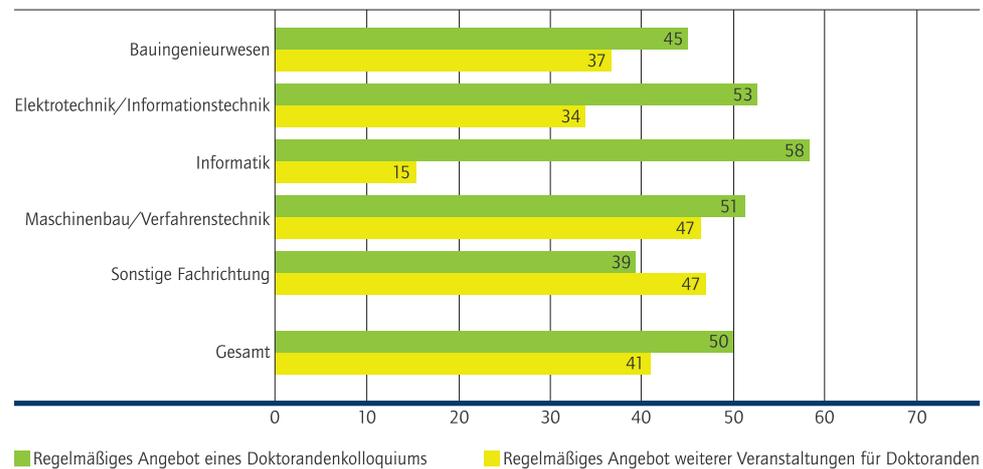
Regelmäßige Doktorandenkolloquien geben insbesondere die Befragten der Fachrichtung Informatik an (58%), während sie Befragten der Fachrichtung Bauingenieurwesen (45%) oder der sonstigen Fachrichtungen (39%) weniger häufig angeboten wurden.

Für die einzelnen Kohorten gestaltete sich das Angebot von regelmäßigen Doktorandenkolloquien sehr unterschiedlich. Besonders häufig geben Befragte, die ihre Promotion vor 2001 bzw. vor 2003 abgeschlossen haben, das Angebot von regelmäßigen Doktorandenkolloquien an (57 bzw. 58%). Von den Befragten, die zwischen 2003 und 2004 promoviert haben, wurde dagegen nur 42% ein regelmäßiges Doktorandenkolloquium angeboten.

Die institutionelle Einbindung der Befragten hat dagegen kaum Einfluss auf das Angebot eines regelmäßigen Doktorandenkolloquiums. Auch hier berichtet jeweils knapp über die Hälfte der Befragten aus außeruniversitären Forschungseinrichtungen bzw. Forschungsabteilungen der Industrie, dass für sie die Teilnahme an regelmäßig angebotenen Doktorandenkolloquien möglich war.

Weiterbildungsveranstaltungen für Doktoranden wurden weniger häufig angeboten als ein Doktorandenkolloquium. Insgesamt geben 41 % an, dass ihnen weitere Veranstaltungen angeboten wurden. In der Fachrichtung Maschinenbau/Verfahrenstechnik bzw. den sonstigen Fachrichtungen (jeweils 47 %) geschah dies wesentlich häufiger als in den übrigen Fachrichtungen. Insbesondere in der Fachrichtung Informatik geben nur 15 % weitere Veranstaltungen für Promovierte an.

Abbildung 5: Angebot eines regelmäßigen Doktorandenkolloquiums bzw. von anderen Veranstaltungen für Doktoranden, nach Fachrichtung, Anteile in Prozent, Mehrfachantworten



Frage 10: Wurden an dem betreuenden Lehrstuhl/Institut regelmäßig andere Veranstaltungen für Promovierende durchgeführt?

In den jüngeren Kohorten der nach 2004 promovierten Personen wurden diese weiteren Veranstaltungen etwas häufiger angeboten als in den älteren Abschlusskohorten.

Die Promovierten (insgesamt 131 Personen), denen diese weiteren Veranstaltungen angeboten wurden, nennen dabei am häufigsten Fachvorlesungen (58%), am zweithäufigsten wurden Schulungen in Rhetorik und Präsentation angeboten, während 15 % an Sprachkursen bzw. Kursen in Forschungsmanagement teilnahmen.

Interne Verankerung der Doktoranden

Neben einer guten Betreuung sowie dem Angebot von weiteren Veranstaltungen tragen die Einbindung der Doktoranden in weitere Aufgaben/Tätigkeiten am Lehrstuhl sowie die Möglichkeit zum Austausch mit anderen Doktoranden zu einer erfolgreichen Ausbildung bei.

Tätigkeiten neben der Dissertation

Tätigkeiten neben der Dissertation können für Doktoranden eine starke Belastung darstellen, aber auch zur Ausbildung verschiedener Fähigkeiten beitragen, da mit ihnen die Möglichkeit des ‚training on the job‘ verbunden ist.

Die Übernahme weiterer Tätigkeiten neben der Promotion ist allerdings stark dadurch geprägt, in welchem institutionellen Kontext die Dissertation erarbeitet wird. Von den befragten Promovierten, die an einem universitären Institut promoviert haben, waren insgesamt 63 % häufig in die Beratung und Betreuung von Studierenden einbezogen, 53 % arbeiteten – neben ihrer Dissertation – häufig an weiteren Forschungsprojekten mit. Etwas mehr als die Hälfte (52 %) waren häufig an der Durchführung von Lehrveranstaltungen beteiligt. Für die Promovierten, die ihre Dissertation im Rahmen einer Tätigkeit in einer außeruniversitären Forschungseinrichtung bzw. in einer industriellen Forschungseinrichtung erarbeitet haben, zeigt sich, dass diese häufiger in Forschungsprojekte einbezogen sind, aber nur wenig in die Betreuung von Studierenden oder die Durchführung von Lehrveranstaltungen.

Innerhalb der Fachrichtungen gestalteten sich die Anteile von Promovierten, die neben ihrer Dissertation verschiedene Tätigkeiten übernahmen, unterschiedlich. Promovierte aus der Fachrichtung Elektrotechnik/Informatik waren in einem stärkeren Ausmaß mit der Durchführung von Lehrveranstaltungen sowie der Beratung und Betreuung von Studierenden beauftragt als Promovierte der sonstigen Fachrichtungen. Befragte der Fachrichtung Maschinenbau/Verfahrenstechnik waren dagegen häufiger in die Erarbeitung von Forschungsanträgen involviert. Unter den Befragten der Fachrichtung Bauingenieurwesen war dagegen ein wesentlich höherer Anteil von Befragten zu finden, die häufig an Forschungsprojekten – neben ihrer Dissertation – mitgearbeitet haben.

Tabelle 7: Tätigkeiten neben der Dissertation, nach Fachrichtung, Anteile in Prozent*

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Mitarbeit in Forschungsprojekten	64	52	50	54	43	53
Erarbeitung von Forschungsanträgen	21	26	22	44	36	37
Durchführung von Lehrveranstaltungen	52	67	45	48	59	52
Betreuung/Beratung von Studierenden	54	73	45	65	61	63
Wissenschaftliche Dienstleistungen	17	24	5	27	21	24
Organisation von Veranstaltungen	27	21	5	19	24	19
Arbeitsverbände mit anderen Doktoranden	5	8	5	7	0	6
Gesamt (N = 100 %)	31	51	26	180	34	322

* nur Personen, die ihre Promotion an einem universitärem Institut bearbeitet haben

Frage 13: Wie häufig haben Sie – neben der Arbeit an Ihrer Dissertation – folgende Aufgaben übernommen?

Insgesamt 53 % der Befragten, die ihre Promotion an einem universitären Institut erarbeiteten, haben durchschnittlich bis zu 50 % ihrer Arbeitszeit auf diese zusätzlichen Aufgaben verwandt. Jeder fünfte von ihnen gibt an, dass er bis zu 100 % der Arbeitszeit dafür aufgewendet hat. In den einzelnen Fachrichtungen gestaltet sich der durchschnittliche Zeitaufwand für Tätigkeiten neben der Dissertation ungefähr gleich.

Tabelle 8: Zeitliche Belastung durch Tätigkeiten neben der Dissertation, nach institutioneller Einbindung der Befragten, Anteile in Prozent

	Lehrstuhl/Institut einer Universität	außeruniversitäre, öffentliche Forschungseinrichtung	Forschungseinrichtung/-abteilung der Industrie
Bis zu 25 % der Arbeitszeit	13	56	18
Bis zu 50 % der Arbeitszeit	40	6	65
Bis zu 75 % der Arbeitszeit	28	17	12
Mehr als 75 % der Arbeitszeit	19	22	6
Gesamt (N = 100 %)	271	18	17

Frage 14: Wie hoch schätzen Sie den zeitlichen Aufwand solcher Aufgaben, die Sie neben der Arbeit an der Dissertation übernommen hatten?

Bei den Promovierten, die ihre Dissertation in außeruniversitären Forschungseinrichtungen oder in der Industrie bearbeitet haben, wird deutlich, dass der zeitliche Aufwand für Tätigkeiten, die neben der Promotion übernommen werden, für diese Befragtengruppen etwas geringer war als für die Promovierten, die ihre Promotion an einem universitären Institut bearbeitet haben.

Austauschmöglichkeiten mit anderen Doktoranden

90 % der Befragten verweisen darauf, dass für sie während der Promotionsphase regelmäßig die Möglichkeit bestand, sich mit anderen Doktoranden auszutauschen. Dieser Austausch wurde häufig durch räumliche Gegebenheiten wie Mehrpersonenbüros oder Kaffeeküchen unterstützt. Zudem geben einige der Befragten an, dass sie sich im Rahmen von Doktorandenbesprechungen, in thematischen Arbeitsgruppen oder jährlich stattfindenden Doktorandenworkshops austauschen konnten. Der Besuch von (internationalen) Konferenzen stellte eine weitere Austauschmöglichkeit dar.

Externe Verankerung der Doktoranden

Die Teilnahme an Konferenzen sowie die Veröffentlichung von erarbeiteten Ergebnissen der Promotion können auch auf den erfolgreichen Verlauf der Promotionsphase Einfluss nehmen. Beide Aktivitäten geben den Doktoranden die Möglichkeit zum wissenschaftlichen Austausch und tragen zu einer besseren Integration in die scientific community bei. Insgesamt haben 93 % aller Befragten während ihrer Promotionsphase aktiv an wissenschaftlichen Kongressen teilgenommen. Von den Befragten der Fachrichtung Informatik haben sogar 100 % teilgenommen. Zudem gibt eine große Anzahl von Befragten an, neben der Dissertation zusätzliche Publikationen veröffentlicht zu haben. Insgesamt sind dies 86 % der Befragten, in der Fachrichtung Informatik sogar 96 %.

Tabelle 9: Konferenzteilnahme*, Publikationen** während der Promotionsphase, nach Fachrichtung, Anteile in Prozent

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Aktive Teilnahme an wissenschaftlichen Konferenzen	90	96	100	91	91	93
Weitere wissenschaftliche Publikationen	81	91	96	83	86	86
Gesamt (N = 100 %)	31	53	26	181	35	327

***Frage 11:** Haben Sie während Ihrer Promotionsphase aktiv, d. h. durch Vortrag oder Präsentation, an wissenschaftlichen Tagungen/Konferenzen teilgenommen

****Frage 12:** Haben Sie – abgesehen von der Dissertation selbst – während Ihrer Promotionsphase wissenschaftliche Arbeiten veröffentlicht?

Durchschnittlich nahmen die Befragten im Laufe ihrer Promotionsphase an 8,1 Konferenzen aktiv teil. Besonders hoch ist die durchschnittliche Anzahl dabei in der Fachrichtung Elektrotechnik/Informationstechnik (9,6) und in der Fachrichtung Informatik (10,6). In den Fachrichtungen Bauingenieurwesen sowie Maschinenbau/Verfahrenstechnik lagen diese Durchschnittswerte leicht darunter.

Tabelle 10: Zahl der Konferenzen, an denen Promovierte aktiv teilgenommen haben, nach Fachrichtung, kategorisierte Anteile in Prozent, durchschnittliche Anzahl – Mittelwert

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Bis 5 Konferenzen	46	31	36	48	34	42
Bis 10 Konferenzen	35	39	40	36	44	38
Bis 15 Konferenzen	15	16	4	12	9	12
Mehr als 15 Konferenzen	4	14	20	4	13	8
Ø Zahl der Konferenzen	7,1	9,6	10,8	7,3	8,3	8,1
Gesamt (N = 100 %)	28	52	26	165	32	303

Frage 11: Haben Sie während Ihrer Promotionsphase aktiv, d.h. durch Vortrag oder Präsentation, an wissenschaftlichen Tagungen/Konferenzen teilgenommen?

Zudem lässt sich feststellen, dass die Befragten, die während ihrer Promotionsphase zusätzliche Veröffentlichungen aufweisen können, eine hohe Zahl von Publikationen angeben. Durchschnittlich haben sie 8,4 weitere Publikationen veröffentlicht. Die Kategorisierung der Daten macht dabei deutlich, dass 48% bis zu 5 Publikationen aufweisen können.

Dabei waren die Befragten aus der Informatik wesentlich publikationsaktiver als die Befragten der sonstigen Fachrichtungen: sie veröffentlichen durchschnittlich etwa 13,3 Publikationen. In der Fachrichtung Bauingenieurwesen betrug diese Zahl 4,0.

Tabelle 11: Zahl der Publikationen während der Promotionsphase, nach Fachrichtung, kategorisierte Anteile in Prozent, durchschnittliche Anzahl – Mittelwert

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Bis 5 Publikationen	76	40	29	47	53	48
Bis 10 Publikationen	20	34	25	25	37	27
Bis 15 Publikationen	4	9	25	16	7	13
Mehr als 15 Publikationen	0	17	21	12	3	12
Ø Zahl der weiteren Publikationen	4,0	9,4	13,3	8,5	6,5	8,4
Gesamt (N = 100%)	25	48	25	151	30	279

Frage 12: Haben Sie – abgesehen von der Dissertation selbst – während Ihrer Promotionsphase wissenschaftliche Arbeiten veröffentlicht?

Für etwas mehr als die Hälfte der Doktoranden waren diese zusätzlichen Publikationen während der Promotionsphase eine Voraussetzung, um zur Promotion zugelassen zu werden. Diese Anforderung war in den einzelnen Fachrichtungen allerdings in einem unterschiedlichen Ausmaß verankert. Während 83% bzw. 63% der Befragten aus den Fachrichtungen Informatik bzw. Elektrotechnik zur Zulassung zur Promotion schon veröffentlichen mussten, geben dies nur 16% der Befragten aus der Fachrichtung Bauingenieurwesen an.

Tabelle 12: Publikationen vor dem Einreichen der Promotion erwartet?, nach Fachrichtung, Anteile in Prozent, durchschnittliche Anzahl erwarteter Publikationen = Mittelwert

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Publikationen erwartet	16	63	83	58	46	55
Keine Publikationen erwartet	84	37	17	42	54	45
Gesamt (N = 100%)	31	54	24	177	35	321
Ø Anzahl der Publikationen	1,3	3,6	4,3	3,5	3,4	3,6
N	5	34	20	103	16	178

Frage 18: Wurde von Ihnen erwartet, dass Sie vor dem Einreichen Ihrer Dissertation erfolgreich veröffentlicht haben?

Eine Mindestanzahl erwarteter Publikationen existierte dabei für die meisten Befragten nicht. Die Angaben, die uns vorlagen, machen deutlich, dass die Promovierten der Fachrichtung Informatik, von denen Publikationen erwartet wurden, eine durchschnittliche Zahl von 4,3 Publikationen nennen, während Promovierte der Fachrichtung Bauingenieurwesen nur 1,3 Publikationen angeben.

Tabelle 13: Publikationsarten, die vor dem Einreichen der Dissertation erwartet wurden, nach Fachrichtung, Anteile in Prozent, Mehrfachantworten

	Bau- ingenieur- wesen	Elektro- technik/ Informations- technik	Informatik	Maschinen- bau/ Verfahrens- technik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
International reviewte Fachzeitschriften	75	73	47	61	56	61
National reviewte Fachzeitschriften	25	47	37	41	38	41
Intern. Konferenzbeiträge mit Reviewverfahren	50	87	100	63	69	71
Nationale Konferenzbeiträge mit Reviewverfahren	50	53	63	39	63	47
Aufsätze in nicht reviewten Fachzeitschriften	25	23	0	38	25	30
Intern. Konferenzbeiträge ohne Reviewverfahren	50	27	0	37	50	33
Nationale Konferenzbeiträge ohne Reviewverfahren	50	20	11	42	44	35
Andere Publikationen	0	3	0	13	0	8
Gesamt (N = 100 %)	4	30	19	102	16	171

Frage 19: Welche Arten von Publikationen sollten Sie vor dem Einreichen Ihrer Dissertation vorlegen?

Erwartet wurden dabei zumeist Publikationen in international reviewten Fachzeitschriften (61 %) sowie Beiträge zu internationalen Konferenzen mit Reviewverfahren (71 %).

4 DAUER DER PROMOTION

Die durchschnittliche Promotionsdauer beträgt für alle Promovierten vom Beginn der Arbeiten bis zur Einreichung der Dissertation 4,4 Jahre, bis zur Durchführung der mündlichen Prüfung 4,8 Jahre. Für die Fachrichtung Bauingenieurwesen konnten mit 4,0 bzw. 4,4 Jahren die kürzesten Bearbeitungszeiten festgestellt werden, während sie in der Fachrichtung Maschinenbau/Verfahrenstechnik sowie in den sonstigen Fachrichtungen mit 4,9 bzw. 4,8 Jahren bis zur mündlichen Prüfung am längsten ausfällt. Die Zeitspanne von der Einreichung der Dissertation bis zur Durchführung der mündlichen Prüfung betrug in allen Fachrichtungen durchschnittlich etwa 5 Monate.

Tabelle 14: Promotionsdauer, nach Fachrichtung, Mittelwerte in Jahren

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Promotionsdauer bis zum Einreichen der Dissertationsschrift	4,0	4,2	4,4	4,5	4,4	4,4
Promotionsdauer bis mündliche Prüfung	4,4	4,6	4,7	4,9	4,8	4,8
Gesamt N	31	54	26	181	35	327

Frage 2: Im Folgenden bitten wir Sie um einige Angaben zu Ihrer Promotion.

Beim Kohortenvergleich lässt sich kein Trend erkennen, der auf eine Verlängerung der Promotionsdauer in den jüngeren Kohorten hinweist: Die Promotionsdauer liegt bei allen Kohorten zwischen 4,4 und 4,6 Jahren.

Deutliche Unterschiede in der Promotionsdauer zeigen sich, wenn die institutionellen Kontexte, in denen die Promotion durchgeführt wird, verglichen werden. Vor allem Befragte, die ihre Promotion in einer Forschungseinrichtung der Industrie bearbeitet haben, weisen eine wesentlich kürzere Promotionsdauer auf als Befragte, die ihre Promotion im Kontext eines Lehrstuhls bearbeitet haben: die durchschnittliche Dauer war etwa ein Jahr kürzer. Allerdings muss hier auf die geringen Fallzahlen für Doktoranden, die in außeruniversitären Forschungsinstituten oder Forschungseinrichtungen der Industrie promoviert haben, verwiesen werden.

Tabelle 15: Promotionsdauer, nach institutioneller Einbindung, Mittelwerte in Jahren

	Lehrstuhl, Institut einer Universität	außeruniversitäre, öffentliche Forschungseinrichtung	Forschungseinrichtung/-abteilung der Industrie
Promotionsdauer bis zum Einreichen der Dissertationsschrift	4,5	3,6	3,3
Promotionsdauer bis mündliche Prüfung	4,9	4,1	3,8
Gesamt N	275	18	17

Frage 2: Im Folgenden bitten wir Sie um einige Angaben zu Ihrer Promotion.

Die Belastung mit weiteren Tätigkeiten neben der Promotion trägt dabei dazu bei, dass sich die Promotionsphase verlängert. Während Personen, die bis zu 25 % ihrer Arbeitszeit auf zusätzliche Tätigkeiten verwandten, durchschnittlich 3,9 Jahre bis zur Einreichung der Dissertation benötigten, betrug diese Dauer für Personen, die bis zu 75 % ihrer Arbeitszeit dafür aufbrachten, durchschnittlich etwa 4,6 Jahre.

Tabelle 16: Promotionsdauer, nach Belastung durch Tätigkeiten neben der Dissertation, Mittelwerte in Jahren

	Durchschnittliche Promotionsdauer in Jahren	N
Bis zu 25 % der Arbeitszeit		
Bis Einreichen der Dissertationsschrift	3,9	51
Bis mündliche Prüfung	4,3	51
Bis zu 50 % der Arbeitszeit		
Bis Einreichen der Dissertationsschrift	4,4	128
Bis mündliche Prüfung	4,8	128
Bis zu 75 % der Arbeitszeit		
Bis Einreichen der Dissertationsschrift	4,6	84
Bis mündliche Prüfung	5,0	84
Bis 100 % der Arbeitszeit		
Bis Einreichen der Dissertationsschrift	4,7	58
Bis mündliche Prüfung	5,0	58

Frage 2: Im Folgenden bitten wir Sie um einige Angaben zu Ihrer Promotion.

Die Festlegung des Promotionsthemas nimmt dabei einen gewissen Teil der Promotionsdauer in Anspruch. Durchschnittlich dauerte die Themenfestlegung 15 Monate, wobei dieser Prozess in der Fachrichtung Elektrotechnik/Informationstechnik 11 Monate dauert, in der Fachrichtung Informatik dagegen 17 Monate in Anspruch nimmt.

Allerdings lässt sich auch feststellen, dass bei einem Viertel der Befragten das Promotionsthema schon bei Beginn der Arbeiten feststand. Dies trifft insbesondere auf die Promovierten der Fachrichtung Bauingenieurwesen und Elektrotechnik/Informationstechnik zu. In der Fachrichtung Informatik dauerte die Festlegung des Themas für mehr als die Hälfte der Befragten länger als ein Jahr.

Die Promotionsdauer wird dabei nicht durch die Dauer der Themenfindung beeinflusst: Zwischen den Befragten, deren Thema bereits zu Beginn der Arbeit festlag und den Befragten, bei denen die Festlegung des Themas mehr als ein Jahr in Anspruch nahm, lassen sich nur geringe Unterschiede bei der Promotionsdauer feststellen.

Tabelle 17: Dauer der Themenfestlegung, nach Fachrichtung, Mittelwerte in Monaten Anteile in Prozent

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/ Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/ Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Durchschnittliche Dauer der Themenfestlegung	14	11	17	16	15	15
Gesamt N	29	51	25	166	33	304
Dauer der Themenfestlegung kategorisiert						
Thema lag bereits bei Beginn der Promotionsarbeiten fest	31	27	12	26	18	25
Themenfindung dauerte bis zu 6 Monate	14	18	20	14	24	16
Themenfindung dauerte bis zu 12 Monate	7	27	16	13	12	15
Themenfindung nahm mehr als 12 Monate in Anspruch	48	27	52	47	45	44
Gesamt (N = 100 %)	29	51	25	166	33	304

Frage 2: Im Folgenden bitten wir Sie um einige Angaben zu Ihrer Promotion.

5 DIE AKTUELLE ERWERBSSITUATION DER PROMOVIERTEN

Mit Ausnahme von zwei Befragten waren alle Promovierten zum Zeitpunkt der Befragung erwerbstätig. Der größte Teil (93 %) war dabei in einer abhängigen Erwerbstätigkeit beschäftigt, 6 % waren selbständig, lediglich 1 % aller Befragten verfügte zum Zeitpunkt der Befragung über ein Stipendium. Mit Ausnahme der Fachrichtung Bauingenieurwesen, wo fast jeder fünfte Befragte selbständig ist, weichen die einzelnen Fachrichtungen kaum von dieser Verteilung ab.

Tabelle 18: Erwerbsstatus der Befragten zum Zeitpunkt der Befragung, nach Fachrichtung, Anteile in Prozent

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/ Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/ Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Abhängige Erwerbstätigkeit	81	92	92	95	94	93
Selbständige, freiberufliche Erwerbstätigkeit	19	4	4	5	3	6
Berufliche Weiterbildung	0	2	0	0	0	0
Stipendium (Post-Doktorand)	0	2	4	1	0	1
Sonstiges	0	0	0	0	3	0
Gesamt (N = 100 %)	31	52	25	176	35	319

Frage 25: Im Folgenden bitten wir Sie um einige Angaben zu Ihrer gegenwärtigen beruflichen Tätigkeit.
a) Welcher Erwerbsstatus trifft auf Sie zu?

Die Privatwirtschaft/Industrie ist der wesentliche Arbeitgeber für die Befragten. Insgesamt arbeiten fast drei Viertel von ihnen in diesem Sektor. Besonders häufig trifft dies auf die Promovierten aus der Fachrichtung Maschinenbau/Verfahrenstechnik zu (82%). Insgesamt 18% der Befragten sind im öffentlichen Sektor beschäftigt. Dies trifft insbesondere auf die Befragten der Fachrichtung Informatik zu, von denen 44% in diesem Bereich tätig sind.

Tabelle 19: Beschäftigungssektor der Befragten zum Zeitpunkt der Befragung, nach Fachrichtung, Anteile in Prozent

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/ Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/ Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Privatwirtschaft/Industrie	58	71	52	82	66	74
Eigene Firma/ Ingenieurbüro	19	6	0	3	3	5
Öffentlicher Dienst	23	23	44	10	29	18
Non-Profit-Organisation	0	0	4	5	3	3
Gesamt (N = 100 %)	31	52	25	176	35	319

*Frage 25: Im Folgenden bitten wir Sie um einige Angaben zu Ihrer gegenwärtigen beruflichen Tätigkeit.
b) In welchem der folgenden Beschäftigungssektoren sind Sie tätig?*

Am häufigsten sind die Befragten dabei in der Forschung und Entwicklung in der Privatwirtschaft tätig (44%), etwa 35% übernehmen andere Tätigkeiten in der Privatwirtschaft. Darunter fallen vor allem Managementtätigkeiten wie das Projekt- und Qualitätsmanagement oder die Leitung einzelner organisatorischer Einheiten. Forschung und Lehre an einer Universität bzw. an einer Fachhochschule spielen insgesamt nur eine geringe Rolle. Dieses ist auch darauf zurückzuführen, dass sich die Befragten vor allem aus Promovierten zusammensetzt, die in der jüngeren Vergangenheit ihre Promotion abgeschlossen haben. Für die Wahrnehmung einer Professur sind allerdings fünf Jahre Berufserfahrung erforderlich. Viele Befragte konnten diese fünfjährige Berufserfahrung zum Zeitpunkt der Befragung noch nicht aufweisen.

Eine Tätigkeit in Forschung und Entwicklung von Wirtschaftsunternehmen ist dabei häufiger bei Befragten aus den Fachrichtungen Elektrotechnik/Informationstechnik sowie Maschinenbau/Verfahrenstechnik auszumachen (54% bzw. 47%). Andere Tätigkeiten, d. h. zumeist Managementtätigkeiten in der Privatwirtschaft, nehmen dagegen häufiger Befragte der Fachrichtung Bauingenieurwesen wahr (42%). Eine Beschäftigung in Forschung und Lehre an einer Universität trifft dagegen überdurchschnittlich häufig auf Promovierte der Fachrichtung Informatik zu (40%).

Tabelle 20: Merkmale der Beschäftigung der Promovierten zum Befragungszeitpunkt, nach Fachrichtung, Anteile in Prozent

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
FuE in der Privatwirtschaft/Industrie	29	54	36	47	31	44
FuL an einer Universität	13	19	40	7	20	14
FuL an einer FH	3	2	0	1	0	1
Forschung in öffentlicher Forschungseinrichtung	3	2	8	3	6	3
Andere Tätigkeiten in der Privatwirtschaft/Industrie	42	21	16	39	37	35
Andere Tätigkeiten	10	2	0	3	6	3
Gesamt (N = 100 %)	31	52	25	175	35	318

Frage 25: Im Folgenden bitten wir Sie um einige Angaben zu Ihrer gegenwärtigen beruflichen Tätigkeit.
 c) Welches der folgenden Merkmale trifft auf Ihre gegenwärtige Tätigkeit zu?

Der Vergleich der Kohorten macht in erster Linie deutlich, dass jüngere Kohorten wesentlich häufiger (noch) in Forschung und Lehre an einer Hochschule beschäftigt sind: von den nach 2007 promovierten Befragten waren zum Befragungszeitpunkt 20% dort tätig, bei der Kohorte der vor 2001 promovierten Befragten beträgt der Anteil 7%.

Hinsichtlich der beruflichen Stellung der Befragten konnten wir ermitteln, dass ungefähr jeder zweite der Befragten eine Position mit mittlerer Leitungsfunktion einnimmt, fast ein Viertel der Befragten arbeitet in leitenden Positionen, 28% geben an, auf einer Position ohne Leitungsfunktion beschäftigt zu sein. Häufiger als der Durchschnitt sind Befragte der Fachrichtung Maschinenbau/Verfahrenstechnik auf leitenden Positionen tätig (29%). Positionen mit mittlerer Leitungsfunktion sind dagegen häufiger bei Promovierten aus den Fachrichtungen Elektrotechnik/Informationstechnik sowie Informatik (60 bzw. 61%) auszumachen. Eine Beschäftigung auf Positionen ohne Leitungsfunktion ist für Befragte der Fachrichtung Bauingenieurwesen und der sonstigen Fachrichtungen häufiger zu finden (35%).

Der Vergleich der Kohorten macht für dieses Beschäftigungsmerkmal besonders deutlich, dass ein Übergang in eine leitende Position erst einige Jahre nach dem Abschluss der Promotion erfolgt: Während 52% der vor 2001 promovierten Befragten angeben, dass sie auf einer leitenden Position tätig sind, sind dies bei den nach 2007 Promovierten nur 11%. Für die jüngeren Kohorten sind dagegen – vice versa – berufliche Positionen ohne Leitungsfunktion vorherrschend (48% bei den nach 2007 promovierten Befragten).

Tabelle 21: Gegenwärtige berufliche Situation: Berufliche Stellung, Personalverantwortung, Beschäftigungsort, nach Fachrichtung, Anteile in Prozent

	Bau- ingenieur- wesen	Elektro- technik/ Informations- technik	Informatik	Maschinen- bau/ Verfahrens- technik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Berufliche Position						
Leitende Position	23	13	13	29	12	23
Position mit mittlerer Leitungsfunktion	42	60	61	45	53	49
Position ohne Leitungsfunktion	35	27	26	26	35	28
Personalverantwortung						
Keine Personalverantwortung	52	46	43	47	71	49
Bis zu 10 Personen	39	38	39	33	18	33
Bis zu 50 Personen	10	13	17	15	12	14
Mehr als 50 Personen	0	2	0	6	0	4
Beschäftigungsort						
Deutschland	94	96	100	89	80	90
Ausland	6	4	0	11	20	10
Gesamt (N = 100 %)	31	52	25	175	35	318

Frage 25: Im Folgenden bitten wir Sie um einige Angaben zu Ihrer gegenwärtigen beruflichen Tätigkeit.

- d) Welche berufliche Position haben Sie?
- e) Wie groß ist die Organisationseinheit, die Sie leiten?
- f) Wo sind Sie derzeit beschäftigt?

Von den Befragten, die in einer Leitungsfunktion beschäftigt sind, gibt fast die Hälfte an, dass mit dieser Funktion keine Personalverantwortung verbunden ist. Insgesamt ein Drittel der Befragten hatte die Verantwortung für bis zu 10 Personen übernommen. Auch für dieses Merkmal lässt sich erkennen, dass die älteren Kohorten häufiger Personalverantwortung übernehmen als die jüngeren Kohorten.

Eine Beschäftigung im Ausland gibt für den Befragungszeitpunkt jeder zehnte der Befragten an. Dabei waren von den Befragten aus den sonstigen Fachrichtungen 20% zum Befragungszeitpunkt im Ausland tätig, von den Promovierten aus der Fachrichtung Informatik dagegen keiner. Mit Ausnahme der Kohorte der nach 2007 promovierten Befragten, von denen keiner in Ausland beschäftigt war, lassen sich für die anderen Kohorten durchschnittlich etwa 10% Befragte ausmachen, die zum Befragungszeitpunkt im Ausland tätig waren.

Entsprechung zwischen Ausbildung und gegenwärtiger Beschäftigung

Die Promotion sehen insgesamt nur 47 % der Befragten als notwendige Voraussetzung für ihre Beschäftigung zum Befragungszeitpunkt an. 51 % halten für ihre jetzige Tätigkeit einen Universitätsabschluss für ausreichend. Die Bewertung der Promotion fällt in den einzelnen Fachrichtungen allerdings sehr unterschiedlich aus. Während fast zwei Drittel der Befragten aus der Fachrichtung Informatik sie für notwendig halten, sind dies von den Befragten der Fachrichtung Bauingenieurwesen nur 39 % sowie 31 % der Befragten der sonstigen Fachrichtungen.

Tabelle 22: Entsprechung zwischen Ausbildung und gegenwärtiger Beschäftigung, nach Fachrichtung, Anteile in Prozent

	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Erforderlicher Studienabschluss für die gegenwärtige Beschäftigung						
Promotion	39	46	64	50	31	47
Universitätsabschluss	61	50	32	48	69	51
Fachhochschulabschluss	0	4	4	2	0	2
Kein Studium erforderlich	0	0	0	0	0	0
Gesamt (N = 100 %)	31	53	25	175	35	319
Erforderliches Fachgebiet für die gegenwärtige Beschäftigung						
Mein Fachgebiet	68	78	92	82	60	78
Anderes Fachgebiet	26	8	4	8	23	11
Kommt nicht auf das Fachgebiet an	6	14	4	10	17	11
Gesamt (N = 100 %)	31	50	25	172	35	313

Frage 27: Welchen halten Sie für den nahe liegenden Ausbildungsabschluss, um Ihre gegenwärtige berufliche Tätigkeit ausüben zu können?

Frage 28: Welches wäre das nahe liegende Fachgebiet, um Ihre gegenwärtige berufliche Tätigkeit durchführen zu können?

Das eigene Fachgebiet wird dagegen häufiger als notwendige Voraussetzung für die Ausübung der Beschäftigung zum Befragungszeitpunkt gesehen: 78 % der Befragten sehen ihr Fachgebiet als notwendige Voraussetzung, jeweils 11 % nennen andere Fachgebiete bzw. sehen ihre Beschäftigung nicht zwingend an ein bestimmtes Fachgebiet gebunden. Insbesondere Befragte aus den Fachrichtungen Informatik (92 %) sowie Maschinenbau/Verfahrenstechnik (82 %) sehen in ihrem Fachgebiet eine notwendige Voraussetzung.

Während die Kohortenzugehörigkeit keinen systematischen Effekt auf die Bewertung des Studienabschlusses bzw. des Fachgebietes hat, sind die Merkmale der jeweiligen Beschäftigung von entscheidender Bedeutung. Dies zeigt sich insbesondere beim Vergleich der drei großen Beschäftigungsbereiche Forschung und Entwicklung in der Privatwirtschaft, Forschung und Lehre sowie Ausübung von anderen Tätigkeiten in der Industrie. Die Promotion wird vor allem von den Befragten, die in Forschung und Lehre an einer Universität tätig sind, als notwendige Voraussetzung für die Beschäftigung genannt, 72 % machen diese Angabe. Dagegen nennt nur die Hälfte der Befragten, die in

Forschung und Entwicklung tätig sind, sowie 30% der Promovierten, die in anderen Tätigkeiten in der Privatwirtschaft tätig sind, die Promotion als notwendige Voraussetzung für ihre gegenwärtige Tätigkeit. Das eigene Fachgebiet wird dagegen vom größten Teil der Befragten aller drei Beschäftigungsbereiche als notwendige Voraussetzung für die Ausübung der beruflichen Tätigkeit zum Befragungszeitpunkt gesehen.

Tabelle 23: Entsprechung zwischen Ausbildung und gegenwärtiger Beschäftigung, nach institutioneller Einbindung der gegenwärtigen Beschäftigung, Anteile in Prozent

	FuE in der Privatwirtschaft/Industrie	FuL an einer Universität	Andere Tätigkeiten in der Privatwirtschaft/Industrie
Nahe liegender Ausbildungsabschluss für gegenwärtige berufliche Tätigkeit			
Promotion	50	72	30
Universitätsabschluss	49	28	68
Fachhochschulabschluss	1	0	2
Kein Studium erforderlich	0	0	0
Gesamt (N = 100%)	139	43	111
Nahe liegendes Fachgebiet für gegenwärtige berufliche Tätigkeit			
Mein Fachgebiet	80	88	71
Anderes Fachgebiet	11	7	14
Kommt nicht auf das Fachgebiet an	9	5	15
Gesamt (N = 100%)	133	43	111

Frage 27: Welchen halten Sie für den nahe liegenden Ausbildungsabschluss, um Ihre gegenwärtige berufliche Tätigkeit ausüben zu können?

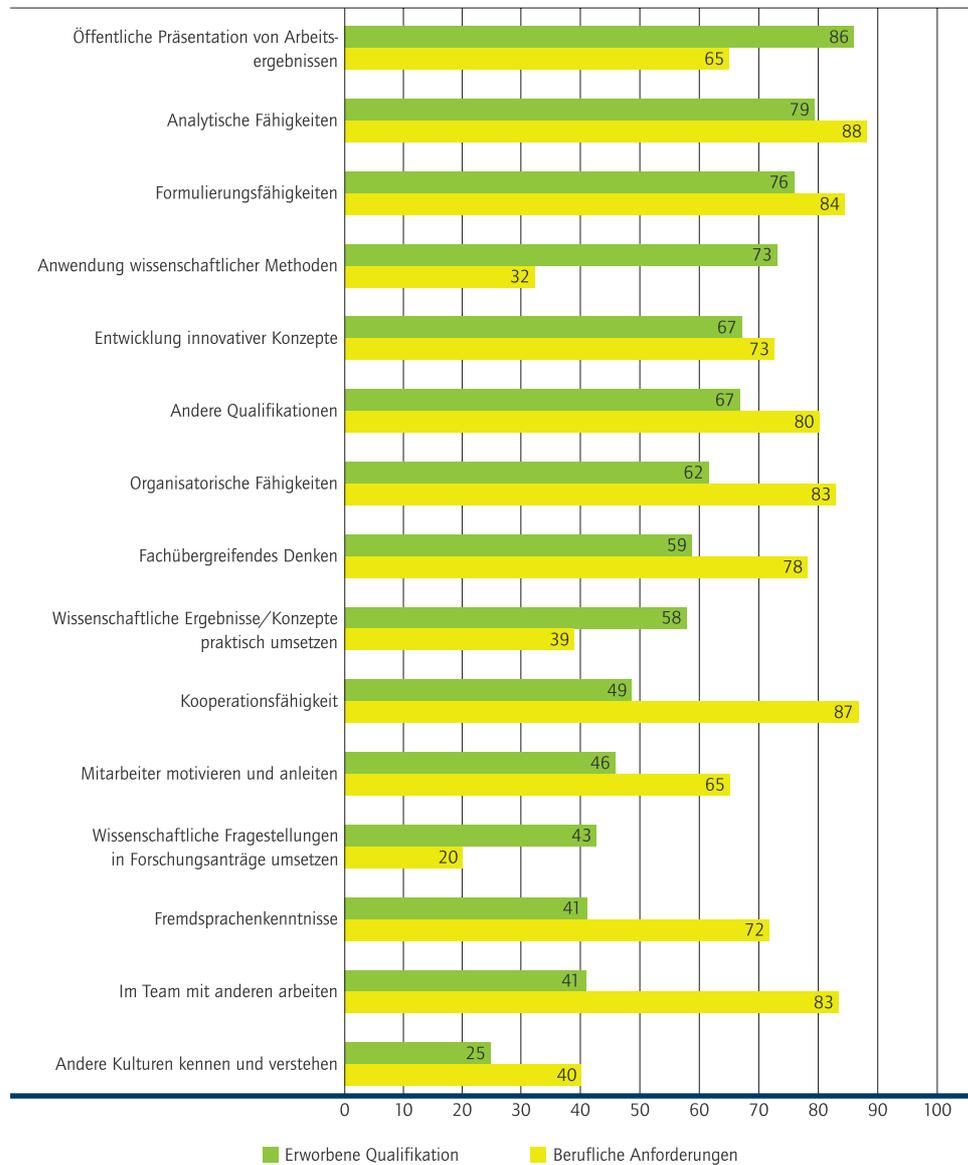
Frage 28: Welches wäre das nahe liegende Fachgebiet, um Ihre gegenwärtige berufliche Tätigkeit durchführen zu können?

Erworbene Qualifikationen und berufliche Anforderungen

Die Promotionsphase bot den Befragten die Möglichkeit, zahlreiche Fähigkeiten und Qualifikationen zu erwerben. Dazu gehören sowohl wissenschaftlich, methodische Fähigkeiten wie auch die sogenannten Softskills. Wir haben die Promovierten danach gefragt, in wie weit die Promotionsphase dazu beigetragen hat verschiedene Qualifikationen zu erwerben. Der größte Teil der Befragten gibt hier an, dass sie während ihrer Promotionsphase im hohen Maße Fähigkeiten zur öffentlichen Präsentation von Arbeitsergebnissen gewonnen haben (86%); drei Viertel sehen dies für ihre Analysefähigkeit, ihre Formulierungsfähigkeit sowie für ihre Fähigkeit, wissenschaftliche Methoden anzuwenden. Zwei Drittel der Befragten sehen dies für die Entwicklung innovativer Konzepte und organisatorische Fähigkeiten. Der Erwerb von Fremdsprachenkenntnissen, Teamfähigkeit oder die Ausbildung interkultureller Fähigkeiten werden dagegen von weniger Promovierten genannt.

Die Daten zu den beruflichen Anforderungen der gegenwärtigen Tätigkeit zeigen, dass von den Promovierten häufig Qualifikationen gefordert werden, die sie während ihrer Promotionsphase nicht in einem hohen Ausmaß erwerben konnten. Besonders ausgeprägt ist diese Diskrepanz bei Qualifikationen wie Kooperationsfähigkeit, im Team mit anderen zu arbeiten, Fremdsprachenkenntnisse und organisatorische Fähigkeiten. Es wird zudem deutlich, dass Fähigkeiten wie die Anwendung wissenschaftlicher Methoden oder die praktische Umsetzung wissenschaftlicher Innovationen weniger häufig als Anforderung des beruflichen Alltags angeführt werden.

Abbildung 6: Erworbene Qualifikationen und berufliche Anforderungen, Anteile in Prozent, Antwortkategorien 1 und 2*



* auf einer Skala von 1 ‚in hohem Maße‘ bis 6 ‚überhaupt nicht‘

Frage 21: In welchem Maße hat die Promotionsphase dazu beigetragen, dass Sie folgende Kenntnisse und Fähigkeiten weiter ausbilden konnten?

Frage 26: In welchem Maße werden die folgenden Anforderungen im Rahmen Ihrer gegenwärtigen beruflichen Tätigkeit an Sie gestellt?

Tabelle 24: Berufliche Anforderungen und Qualifikationsniveau, ausgewählte Aspekte, nach institutioneller Einbindung der gegenwärtigen Beschäftigung, Anteile in Prozent

	FuE in der Privatwirtschaft/Industrie	FuL an einer Universität	Andere Tätigkeiten in der Privatwirtschaft/Industrie
Fremdsprachenkenntnisse			
Anforderungen über Qual. Niveau	60	45	55
Anforderung = Qual. Niveau	23	48	30
Anforderungen unter Qual. Niveau	17	8	15
Organisatorische Fähigkeiten			
Anforderungen über Qual. Niveau	51	53	51
Anforderung = Qual. Niveau	38	18	40
Anforderungen unter Qual. Niveau	10	30	9
Im Team mit anderen arbeiten			
Anforderungen über Qual. Niveau	68	63	71
Anforderung = Qual. Niveau	23	30	22
Anforderungen unter Qual. Niveau	9	8	7
Mitarbeiter motivieren und anleiten			
Anforderungen über Qual. Niveau	47	60	59
Anforderung = Qual. Niveau	26	23	21
Anforderungen unter Qual. Niveau	26	18	20
Anwendung wissenschaftlicher Methoden			
Anforderungen über Qual. Niveau	11	15	5
Anforderung = Qual. Niveau	25	56	13
Anforderungen unter Qual. Niveau	64	28	83
Kooperationsfähigkeit			
Anforderungen über Qual. Niveau	64	59	68
Anforderung = Qual. Niveau	27	28	25
Anforderungen unter Qual. Niveau	9	13	6
Fachübergreifendes Denken			
Anforderungen über Qual. Niveau	53	46	47
Anforderung = Qual. Niveau	29	26	42
Anforderungen unter Qual. Niveau	18	28	11
Gesamt (N = 100 %)	138	39	111

Wie stark die Diskrepanz zwischen den erworbenen und den geforderten Fähigkeiten ausfällt, ist auch durch das Tätigkeitsfeld der gegenwärtigen Beschäftigung mitbestimmt. Für die Qualifikationsmerkmale, bei denen zuvor festgestellt werden konnte, dass die Diskrepanz zwischen beruflichen Anforderungen und erworbenen Qualifikationsniveau groß ist, ist zu erkennen, dass bei Merkmalen wie Team- und Kooperationsfähigkeit oder Fremdsprachenkenntnisse in allen drei beruflichen Tätigkeitsfeldern wesentlich höhere berufliche Anforderungen bestehen als Qualifikationen erworben wurden. Promovierte, die zum Befragungszeitpunkt in einer nicht forschungsbezogenen Tätigkeit in der Privatwirtschaft beschäftigt waren, weisen hier noch häufiger höhere Anforderungswerte auf.

Bei den Qualifikationen, die auf die Anwendung von Wissenschaft ausgerichtet sind, zeigt sich dagegen ein anderes Bild. Befragte, die in Forschung und Lehre an einer Universität beschäftigt sind,

geben zumeist an, dass die erworbene Qualifikation den gestellten Anforderungen genügt. In den anderen beiden Tätigkeitsfeldern werden diese Qualifikationen dagegen seltener gefordert.

6 DIE PROMOTION IM RÜCKBLICK

Für fast alle Befragten stellt die Promotionsphase einen wichtigen Abschnitt in ihrem Leben dar. 97 % geben an, dass sie, wenn sie die Wahl hätten, auf jeden Fall wieder promovieren würden. Unterschiede zwischen Fachrichtungen und Abschlusskohorten sind dabei nicht zu erkennen.

Die verschiedenen Auswirkungen auf bzw. Beiträge der Promotion zum Lebensverlauf werden dabei auf unterschiedliche Weise beurteilt. Die Befragten geben vor allem an, dass die Promotion einen wertvollen Beitrag für ihre Persönlichkeitsentwicklung geleistet hat: 90% der Befragten sind der Meinung, dass dieses in einem sehr hohen Maße auf sie zutrifft. An zweiter Stelle nennen die Befragten, dass die Promotion für den Erwerb weiterer Fachkenntnisse von großer Bedeutung war (71 %). Zudem sehen sie in der Promotion eine notwendige Voraussetzung für ihre weitere berufliche Laufbahn (51 %) und sehen in ihr eine gute Vorbereitung für die Übernahme von Leitungsfunktionen (47 %). Dagegen verbindet nur ein kleiner Teil der Promovierten mit der Promotionsphase finanzielle Unsicherheiten oder eine starke Abhängigkeit vom Doktorvater.

Innerhalb der Fachrichtungen finden wir dabei unterschiedliche Ausprägungen der Bewertungen. Bei den Promovierten der Fachrichtung Bauingenieurwesen sticht vor allem heraus, dass der Erwerb von vertieften Fachkenntnissen positiv bewertet wird. In der Fachrichtung Elektrotechnik/Informationstechnik wird die Promotion häufiger als im Durchschnitt als Voraussetzung für die spätere Karriere gesehen. Befragte aus der Informatik sehen in der Promotion weniger häufig einen wesentlichen Beitrag zu ihrer Persönlichkeitsentwicklung, dafür aber einen Beitrag zur Vorbereitung auf spätere Leitungsaufgaben.

Tabelle 25: Bewertung der Promotionsphase, nach Fachrichtungen, Anteile in Prozent, Antwortkategorien 1 und 2*

Promotionsphase war...	Bauingenieurwesen	Elektrotechnik/Informationstechnik	Informatik	Maschinenbau/Verfahrenstechnik	Sonstige Fachrichtung	Gesamt
Wertvoll für meine Persönlichkeitsentwicklung	90	94	80	93	79	90
Geprägt durch große finanzielle Unsicherheit	6	0	4	4	17	5
Wichtig für den vertieften Erwerb von Fachkenntnissen	81	74	60	70	74	71
Gute Vorbereitung für spätere Leitungsfunktionen	32	50	56	47	44	47
Phase hoher Unselbständigkeit und Abhängigkeit vom Doktorvater	3	12	12	6	15	8
Faktische Voraussetzung für meine spätere Karriere	55	68	44	51	32	51
Gesamt (N= 100 %)	31	53	25	179	34	322

* auf einer Skala von 1 ‚in hohem Maße‘ bis 6, ‚überhaupt nicht‘

Frage 23: Wie würden Sie die gesamte Promotionsphase rückblickend beurteilen?

Positive und negative Rahmenbedingungen des Promotionsprozesses

Bei den Antworten auf die offen gestellte Frage nach der Bewertung der Promotionsphase im Hinblick auf positive und negative Rahmenbedingungen ist auffällig, dass ein größerer Teil der Befragten Angaben zu den positiven Rahmenbedingungen macht. 81 % machen hier eine Angabe, während 64 % negative Rahmenbedingungen nennen.

Bei den Nennungen zu den positiven Rahmenbedingungen sticht immer wieder ein Aspekt hervor: die Freiheit, die rückblickend mit der Arbeit an der Dissertation verbunden wird. Diese Freiheit wird häufig als freie Themenwahl und geringerer Kosten- und Zeitdruck, der sich mit dem Umfeld Hochschule verband, beschrieben. Ein Teil der Befragten nennt in diesem Zusammenhang auch die Möglichkeit, selbständig ein Forschungsprojekt bearbeiten zu können und sich den damit verbundenen beruflichen Herausforderungen stellen zu müssen. Auch auf die Freistellung für die Fertigstellung der Promotion am Ende der Promotionsphase wird hier häufig verwiesen.

Zudem wird häufig das abwechslungsreiche Tätigkeitsfeld, das sich an der Hochschule bot, angeführt. Dabei wird von vielen Befragten auch die Möglichkeit genannt, sowohl in Forschung wie auch in der Lehre mitzuwirken, und so ein breites Spektrum an Fähigkeiten zu erwerben. Die Zusammenarbeit mit der Industrie in Forschungsprojekten stellt einen wichtigen Baustein dar. Ein weiterer positiver Aspekt wird in der Möglichkeit gesehen, dass während der Promotionsphase viele, auch internationale Konferenzen besucht werden konnten.

Andere positive Rahmenbedingungen sahen die Befragten im Arbeitsklima, der Möglichkeit der Zusammenarbeit mit anderen Doktoranden, der guten Kollegialität unter den Beschäftigten sowie in der technischen Ausstattung des Arbeitsplatzes.

Als *negative* Rahmenbedingungen werden von den Doktoranden häufig Umstände angeführt, mit denen sie die starke Bürokratie der Universität kritisieren. Sie fanden ihre Arbeit häufig durch verschiedene Abläufe innerhalb der Universität extrem behindert.

Auch verschiedene Aspekte der Beschäftigung an der Universität wurden genannt: einige beurteilten die Einbindung in weitere Aufgaben in Forschung und Lehre als zu stark, so dass ihnen kaum Zeit für die Bearbeitung ihrer Dissertation blieb. Auch die Mitarbeit in Industrieprojekten wurde kritisiert, da diese Projekte häufig nicht in einem Zusammenhang mit dem eigenen Promotionsthema standen.

Im Hinblick auf die Ausbildung während der Promotionsphase nennen einige Befragte auch, dass sie sich eine bessere Vermittlung von „Softskills“ gewünscht hätten.

Hinsichtlich der Bewertung der Betreuung der Promotion ergibt sich ein sehr heterogenes Meinungsbild. Viele Befragte sehen in der Betreuung durch ihren Doktorvater einen positiven Aspekt ihrer Promotion. Sie fühlten sich durch die Beratung zumeist sehr gut unterstützt. Ein anderer Teil war dagegen mit der Betreuung nicht umfassend zufrieden. Sie kritisieren vor allen Dingen den Zeitmangel und das Desinteresse des Betreuers an ihrer Fragestellung sowie Schwierigkeiten, zu Beginn der Promotionsphase in Abstimmung mit dem Betreuer zügig zu einer klaren und strukturierten Fragestellung zu gelangen.

Verbesserungsvorschläge für die Promotion

Insgesamt haben 189 Promovierte, d. h. etwa 57 % der Befragten, Angaben dazu gemacht, in welcher Weise die Doktorandenausbildung verbessert werden könnte. Ihre Stellungnahmen können dabei in zwei Kategorien unterschieden werden: einige Promovierte stellen die Forderung nach einer strukturellen Veränderung der Ausbildung, andere bevorzugen eher eine inhaltliche Anreicherung der gegenwärtigen Ausbildung.

Wünsche nach der Veränderung der Struktur der Doktorandenausbildung setzen dabei vor allem an einer besseren zeitlichen Strukturierung der Promotionsphase an. Einige Befragten würden es für sinnvoll erachten, durch Verträge bzw. verbindliche Absprachen zwischen Doktorand und Betreuer zu einer besseren zeitlichen Strukturierung der Promotionsphase zu gelangen.

„Mehr Struktur, klarer, verbindlicher Zeitplan, mehr Betreuung insgesamt“

Vor allem die Belastung mit weiteren Aufgaben neben der Promotion soll dabei begrenzt werden. Auch die Häufigkeit der Betreuung durch den Doktorvater sollte dabei genauer geregelt werden, zudem sollte den Doktoranden mehr Möglichkeit zur Rückmeldung zur Verfügung gestellt werden. Eine Verschulung der Promotionsphase wünschen sich die Promovierten mit diesen strukturellen Reformen allerdings nicht. Vielmehr befürworten sie zumeist die derzeitige Form einer Ausbildung durch die Integration in Forschung und Lehre. Absprachen und Verträge sollen diesen eher offen gestalteten Prozess strukturieren und damit sowohl für den Doktoranden wie auch den Betreuer Orientierungspunkte bieten.

„Promotion unter besseren (d. h. intensiveren) Rahmenbedingungen, Einbindung in ein Team von Doktoranden und ggf. weiteren Kollegen mit einem Vorgesetzten/Betreuer, der regelmäßig anwesend ist und seine Aufgabe ausfüllt. Stärkere Vermittlung von weiteren Fachkenntnissen, die auf denen des Studiums aufbauen. Mehr Möglichkeit (= Zeit), d. h. weniger Aufwand für „Dienstleistungen“ und Vertretungsaufgaben des Professors (in der Lehre und Institutsverwaltung)“

Einige Promovierte fordern zudem, kooperative Arbeitsformen, vor allem unter den Doktoranden, häufiger zu nutzen. Ein stärkerer Austausch mit Doktoranden anderer Lehrstühle bzw. Institutionen wird dabei als wichtige Bereicherung für die Promotionsarbeit gesehen.

„Konsequente Durchführung von Doktorandenseminaren (hinsichtlich Strukturierung der Promotionsphase und auch als Plattform zur Diskussion der aktuellen Ergebnisse), Beschleunigung des Promotionsverfahrens (Zeit zwischen Einreichen der Arbeit und Tag der Prüfung sollten nur 3 Monate betragen!)“

Außerdem werden von den Befragten zahlreiche Vorschläge für eine inhaltliche Anreicherung der Promotionsphase gemacht. In diesen Vorschlägen spiegelt sich in erster Linie die Diskrepanz zwischen erworbenen Qualifikationen und beruflichen Anforderungen, die zuvor beschrieben wurde. Dementsprechend fordert ein großer Teil der Befragten, dass die Ausbildung im Bereich Softskills erweitert wird. Dazu gehören aus ihrer Sicht vor allem die Vermittlung grundlegender betriebswirtschaftlicher Kenntnisse, Personalführung, Projektmanagement sowie eine Verbesserung von Fremdsprachenkenntnissen.

„Mehr Angebot Kurse in Projektmanagement, zum Erwerb von Fremdsprachenkenntnissen, mehr Möglichkeiten ins Ausland zu gehen, regelmäßige Doktorandenkolloquien zur Schulung der Rhetorik für die wissenschaftliche Diskussion“

Zudem befürworten einige Befragte eine stärker international ausgerichtete Gestaltung der Promotionsphase, in der Auslandsaufenthalte obligatorisch sind. Auch eine stärker interdisziplinär orientierte Ausbildung wird von einigen Befragten gewünscht.



Center for
Higher Education
Policy Studies

A 4 DOCTORAL EDUCATION IN THE FIELD OF ENGINEERING (COUNTRY REPORTS)

Maarja Soo

Juli 2008

A 4.1 UNITED KINGDOM

> 1 DOCTORAL EDUCATION IN THE UNITED KINGDOM¹

Doctoral education in the United Kingdom has gone through significant changes in the last few decades. The number of doctoral students has grown 220% in the last 30 years and is now stabilized at around 12,500 graduates a year. The number of doctoral granting universities has also more than doubled and includes now a quite diverse set of universities. Before the year 1992, the UK higher education sector consisted of two types of higher education institutions: polytechnics and universities. Most doctoral degrees were then awarded by the university sector, although not exclusively. After the unification of the system the number of doctorate granting universities increased from less than 50 to over 100. Next to universities also some colleges organize doctoral studies in which case the degree will be officially awarded through an accredited university.

The expansion has not been only quantitative in terms of student numbers but it has also affected the nature of doctoral programmes. More students are undertaking their studies part-time. Consequently the profile of many doctoral programmes has changed. Professional doctorates – such as *Doctor of Education*, *Doctor of Business Administrations* or *Doctor of Engineering* – have become more prominent next to traditional research degrees. These new trends have raised a series of policy issues related to quality, funding, and management of doctoral education.

1.1 Funding

Universities receive funding for doctoral training from two main sources: a block grant from the Government, allocated through the Higher Education Funding Councils (HEFCs), and tuition fees that are paid by students or sponsoring bodies.

In 2007/8 HEFC in England distributed £ 193 million for research degree programmes (HEFCE 2007). The funds are allocated to universities based on the number of post-graduate students on their 1st to 3rd year of study. This formula considers only British and EU students and excludes non-EU students. However, not all universities that enroll Ph.D. students are eligible for this funding source. The funding model has caused a lot of controversy in the UK and therefore deserves a brief elaboration here. In broad terms, the block grant to universities flows from government to universities via two streams: teaching stream and research stream. The first covers mostly undergraduate teaching and is based on student numbers, subject profile and other factors. Research funds, known as Quality Related (QR) research funding, are meant to support research in institutions and are based on the quantity and quality of research in the institution. The quality of research is assessed by the Research Assessment Exercise (RAE) that evaluates the quality of research in each university department. All departments are graded on a scale from 1 to 5*. Only departments that score four or higher are eligible for the QR funds. The funds to doctoral education are linked to the QR funding. Only departments that score 4 or higher qualify for the research degree programme supervision fund from the HEFCE, i.e. for any funding for doctoral education. This means that many universities, those with the RAE score below four, do not get any block grant funding. They may admit doctoral students but they do not receive any support for their training from the government.

¹ There are substantial differences in the higher education system and policy across the different parts of the UK, i.e. in England, Wales, Scotland, and Northern Ireland. The discussion in this paper is primarily based on the trends and policies in England which forms the largest part of the higher education sector in the country.

The other source of income for doctoral education is tuition fees. Unlike the fees for undergraduate students, fees for doctoral studies can be determined by individual universities. The Department of Education and Skills suggests a recommended fee for the students of the UK and the European Union area. The fees are either paid by students themselves or sponsored by the six UK Research Councils or other organizations. About 40% of all post-graduate students are on Research Council scholarships, which cover fees and provide a stipend for living expenses. Other students must find alternative funding sources (e.g. foundations, university internal scholarships) or fund their studies on their own.

The tuition fees have introduced significant competitive elements into doctoral education. Some subjects, usually the ones with vocational undertone, tend to have higher tuition fees. Also universities with high research reputation charge higher fees, especially from the international students but increasingly also for home and EU students (Taylor 2004). There is now also a tougher competition for students. Old universities need to attract students to support their own research activities and new universities need doctoral students to build up their research reputation. As a result, the competition for students has become more intense and many universities offer financial packages to attract students. These packages may include writing off an undergraduate debt or offering various scholarships and bursaries. Students 'shopping around' for the best offer is a new phenomenon in British doctoral education (Taylor 2004).

1.2 Quality assurance

The quality of doctoral programmes has been under public attention already since the 1990s. The debate was triggered by poor completion rates in doctoral programmes. Then Research Councils took the initiative and started not only to monitor completion rates but also provide guidance and design good practices for doctoral education. Many universities have now revised their supervision procedures and provide more structure in the student-supervisor interaction. Many universities have started to involve multiple supervisors; they have developed training support for supervisors and specified formal supervisory arrangements; and they also specify procedures for student progress monitoring.

Universities in the UK are quite autonomous in ensuring the quality of their doctoral programmes. However, the expanding doctoral system with a number of new providers and new degree programmes required a formal specification of what are the expectations to a doctoral degree. The Quality Assurance Agency for Higher Education (QAA) developed a framework for Higher Education Qualifications which specifies expectations to all degree levels, including the doctoral degree. This document lists only very generic skills, abilities and knowledge that a Ph.D. graduate is expected to have regardless of the study area.

The Quality Assurance Agency has also developed a *Code of Practice* for post-graduate research programmes (QAA 2004). This document is expected to be an authoritative reference point for institutions as they consciously, actively and systematically assure the academic quality and standards of their programmes and awards. The *Code* provides specific recommendations and describes 'best practices' in various aspects of doctoral education: e.g. admission, supervision, progress review, feedback etc.

1.3 Structure of the doctoral programme

Traditionally students entered a doctoral programme directly after the bachelor's programme. In natural sciences and engineering fields this is still a common case but in humanities and arts the students nowadays often take a one-year Master of Research degree before starting the doctorate.

The traditional UK model of Ph.D. training is in the form of independent research under a supervision of a professor which culminates in a Ph.D. dissertation. The dissertation is expected to make an original contribution to the knowledge and it will be assessed at the oral examination by internal and external examiners. The expected duration of Ph.D. studies is three years (or six years in the case of part-time study).

The traditional, research centred model has been under serious criticism in recent years and the nature of the Ph.D. training is changing rapidly. Changes have been triggered by several factors. Employers point out that Ph.D. graduates do not possess necessary skills to enter the job market effectively. Unsatisfactory doctoral completion rates made the government question the format of the doctoral study. For the new types of degrees (professional doctorates) the traditional research-based Ph.D. model was not appropriate, and there was a need for more flexible study programmes to accommodate the needs of the increasing number of part time students.

Various government initiatives are now in place to overcome the problem of the traditional Ph.D. format. One of such initiatives is the *New Route Ph.D.*. This is an integrated programme of postgraduate training which combines research with a structured advanced training in discipline specific and generic skills. It combines individual academic supervision with group work, lectures and tutorials. This kind of study is particularly designed for students who want to pursue careers in industry, but can be followed also by students interested in academic careers. The programme was developed with the support from the UK Government, the Higher Education Funding Council of England (HEFCE) and the British Council. *The New Route Ph.D.* programme has been adopted by more than thirty universities in various disciplines.² Normally the students in the New Route Ph.D. programme qualify to the degree in four years.

Another new initiative is the *UK GRAD Programme*, funded by the Research Councils UK. The programme offers courses throughout the UK to support personal and professional development of postgraduate researchers. The skills that are being developed through this programme include for example personal effectiveness, communication skills, networking, teamworking, and career management. There are two types of GRAD schools: national and local. National GRAD schools offer three or four day residential courses to participants from all institutions and disciplines. Local GRAD schools are run by institutions themselves but their quality is assured by the central GRAD Programme. They offer training courses mostly to participants from the host institution. Participation in a UK GRAD Programme course is usually mandatory for doctoral students who hold Research Council fellowships.

In addition to these external initiatives, the nature of doctoral studies is changing also within institutions. The Ph.D. process is increasingly seen as a research *training*. Now Ph.D. students in all universities pursue formal training programmes in research methods and learn about theory and techniques that would be of value to them also after completing the Ph.D.. More emphasis is now put on multi-disciplinary experiences, life-long skills, and professional skills such as technology, communication,

² For further information, see the *New Route Ph.D.* website <http://www.newroutephd.ac.uk>.

entrepreneurship, presentation skills, teamwork, time management and leadership. Professional doctorate programmes (e.g. *D.Ed.*, *DBA*) have developed rapidly and are popular especially among part-time students. These programmes focus more on formal training and less on independent research towards a traditional dissertation. In these cases the degree is sometimes assigned on the basis of a portfolio of assignments rather than on the basis of a dissertation.

In sum, the UK doctoral education is moving away from the traditional model that focused almost entirely on completing the dissertation. In the new model doctoral education is seen as a research training that should help doctoral students to develop their research skills, provide broader knowledge base, and advance other professional capacities that are needed for their future career.

1.4 International students

The UK has a significant proportion of international students. UK domestic students compose 56 % of all graduates, 12 % came from other EU countries and about 32 % come from non-EU countries. Over the 2003 – 2005 period, the number of domestic students dropped by 3 % (ca 200 graduates) from 2003 to 2005.

Funding is one barrier that limits the number of foreign students. Only domestic and EU students are eligible for the Research Council stipends which are the main source of graduate scholarships. However, EPSRC (*Engineering and Physical Sciences Research Council*) for example has established an International Doctoral Scholarships scheme that enables leading research teams in the UK to recruit outstanding graduate students from anywhere in the world. Universities that have EPSRC-supported Portfolio Partnerships or Interdisciplinary Research Centers can transfer up to 10% of their yearly institutional Doctoral Training Grant into the International Doctoral Scholarships scheme.

1.5 Recent debates and issues

There are two major issues in the public agenda with respect to doctoral education: concentration of doctoral education in 'top' universities and insufficient funding for students to support their doctoral studies. The issues of doctoral qualifications and the appropriateness of the qualifications for labour market needs also continue to be on the agenda.

The number of doctoral granting universities has more than doubled in the last few decades. Yet 89% of the doctoral students study in the 'old' universities and 46 % study in the top 14 universities. Part-time students are somewhat more equally distributed across the sector. Two opposite forces pull the higher education system. On the one hand, new universities are believed to widen the access to doctoral education which is one of the government goals. Regional development arguments are also influential in the current policy debate in the UK. The HEFCs and the Regional Development Agency try to ensure that doctoral education is developed in different parts of the UK and that needs of the local economy and employers in all regions are met. Doctoral education is one way to stimulate new employment in less developed regions, to attract research intensive industry or encourage university spin-offs. At the same time, doctoral studies are heavily concentrated in the "old" universities and the government funding model encourages such concentration even further. Block grant funding goes only to the best universities who pass the threshold of the Research Assessment Exercise. This is a conscious effort from the government to concentrate doctoral studies in universities that have a

strong research environment and necessary critical mass. This policy discourages doctoral studies in many smaller and regional universities.

Doctoral student funding currently is another burning issue in the UK. Many doctoral students face financial difficulties during their studies and cannot meet fees and living expenses. The number of scholarships has declined in many fields. Students increasingly use their own funds and savings, combine study and work, and apply to loans. Universities have started to provide more support either via scholarships or part-time work (academic or non-academic). This problem is increasingly recognized at the government level. An influential report *Sir Gareth Roberts' review 'SET for Success'* in 2002 raised a concern about the UK ability to attract the best talents to doctoral education and suggested that the funding problems are one serious barrier in this task. As a result Research Council stipends increased in 2002 from £9,000 minimum a year up to £12,000 a year and even more in subjects where more doctorates are needed. As another response to the review, the expected length of the Ph.D. programme (and the funding associated to it) was raised from 3 to 3.5 years.

The issue of qualifications of Ph.D. students is still on the agenda. The overall concern is that doctoral training is too narrow and does not prepare students for jobs outside academia. The traditional Ph.D. training does not provide necessary broad, interdisciplinary and professional skills. In 2001 the *Joint Skills Statement* by Research Councils and the GRAD Programme specified the skills and attributes that the Ph.D. researchers who are funded by the Research Councils are expected to develop in a Ph.D. programme (UK Grad Programme 2001). The skills are grouped in seven areas: research skills and techniques, research environment, research management, personal effectiveness, communication skills, networking and teamworking, and career management.

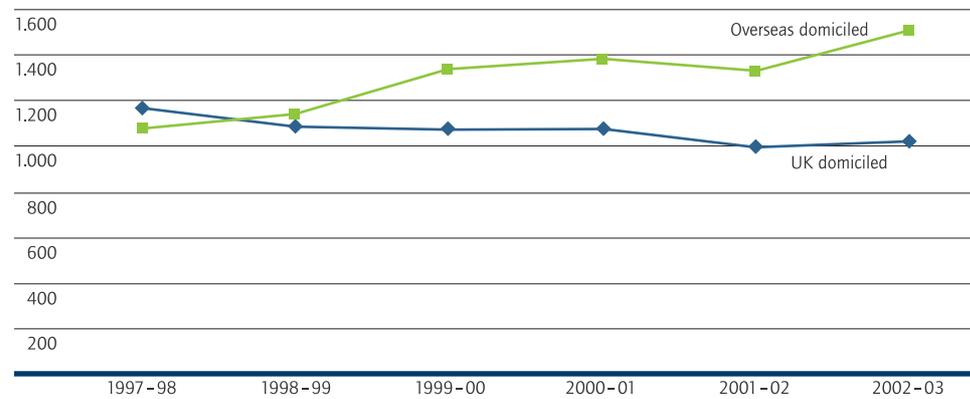
Among other issues, the SET for Success review in 2002 pointed to the problem of inadequate supply of people with science, technology and engineering, and mathematics skills.

> 2 DOCTORAL EDUCATION IN ENGINEERING

2.1 Enrollment in Engineering programmes

Graduates of physical sciences and engineering form the largest part of Ph.D. graduates – 32%. Chemistry is the dominant field in this group with around 8% of all graduates. General engineering, electronic and electrical engineering, and mathematics and mechanical engineering each have up to 3% of the graduates. While the number of graduates in natural sciences and engineering has grown over the recent years, the share of the total number of graduates has slightly declined over these years. It has been suggested that this decline reflects difficulties with recruiting postgraduate students in an environment where employment prospects are good and starting salaries for undergraduate students are high. As illustrated in Figure 1, the number of students has been stable or increasing in the field of engineering thanks to international students. The number of domestic students has declined over years. As an other characteristic, engineering programmes have a relatively high number of part-time students.

Figure 1 The number of Ph.D. starters in Engineering, Technology, Building and Architecture, (1997 - 2003)



Source: HEFCE (2007b)

There is no information found on the age structure of engineering students in particular, but in general the UK Ph.D. students are quite young. 44% of full-time students are under 25, 29% between 25 and 29, and 27% are over 30 years old (HEFCE 2007b).

2.2 The structure of the doctoral programme in the field of engineering

In the field of physical sciences and engineering it is still very common that students enter a Ph.D. programme straight after their bachelor's degree. Doctoral level studies in Engineering may lead either to a Ph.D. degree or a Doctor of Engineering (EngD) degree.

Most universities offer a Ph.D. degree in Engineering. This is a traditional research degree that is focused on individual research and doctoral dissertation. Usually students have four years maximum to complete their studies. The Doctor of Engineering degree (Eng.D.) is offered by fewer universities but it is gaining in popularity. The Eng.D. was established in 1992 and it is financially supported and propagated by EPSRC. The specific characteristic of the Eng.D. degree is a close interaction with the industry, including industry-based research projects, and a broader range of skills that doctoral students develop. The majority of the part time students work under the supervision of their industry supervisor and the rest of the time they take general or professional courses in their home university. Final assessment is often based on a portfolio of research projects rather than on a single dissertation.

2.3 Time to doctorate and completion rate

Precise data regarding the completion rates and the time to doctorate is hard to present because the category "postgraduate studies" in datasets includes both master level and doctoral level studies. Doctoral students who on some reason do not complete their Ph.D. may be awarded a Master's degree. More accurate data strictly on doctoral students is available on those students who are funded by the Research Council stipends, but this is clearly not a representative sample of all doctoral students.

A large-scale survey of the 1996-7 doctoral cohort gives an overview on the situation of doctoral studies in the UK. Compared to other disciplines, engineering students have about the average completion rate: 70% of full-time students had been awarded a degree within 7 years of their studies and 10% were still actively involved in the programme (Table 1). As a comparison, in biological sciences 81% and in architecture only 54% had completed their Ph.D. in 7 years. The completion rates of part-time engineering students were obviously lower than those of full-time students. However, part-time engineering students performed on average better than part-time students in other fields: 42% of part time students had graduated by the end of the 7th year, compare to average 34%.

Table 1 Completion rate after 7 years and 10 years of study (full-time students), by the field of study (1996/7 cohort)

Field	% Ph.D. award after 7 years	% Ph.D. award after 10 years	% Ph.D. award or active
All fields	71	76	8
Engineering	76	75	80
Medicine/veterinary	76	79	81
Allied to Medicine	76	82	84
Biological sciences	81	85	86
Physical sciences	81	83	84
Mathematics	75	78	80
Computing	60	66	70
Agriculture	77	82	83
Architecture	54	62	68
Business	58	68	71
Social studies	61	69	76
Languages	64	73	78
Humanities	62	70	77
Education	66	73	77
Creative arts	55	63	71
Law/librarianships	56	63	74
Combined	64	71	75

Source: HEFCE (2005:Table 32) and HEFCE (2007b:38)

While the average completion rate may be similar, there are significant differences in completion rates between universities. Some institutions have nearly 50% lower completion rates than overall average (HEFCE 2005). There is also a significant difference between students who are awarded the Research Council stipend and other students. Research Council students have a considerably shorter study duration (HEFCE 2007). This fact may indicate the importance of financial security for a progress in a doctoral programme, but the difference is obviously strongly related to the self-selection of such students. Research Council stipends are highly competitive and therefore students who are awarded the scholarship are better prepared and motivated for advancing in their doctoral studies. There is no comparative information available specifically on engineering students.

2.4 Career patterns

Doctoral graduates are in general well absorbed in the labour market. Most doctorates in the UK found a job quickly after graduation and only 4% remained unemployed (HESA 2007). Part-time students had a slightly lower rate of unemployment (1.7 – 2.5%) than full-time students. The education sector is the leading career choice with 50% of students pursuing careers in this sector.

The career choices of recent graduates in engineering and physical sciences differ somewhat from an average UK doctorate (Table 2). The education sector is the main sector of employment also for these doctorates: 44% of the graduates pursue a career in this sector and more than half (25%) of these in the education sector work on post-doctoral positions. Only 7% of engineering and physical sciences graduates had a job as a lecturer, compared to 13% in all fields. The other popular career choices among physical sciences and engineering graduates were manufacturing (23%) and finance and business (19%).

Table 2 Employment sectors of Ph.D. graduates (UK-domiciled), by major field of doctorate, 2005 (per cents)

Field	Education	Finance, business and IT	Health and Social Work	Manufacturing	Public Administration	Other
All fields	50.0	9.0	17.0	13.8	5.0	5.2
Physical sciences and engineering	43.5	18.9	2.8	22.8	5.4	6.6

Source: UK GRAD Programme (2007)

> 3 REFERENCES

- HEFCE (2005) Numbers of Ph.D. starters and qualifiers. 2005/02. <http://www.hefce.ac.uk/research/postgrad/numbers.htm>.
- HEFCE (2007) Funding higher education in England: How HEFCE allocates its funds.Guide. July 2007/20. http://www.hefce.ac.uk/Pubs/hefce/2007/07_20/07_20.pdf
- HEFCE (2007b) *PhD research degrees: update. Entry and completion. Issues paper no. 28.* http://www.hefce.ac.uk/pubs/hefce/2007/07_28/07_28.doc.
- QAA (2004) Code of practice for the assurance of academic quality and standards in higher education. Section 1: Postgraduate research programmes – September 2004. <http://www.qaa.ac.uk/academicinfrastructure/codeOfPractice/section1/postgrad2004.pdf>.
- Set for success. The report of sir Gareth Roberts' review.* April 2002. http://www.hm-treasury.gov.uk/Documents/Enterprise_and_Productivity/Research_and_Enterprise/ent_res_roberts.cfm.
- Taylor, J. (2004) "The United Kingdom." In *Doctoral studies and qualifications in Europe and the United States: status and prospects*, Sadlak, J. (ed.), pp. 231–258. Bucharest: UNESCO, CEPES.
- UK GRAD Programme (2007) *What Do PhDs Do? – Trends. Commentary on 2004–2006 surveys of PhD graduates: key changes and first destination trends.* http://www.grad.ac.uk/cms/ShowPage/Home_page/Resources/What_Do_PhDs_Do__publications/What_Do_PhDs_Do____Trends/p!egicpLp;jsessionid=a630933d388f6f32402e.
- UK Grad Programme (2001) *Joint Statement of the UK Research Councils' Training Requirements for Research Students.* <http://www.grad.ac.uk/downloads/documents/general/Joint%20Skills%20Statement.pdf>.

A 4.2 ITALY

> 1 DOCTORAL EDUCATION IN ITALY

The higher education sector in Italy consists of 89 higher education institutions: 55 state universities, 3 state polytechnic institutes, 17 non-state universities, 2 universities for foreigners, 6 higher schools (*Scuole Superiori*) and 6 telematic universities (Eurydice 2005/6). Traditionally Italian universities were strongly regulated by the government and provided uniform study programmes and curricula. The higher education reform in the year 1999 gave more autonomy to universities, which concerned also autonomy with respect to doctoral education. Universities have now the right to establish new doctoral programmes, set admission procedures, and specify educational objectives. Doctoral programmes can be established also through agreements among several universities and with public and private institutions that have 'high level cultural and scientific qualifications'.

Formal doctoral training is quite a new phenomenon in Italy. Until the mid 1980s Italian universities awarded only one degree, laurea, which required four to five years of studying. The national doctoral programme created a formal doctoral degree, called *dottorato di ricerca* (doctor of research). Universities that wanted to set up doctoral programmes by this new system had to demonstrate that their staff was qualified and their infrastructure appropriate for this purpose. Many universities also established consortia to join their resources and thereby qualify as a provider of doctoral education.

The next big change in the degree structure in Italy was inspired by the Bologna process and in the recent years Italy has adopted the three stage higher education model. These stages correspond to Bachelor's, Master's, and Ph.D. degrees. The first degree (*laurea*) takes three years, the second degree (*laurea specialistica*) takes two more years, and the third degree (*dottorato di ricerca*) takes additional three years of study.

Like many other countries, Italy is enhancing the idea of doctoral schools. Doctoral schools are seen as a mechanism to rationalize resource distribution, strengthen the curricula, improve the mobility of doctoral students, enhance internal cooperation and respond to external stakeholders.

1.1 Funding and planning of doctoral studies

Universities receive their budget from the Italian Ministry of University and Research. The allocation is based on negotiations with individual universities and the historical trend. The number of available Ph.D. places is determined by the government. The allocation depends on the number of graduated first degree students, the number of graduated doctoral students, and the number of enrolled doctoral students. This allocation model is being revised and a new, more performance based model is proposed. According to the new model, the allocation model would not include the number of enrolled doctoral students and would instead consider the number of Ph.D. students that come from other universities and by available scholarships of external actors.

Until the end of the 1990s, the number of available Ph.D. positions was very strictly limited by the government. The government predicted how many Ph.D. qualified people were needed in the public and private sector and then decided the number of places that were made available for the entire higher education system. All these places were then fully funded by public fellowships. Since 1999 universities may admit Ph.D. students both for funded places as well as for non-funded places. In the

latter case students have to pay tuition and cover living expenses by themselves or find an external sponsor. The tuition fees in Italian universities are between € 700 and € 1,200 per year (Moscati 2004), depending on the institution. However, universities are not allowed to accept more non-funded students than they have places for students with fellowships.

1.2 Quality assurance

Quality assurance in doctoral training has started to develop in Italy in the recent years. The National Committee for the Evaluation of University Activities was recently established and this committee is preparing an accreditation system for all degree courses in Italian universities. The committee also develops a common scheme for evaluating doctoral programmes. All universities must have internal Evaluation Committees that support the national scheme.

The engineering education is quite heavily regulated at the lower levels of studies. The general minimum requirements are fixed by a ministerial decree for *laurea* and *laurea specialistica* degrees. No quality assurance or accreditation system has yet been established to guarantee that these minimum requirements are actually satisfied. Engineering profession itself is regulated by law. All engineers must be members of the Italian council of engineers (*Ordine degli Ingegneri*) of the province of residence. Until very recently the council had a unique list of professional engineers without any distinction between levels or specialty. Now after the general reform of the university degrees the list has been divided into two sections distinguishing people holding a three year *laurea* degree or five year *laurea specialistica* degree; and each section has been also subdivided into three sectors: civil and environmental engineers, industrial engineers, and information engineers. The right to be admitted to the list is gained by passing a *State Professional Examination* that can be subscribed for soon after completing the respective university degree (TREE 2003).

1.3 Structure of the doctoral programme

The doctoral programmes are limited to three years in Italy; but a doctoral student may apply for an additional one year as an unfunded extension. Students are thus required to be finished with their studies by the end of their fourth year at the latest. As a general model of doctoral education, students follow classes and seminars in their first year of studies and then devote their time to dissertation research. The amount of classes and seminars depends on the programme. According to a survey of doctoral education in 2006, most students are exposed to some course work (Table 1). This has changed considerably in the last 10 years. While in 1998 only 28% of the doctoral students took courses that were designed specifically for Ph.D. students (Ambrosi 1998) then in 2006 65% of the students followed a Ph.D. course.

Table 1 Exposure to different types of instruction by Italian doctoral students

Type of instruction	%
Courses dedicated to Ph.D.	64.8
Seminars dedicated to Ph.D.	76.1
Single lessons dedicated to Ph.D.	35.6
Lab activities dedicated to Ph.D.	22.0
Courses not dedicated to Ph.D.	46.4
Seminars not dedicated to Ph.D.	74.3
Single lessons not dedicated to Ph.D.	30.3
Lab activities not dedicated to Ph.D.	19.2
Summer schools	46.3
Other	35.7

Source: Perrone and Fratini (2008)

In Italy there is a debate between two forms of doctoral education (Moscati 2004). One alternative to doctoral education includes formal training and course work and the other model is based on personal mentorship of a professor to the student. The latter has been the traditional model of doctoral training and is still dominant. However, universities are increasingly establishing seminar series and short courses. Some universities are starting to establish graduate schools to aggregate doctoral programmes in several faculties and in some cases to collaborate with other universities.

Doctoral studies culminate with the written thesis that is expected to be a piece of work with "relevant scientific value". This dissertation has to be approved and orally defended in front of the board of the professors from the university. Only a few years ago dissertations had to be defended in front of the national commission appointed by the ministry. This became a serious problem because often the candidate had to wait up to 10 months after submitting the thesis before the Committee was able to gather. The Italian Association of Doctoral Candidates and Doctorates (ADI - *Associazione Dottorandi e Dottori di Ricerca Italiani*) pressured the government to abolish the requirement. Now universities have the autonomy to set up their own commission, which has shortened the time to the oral exam to two months after submission.

1.4 International students

The number of foreign Ph.D. students is very low in Italy – only around 1.5 – 3% of all students (MIUR database). One potential reason why the number of foreign doctorates is so low is the language barrier. Entrance exams are conducted in Italian and the applicant must thus have a good command of Italian before starting a Ph.D. degree. Funding is another potential problem for international students. Government fellowships do not extend to international students and these students must find other sources to support their studies. The absolute number of foreign students has been still growing in the last decade. In the recent years many universities have also put greater effort into attracting foreign, also English-speaking doctorates.

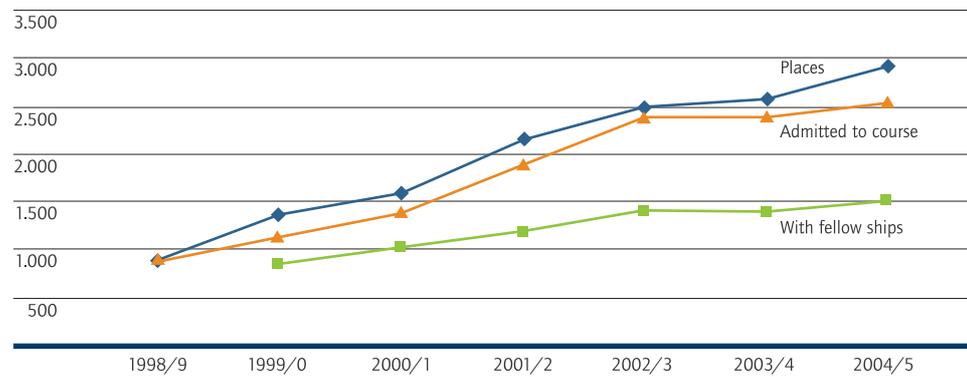
> 2 DOCTORAL EDUCATION IN ENGINEERING

2.1 Enrolment trends in engineering programmes

The enrolment growth in Ph.D. programmes has two peaks in Italy. The number of Ph.D. students increased rapidly in the beginning of the 1990s when the government increased the number of doctoral fellowships. The next rapid enrolment growth took place in the end of the 1990s when universities were allowed to admit non-funded students in addition to the students with fellowships.

These enrolment trends characterize also the engineering education. The number of entering students in the field of engineering has significantly increased in the last 10 years. Figure 1 presents three trends: the number of available doctoral places, the number of places with government fellowships, and the number of students who were admitted to the course. The number of government fellowships has increased over the period, but the number of entering Ph.D. students has increased even faster. What can also be seen from the figure, the number of entering students does not meet the total number of available places in universities. While the number of students exceeds the number of fully funded places, there are not enough qualified people who would be interested in doctoral studies in the engineering field at their own cost. The number of graduates (Figure 2) has increased very rapidly over the recent years. The number of international students in engineering has been constantly increasing over years, but these students still form only a small proportion of all doctoral students. In the field of engineering, the number of international students increased from 30 students in 1998 to 158 students in 2005 (MIUR database).

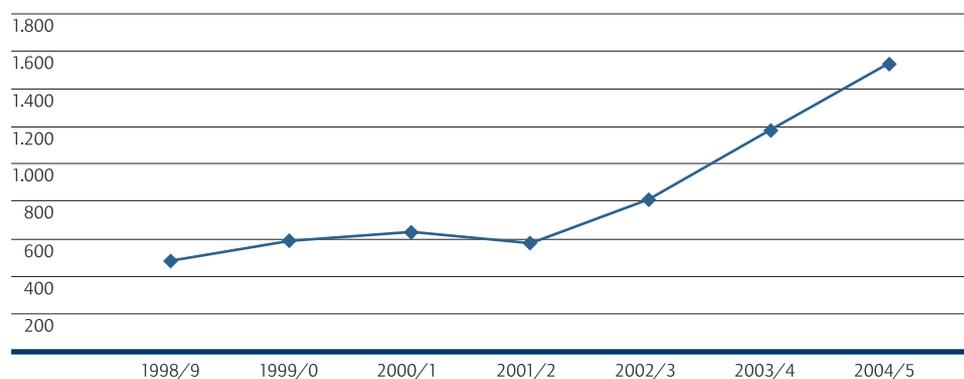
Figure 1 The number of entering Ph.D. students in the field of engineering (1998 – 2005)



Source: MIUR database.

Note: Engineering field includes: civil engineering and architecture, industrial engineering, and computer engineering.

Figure 2 The number of Ph.D. graduates in the field of engineering (1998 – 2005)



Source: MIUR

Comparing the number of *laurea* graduates and the number of entering doctoral students gives some insights about the proportion of students continuing their education at the doctoral level. In 2005, 12,594 students graduated with the first and second stage degrees in engineering; 3,330 graduated with the *laurea specialistica* degree and 2,500 started doctoral studies that year.

2.2 Admission

Admission to doctoral programmes is competitive and based on entrance exams. Universities administer the exams by themselves and set their own standards, but they are required by the government to use entrance exams for the selection. To apply, students must have their *laurea* or *laurea specialistica* degree. The specific documents that a candidate must present to the university when applying for the position depend on the university and the field of study. The documents may include a degree certificate with a list of the examinations with scores, curriculum vitae, a short research project, and letters of recommendation.

Until very recently students were required to complete their previous degree before they were allowed to apply for a doctoral position. This meant that all students had a considerable gap between finishing their *laurea* degree and entering a doctoral programme. 34% continued their studies in less than a year, 74% in less than two years and 88% in less than three years after finishing their *laurea* degree (Ambrosi et al. 1998). Only in recent years the regulation was changed in such a way that students may apply to the position before having completed their former degree. In 2006, 56.3% continued their studies in less than a year after graduating from their former programme (Perrone and Fratini 2008).

The entire Ph.D. application procedure takes about nine months. In the beginning of each academic year universities announce the number of available doctoral places. At least half of the places must be covered by fellowships. Usually in the beginning of the calendar year students have to take an entrance exam and demonstrate their capacity for scientific research. The entrance exam consists of a written and an oral part. The written part is usually in an essay format on the Ph.D. subject but can be also exercises or a multiple choice exam. Candidates are also expected to have an appropriate background and sound results from their previous studies, but they are not required to have a previous degree in the same field.

2.3 The structure of the doctoral programme in the field of engineering

Studies in the engineering follow a similar structure to that of the Ph.D. studies in other fields. In the first year students usually follow courses and pass exams and thereafter start to work on their research project. Their studies culminate with an oral examination on their dissertation work.

Engineering students usually follow specific courses and training courses. Specific courses are more formal and cover the fundamentals in the field; training courses include more practical activities such as seminars or specialization courses within companies or research institutes.

The dissertation topic and the tutor must be selected at the end of the first year. Students are required to submit a progress report in the end of the first year, and sometimes in the end of the second year, before they are admitted to the next year of their programme.

Italian doctoral students are quite involved in teaching activities. In many cases teaching is required in the curriculum and is supposed to be a part of the doctoral training. This teaching obligation may take different forms: e.g. teaching an undergraduate course, instructing laboratory sessions, or serving as a teaching assistant. The extent to which doctoral students are engaged in instruction depends on the discipline. Doctoral students in sciences are less involved in teaching (34%) than students in medicine and pharmacy (43%) or humanities and social sciences (56%) (Ambrosi et al. 1998).

The teaching requirement has caused some controversy in the Italian higher education system. Until the year 1998, doctoral students were not allowed to participate in teaching activities because they were seen as young researchers who had to devote their time on developing research skills. After the restriction was eliminated all universities started to engage doctoral students in teaching activities. These teaching positions are usually not paid. The ADI sees the teaching load as a serious problem. The ADI's position is that doctoral students and post-docs are used for unpaid teaching jobs to replace academic staff and they are used as cheap or free labour. The teaching obligation thus saves money for universities' budgets instead of contributing to the professional development of doctoral students. Students are likely to accept teaching positions because it is a recognition of their status or they cannot refuse to assist the professors who are influential in deciding their future (Moscati 2004).

2.4 Time to doctorate and completion rate

There is no data on drop-out rates and study duration. Study duration is impossible to extract because students must graduate in three or four years and after that disappear from the enrolment list. With respect to drop-out rates, some general indication can be gained from comparing the number of admitted doctoral students and the number of doctorates. According to these rough calculations, the drop-out rate in the last three years has been between 19 and 29% among engineering students (Table 2).

Table 2 Estimations of graduation rates among engineering students (2002 – 2005)

Year	Graduates	Admitted students 3 years earlier	Graduates as a share of admitted students
2005	1532	1890	81 %
2004	1178	1392	84 %
2003	809	1135	71 %
2002	577	877	65 %

Source: based on MRIU data.

According to a 2006 survey, an average age of an entering Ph.D. student is 28 years. The age does not vary much between broad discipline groups, i.e. human and social sciences, hard sciences, soft sciences, and medicine and veterinary (between 27.9 and 28.9 years) (Perrone and Frattini 2008). Data more specifically on engineering fields does not exist.

2.5 Funding

Based on the data in the MIUR database, about 60% of the entering engineering students had a government fellowship in the year 2005. Government fellowships are about €880 euros per month and many students need to seek additional financial support. The main external support comes from families (59%). The dependency of the family in this stage of study causes some problems because the Ph.D. students are in a relatively mature age – between 27 to 30 years old – and do not expect the financial support from parents (Germano 2001). Only a small proportion of the students in sciences and engineering receive additional income from work (15%), but among students in humanities and social sciences income from work forms a considerable part of additional income (42%) (Table 3).

Table 3 Sources of finances on top of government fellowships (% of the students reporting the source) (1998)

	Sciences	Medicine and pharmacy	Humanities and social sciences	Total
Family	59	70	42	59
Partner	17	21	11	17
Fellowship is enough	9	3	4	6
Little jobs	15	6	42	17

Source: Ambrosi et al. 1998

2.6 Career patterns

In terms of career patterns, Italian students have a primary interest in academic careers. In all study fields a great majority of students expects to pursue an academic career (Table 4). The data about engineering students specifically is not available, but 84% of the Ph.D. students in natural sciences in general are interested in the academic career. 9% are interested in jobs in companies and 6% would like to have a 'free profession' (self-employed, etc.). The data on actual labour market outcomes is not available.

Table 4 Preferred career after finishing the Ph.D., 1998

	Sciences	Medicine and pharmacy	Humanities and social sciences	Total
Stay in university	84	72	86	81
Free profession, self-employed	6	7	12	7
Company	9	21	2	11

Source: Ambrosi et al. 1998

In the 2006 survey, 82.2% of all doctoral students indicated that they would like to continue doing research while only about half of them (44.8) thought that is likely to happen (Perrone and Fratini 2008); 37.7% indicated that they do not know what their likely career outcome is going to be. 55.6% of the students thought that they will have a period of non-permanent work after graduation and 15.8% thought they will have a period of unemployment (Perrone and Fratini 2008). Yet 73% found that the Ph.D. is very useful for future jobs and 65% found it useful for their future career.

Absorbing new doctorates in the Italian academic labour market is a big problem. A fixed number of full and associate professors and researchers were created in the 1980s and filled with tenured staff, which leaves very limited opportunities for new graduates. However, Italy will soon face the problem of replacing a large number of the academic staff when they retire; some 70% of full professors and 35% of all science staff in Italian universities are over 50 years old.

Government has established some initiatives to the young doctorates and motivate them to stay in academia. The ministry of university and research has created post-doctoral fellowships to provide temporary opportunities for researchers until suitable permanent academic positions open up. These are four year post-doctoral fellowships that are administered by universities. Since the fellowships are funded through different schemes in universities it is impossible to tell the exact number of these scholarships. Moscati (2004) estimates that two thirds of the doctoral graduates receive the post-doctoral fellowship. On the other hand, the income levels of such fellowships are quite low, associated with low benefits, and the positions are temporary and uncertain.

The ADI also pressured the government and universities to value the Ph.D. degree more. Considering that the formal doctoral degree is a fairly new invention in Italy, the degree is not fully established in the system. The ADI suggested that a doctoral degree, not the laurea degree, should be a requirement for tenured research positions in universities. Hiring staff with doctoral degrees is nowadays indeed a priority in many universities.

Opportunities outside academia are quite restricted for recent graduates. In the industrial sector a great proportion of researchers do not have even the first degree and are trained at the work place (Moscati 2004). The problem is also in the qualification of graduates for non-academic jobs. The doctoral programme was set up to meet the needs of academia and the education therefore prepares people primarily for academic careers. Moreover, the knowledge intensive industry is not growing fast in Italy and is among the lowest in the OECD countries. The system thus does not easily absorb researchers with the highest qualifications.

> 3 REFERENCES

- Ambrosi, A.; F. Della Ratta; F. Saccà and M. C. Carmen (1998) *La Condizione dei Dottorandi di Ricerca in Italia*. Rome: Associazione Dottorandi e Dottori di Ricerca Italiani. www.dottorato.it [Accessed 25.11.2007]
- Germano, G. (2001) "Doctoral Education in Italy." *Science*, Nov 9 2001. [http://sciencecareers.sciencemag.org/career_development/previous_issues/articles/1260/doctoral_education_in_italy/\(parent\)/158](http://sciencecareers.sciencemag.org/career_development/previous_issues/articles/1260/doctoral_education_in_italy/(parent)/158) [Accessed 25.11.2007]
- MIUR (Ministero dell'Università e della Ricerca - Ministry of University and Research). *Database of educational statistics*. Office of the Statistics <http://statistica.miur.it/>
- Moscati, R. (2004) "Italy." In *Doctoral studies and qualifications in Europe and the United States : status and prospects*, Sadlak, J. (ed.), pp. 37-54. Bucharest: UNESCO, CEPES
- Perrone, G. and L. Fratini (2008) Doctoral courses in Italy - Status. Presentation at the International Workshop "Future of the Engineering doctorate in Germany". 11.01.2008 Technische Universitaet Muenchen.
- TREE (Teaching and Research in Engineering in Europe) (2003). *Accreditation of Engineering Education in Europe*. Vol. D "Activity 2" of the Final Publication of the Thematic Network E4. Firenze University Press.
- Eurydice (2005/5) *The Education System in Italy*. Eurydice. The Information Database on Education Systems in Europe. Firenze: INDIRE. http://www.eurydice.org/ressources/eurydice/eurybase/pdf/O_integral/IT_EN.pdf

A 4.3 FRANCE

> 1 DOCTORAL EDUCATION IN FRANCE

Since 2002 France has been adjusting to a new degree structure as inspired by the Bologna process. French universities offer now degrees on three levels. The first level, *license* degree, requires three years of study; the master's level takes two years; and finally the doctorate takes three years of study. The master's level study is set up in two tracks leading to two different types of degrees: the professional track leads to the *DESS* diploma and the research track leads to the *DEA (Diplôme d'Études Approfondies) / Master Recherche* diploma. The research track is selective and it provides students with research training and exposes them to research experience in a research laboratory or research team. As a general rule, the DEA diploma is needed for continuing studies at a doctoral programme. All the diplomas are issued by the state and incorporate either an examination or a regular accreditation. In addition to these degrees, institutions may offer their own degrees, which do not have state recognition.

Engineering students receive a diploma (*diplôme d'ingénieur*) after five years of study and the degree qualifies as a master's level degree. The quality of the engineering education is closely monitored. Engineering schools are regularly reviewed and accredited by the National Committee on Engineering Degrees (CTI). France has in total about 240 engineering schools, which includes universities, technological universities, and *grandes écoles d'ingénieurs*. Most of the engineering schools have their areas of specialization. Students in the engineering schools who want to continue their studies at a doctoral level may do the *Master Recherche* track during their last year of studies.

French engineering schools have traditionally a very strong link with the industry. Industry representatives participate in the CTI and in various councils and boards related to curricula and student performance. Enterprises offer scholarships, they provide students with internship opportunities, and often engineers who work in industrial R&D give lectures in engineering schools. In many engineering schools industrial internships are a compulsory part of the curriculum. The cooperation between enterprises and universities is also strongly influenced by the government policy. All companies are obliged to pay apprenticeship tax around 0.5% of the wage sum. Alternatively they may participate in an apprenticeship scheme with a university and invest the money in this way. This means that many enterprises have direct links with universities and students.

1.1 Organization of doctoral training

Doctoral education is provided in two types of institutions in France: universities and *Écoles normales supérieures*. The minister in charge of the higher education can extend the authority to award doctoral degrees to other state higher education institutions. The government may also grant the right to award doctoral degrees to a consortium of two or more institutions.

Since 1998 doctoral education is organized through *doctoral schools*. The idea of doctoral schools was introduced with the goal to provide better quality training to doctoral students that would prepare them more effectively for their future jobs. Doctoral schools are authorized by the minister in charge of higher education and they are established in institutions that are eligible to award doctoral degrees. Other institutions may participate as partners. Some bigger universities may have more than one doctoral school, in which case they are divided by disciplines. Doctoral schools have

various tasks: they organize research and professional training for doctoral students and offer also complementary courses that improve the position of graduates on the labour market; they manage research and training in research laboratories; and finally they allocate study grants to students. Each doctoral school has a research training project that is part of the institutional strategic plan.

In addition to the doctoral school, every doctoral student is also a member of a laboratory or research group. Although students take courses and participate in seminars, doctoral training is to a large extent based on research experience in a research group.

The policy reforms in 1998 attempted to increase the quality and efficiency of the doctoral education in France. Since then universities are required to have a charter that specifies the rights and responsibilities of all parties involved in the doctoral procedure – the student, the supervisor, and the head of the research group. The expected duration for a doctoral degree is three years, but the time limit can be extended on the permission of the president and supervisor.

1.2 Quality assurance

Doctoral schools must be formally recognized by the minister. French universities have a contract relationship with the government and the institutional contracts are reviewed in four year intervals. Doctoral schools are part of the institutional contract and subject to the review. The quality of education in French universities is monitored by the National Committee for the assessment of public higher education institutions (CNE). The doctoral schools are evaluated by the national committee based on the coherence of the scientific programme, the quality of research teams, and the success of the graduates on the labour market (LeMerle 2004).

1.3 International students

France has a high proportion of international students in doctoral studies. About 25% of the doctoral degrees were awarded to international students. While the number of students from the European Union and Central and Eastern Europe has increased, the number of students from North Africa has significantly declined. Increasing the number of international students, especially in science and engineering fields, is one of the explicit goals of the French government. Different measures have been taken to increase the number of international students (see the discussion in 2.5).

> 2 DOCTORAL EDUCATION IN ENGINEERING

2.1 Enrollment in engineering programmes

In total France has about 66,000 doctoral students enrolled and about 10,000–11,000 doctoral degrees are awarded annually. The number of doctoral degrees increased significantly over a ten year period from 1990 to 2000. Each year about 1,400 doctorate degrees are awarded in the field of engineering and about 30,000 engineering Master's degrees are issued annually (CTI 2007). About 5% of the engineering students thus continue their studies at a doctoral level.

2.2 Admission

Students are eligible to apply to a doctoral programme when they have a DEA or a *Master of Research* degree. Other degrees may be considered, but these would fall under exceptional cases and should be approved by the president. In some fields, professional experience may also count towards appropriate qualifications in which case with some additional training students may be able to receive their *Master of Research* degree on the way.

When applying to a doctoral programme, a student must usually present a detailed proposal for doctoral studies, a transcript of previous studies, and demonstrate his or her prior qualifications. In some cases students may be invited for an interview. Enrolment decisions are based on the opinion of the head of the doctoral school and potential supervisor, but formally confirmed by the president of the university.

2.3 Structure

Although doctoral students follow courses and seminars, doctoral training in France is largely based on research experience in research groups. Formal research training is provided on the *DEA/Master of Research* level rather than on a formal Doctorate level.

Doctoral work in engineering fields is often conducted in cooperation with industry. One of the popular schemes of such cooperation is CIFRE (*Conventions Industrielles de Formation par la Recherche*). Participants of the CIFRE programme prepare their thesis in an enterprise and are hired by the company for a three year period. With this programme, a doctoral student gets industrial/professional experience from working with the industry and theoretical knowledge of being associated with a research laboratory in the university. 1,200 students participated in the CIFRE programme in 2006, a great majority of them being in the field of engineering. There are thus two types of doctoral tracks: CIFRE track and traditional track. While the first is more applied and the second more theoretical, the general structure of the doctoral programme is the same.

In the first two years engineering doctoral students follow courses. Usually the first year requirement includes two scientific modules (approx. 24 hours each) and the second year includes two professional modules (approx. 20 hours each). The scientific module is expected to broaden students' knowledge in the field and/or strengthen their theoretical background. Professional courses prepare students for the career and provide knowledge on specific professional issues e.g. on management, industry research etc. In both modules the courses are selected by the student but they must be approved by the supervisor and the head of the graduate school. In addition to the modules, a programme may require laboratory sessions or other duties.

The doctoral thesis is the most important part of the doctoral programme. The thesis is prepared under a mentorship of a supervisor, who must be a professor or have habilitation qualifications. The dissertation supervisor is proposed by the doctoral school and appointed by the president. The doctoral thesis must be written and orally defended. The dissertation is submitted to two *rapporteurs*, who must be professors or have the habilitation qualification and they may be either from the same institution or from outside. The opinion of the *rapporteurs* will be forwarded to the president of the university. The president will consider the opinion of the *rapporteurs* together with the opinion of the director of the doctoral school and authorizes the final defense.

The dissertation is defended in front of a panel of three to six members, appointed by the president based on the recommendation of the director of the doctoral school and the thesis supervisor. One third of the members in the panel must be from outside of the doctoral school or university; half of the members must be professors in the university. The panel decides after the defense about awarding the degree and the chair of the panel writes a report about the defense. The doctoral diploma is then signed by the president of the university.

2.4 Funding

Students in France pay only small fees. On the doctoral level the fee is Euro 290 per year. Students cover their living expenses from various sources: grants, employment in research projects, or other sources.

The most common funding source are research stipends from the French government. About 22% of all students fund their studies with these grants. The number of the grants has been slowly increasing and the minister offers 4,000 new fellowships each year (Ministère 2007). The students are chosen by the director and the committees of the doctoral schools and the money is then paid to the student by the government. This grant is a fixed term, three year funding source and provides an employment contract with associated obligations and benefits. The salary is about Euro 1,650 and students have an obligation to work full time on their dissertation. Students may also be involved in undergraduate teaching to a limited extent and receive a salary increase as a return. The French main research institution CNRS (*Centre National de la Recherche Scientifique*) offers also larger grants to engineers.

Companies are an important sponsor of Ph.D. training, especially in the engineering field. The support from the companies is usually also in the form of a three year contract. Enterprises may finance students directly. An alternative way is through the CIFRE system when a business company hires a Ph.D. student and will get some credit as a return from the government. The minimum salary of a CIFRE scholar is Euro 23,484 per year (ANRT 2007). Students can have a fixed employment contract also outside of the government grants. This can be a contract with an enterprise if the research project is of application oriented and in cooperation with the industry.

Students may also get funding from other sources. Research institutes often support doctoral students as laboratories are often jointly supervised by universities and research institutes and doctoral students participate in joint research projects.

Funding opportunities are better for students in sciences and engineering. While only 4.6% of the doctoral students are without funding in physics and engineering, more than 50% are without funding in social sciences and humanities (Ministère 2001).

2.5 Time to degree, drop-out rate, and age of doctoral students

Expected time to doctorate in France is 3 years. The actual study duration is somewhat longer but still relatively short. The average duration of the doctorate is 3.9 years (data from the year 1999) (Ministère 2001). The study duration varies somewhat across disciplines (Table 1). While a median student in chemistry and material sciences completes the degree with 3.23 years, students in humanities take more than five years.

Table 1. Average duration of Ph.D. studies (1998–1999) (%)

Discipline	2 years	3 years	4 years	5 years	6 years	Average	Median
Mathematics and informatics	2	34	42	15	7	3.9	3.82
Physics and engineering	3	54	34	7	2	3.52	3.37
<i>Physics and material sciences</i>	3	61	30	5	3	3.44	3.28
<i>Electronics and optics</i>	4	56	32	6	2	3.46	3.32
<i>Mechanical engineering, Energetic engineering, processes</i>	2	47	39	9	3	3.63	3.51
Chemistry and material science	2	65	28	4	1	3.37	3.23
Biology and medicine	1	29	48	16	5	3.96	3.91
Humanities	3	10	23	23	41	4.9	5.08
Social Sciences	3	11	25	26	34	4.76	4.88
Total	3	34	33	15	15	4.08	3.92

Source: *Ministère 2001*

On average, 40% of the doctoral students drop out of the programme and never complete their degree. The variation across disciplines is significant. In sciences and engineering only 12% drop out while almost 50% drop out in humanities (LeMerle 2004).

French doctoral students are relatively young. The median age of the students at the point of graduation is 29.5 years. In natural sciences like physics and chemistry doctors are the youngest – on average 27.2 years old while the age in social sciences and humanities is higher at 34.6 and 34.2 years respectively. In engineering fields an average new doctorate is around 28–29 years old (Ministère 2001:65).

2.6 Career patterns

As illustrated in Table 2, the most common destinations of recent graduates in France are industry (25%), followed by post-doctoral positions and higher education institutions. Expectedly, industry is a particularly prominent destination among physics and engineering graduates, 42% of whom continue their career in enterprises.

Post-doctoral positions are also quite common among recent graduates – at around 23% on average. Among physics and engineering students postdoctoral positions are less popular – at around 18%. Post-doctoral positions are often highly recommended to students by their professors. University positions are in demand and post-doctoral experience in other laboratories strengthens the CV of the candidate considerably. Post-docs in France are funded from different sources. The Ministry of Research funds post-doctoral positions (about 400) via research institutions. Often post-docs are funded via EU projects or the resources of laboratories. Doctors are often encouraged to do their post-doctoral fellowships abroad.

Table 2. Career choices of recent doctorates 18 month after completion (% of graduates) (1998–1999)

Discipline	Post-doc	Higher education institution	Research organizations	Enterprise	Other	Unemployed
Mathematics and informatics	16	29	7	28	8	2
Physics and engineering	18	15	10	42	7	4
Chemistry and material science	38	10	12	24	7	3
Biology and medicine	43	9	8	15	15	5
Humanities	4	38	5	9	33	7
Social Sciences	5	42	6	17	18	7
Total	23	21	8	25	16	5

Source: Ministère 2001

2.7 Present discussions on the doctoral education in the field of engineering

France has been reforming its higher education and research structure in the last years and is responding to the new challenges of the “knowledge economy”. Related to Ph.D. training, international attractiveness of the Ph.D. education, funding, and employment problems are on the policy agenda.

France is doing conscious efforts to attract foreign students. The Prime Minister in 2003 set a goal to make France the most popular European destination for foreign students, and the issue of world wide competition for talent was a part of the election campaign of the current President. A landmark report by the state planning commission in 2005 stated that French universities must attract foreign students to meet future research and development needs and that there is a need to attract the best students, not only more students. The number of international students has indeed been increasing over the last years. France has taken serious measures to improve its attractiveness as a study destination. France is seriously promoting its higher education. Since 2003 *Centres for Studies in France* (CEF) were set up in embassies in order to attract bright foreign students and simplify the procedures for relocation. The agency *Edufrance* promotes French education abroad. The government has also set up policies of grants and scholarships for foreigners. Eiffel Excellence Scholarships is one influential funding source, administered by the Ministry of Foreign Affairs. Launched in 1999, it used to support international students in economics, engineering sciences and political science/ law only in lower degree levels (licence and *maîtrise* level), but since 2005/6 Eiffel Doctoral Scholarships were added. 80 scholarships in total support one year study in France with a co-supervision. The doctoral scholarships cover also a broader range of studies than the initial Eiffel programme and cover natural sciences and some technological fields. France has also created joint doctoral colleges; e.g. a Franco-Japanese and a Franco-Chilean doctoral college, which support joint supervision and an exchange year in the partner country.

Funding is one of the issues in doctoral education. This is particularly a problem in humanities where government grants are almost the only available funding source for students and they do not cover the majority of students. Sciences are in a quite a different position. Research laboratories need doctoral students as research assistants and therefore provide assistantship positions. Universities must therefore find funding for the students in order to attract students. There is competition for doctoral students. Good laboratories attract good students, and good students are attractive for future contracts with enterprises.

Employment prospects are another issue of doctoral studies in France. Only about 30% of the doctors find a place in university or in a research institute. The number of new doctors exceeds the number of available positions. This was one reason why doctoral schools were originally set up – to broaden the skill set of young researchers. The efforts in professional training of doctoral students have on the other hand raised a concern that the work load of students increases and it gets harder to finish in three years.

The government also takes efforts to provide further opportunities for young researchers. *Concerted Incentive Scheme for Young Researchers* is a scheme that offers financial support for young researchers and teams to conduct innovative projects and explore new directions of researchers. The budget of this scheme is currently around Euro 12 million per year. Making scientific careers more attractive is one of the priorities in research policy. The government has also increased the number of post-doctoral fellowships in order to increase the attractiveness of academic careers.

> 3 REFERENCES

- ANRT (2007) *Les Conventions Industrielles de Formation par la Recherche* (CIFRE). http://www.anrt.asso.fr/fr/espace_cifre/mode_emploi.jsp?index=2.
- CTI (2007) CTI – Commission des Titres d'ingénieurs. http://www.cti-commission.fr/site_flash/fr/documents%20CTI%20pdf/Plaquette%20Site%20En.pdf
- Dumur, D. (2008) The engineering doctorate in France. Presentation at the International Workshop "Future of the Engineering doctorate in Germany". 11.01.2008 Technische Universitaet Muenchen.
- Kaiser, F. (2007) *Higher Education in France: country report*. CHEPS Higher Education Monitor. CHEPS.
- LeMerle, J. (2004) "France". In *Doctoral studies and qualifications in Europe and the United State : status and prospects*, Sadlak, J. (ed.), pp. 37–55. Bucharest: UNESCO, CEPES
- Ministère de l'Education Nationale, Ministère de la Recherche (2001) *Rapport sur les Études Doctorales*. Mission scientifique universitaire, May 2001. <http://dr.education.fr/RED/red2001.pdf>
- Ministère de l'Education Nationale (2007) *Doctorat: Formations générales*. <http://www.education.gouv.fr/cid306/doctorat.html>

A 4.4 SWEDEN

> 1 DOCTORAL EDUCATION IN SWEDEN

Sweden has over 30 higher education institutions but doctoral degrees are awarded only by 13 institutions. Institutions that have university status may offer postgraduate degrees on a general basis; institutions with non-university status may apply for an accreditation in a specific discipline; other institutions may provide postgraduate training in cooperation with another institution that has the authority to offer postgraduate awards.

A new type of organisation – national graduate school – has made joint programmes between universities very common. In the year 2001, the government established national graduate schools in 16 fields of study (e.g. materials science, mathematics and computing, multidisciplinary natural sciences). Each graduate school has one host institution and several partner institutions. In the framework of a graduate school, students from different institutions follow some of the course work together. The national graduate school was an initiative to contribute to the quality of postgraduate education, to promote recruitment, and to increase efficiency. National graduate schools were also meant to increase cooperation between universities, thereby supporting especially universities that do not have the authority to grant doctoral degrees.

In the last few years Sweden has revised its degree structure. Inspired by the Bologna process, Swedish universities have adopted the 3+2 model. In addition to these general degrees there are about sixty professional degrees for which specific objectives are stated by the government; e.g. medical qualifications, engineering degrees, and agronomics degrees. Programmes leading to professional degrees vary in length depending on their character. Engineering education is mainly offered in professional programmes. There are two first level degrees in engineering. The *civilingenjör* degree, roughly corresponding to a Master of Science or *Diplom-Ingenieur* degree, is awarded after 4.5 years of study. The *högskoleingenjör* degree, a university diploma in engineering, is awarded after 3 years.

In Sweden there are two types of postgraduate degrees: licentiate and doctorate. The former takes about two years and the latter four years. Licentiate is primarily an intermediate degree on the way towards a doctorate and in most disciplines the number of doctoral degrees clearly surpasses the number of licentiates. Engineering is however an exception to this rule and engineering licentiates count for almost half of all licentiate degrees in the country.

1.1 Funding and planning

All universities in Sweden are funded by the government. Institutions of higher education receive a money allocation for educational activities. The allocation is determined mostly by student enrolment but also includes a performance-based component. Research and postgraduate training is funded by separate grants and divided between four areas of research: humanities & social sciences, medicine, natural science, and technology.

Postgraduate education is free of charge for students in Sweden and most students also receive a monthly stipend. Postgraduate training is financed by the government, the government allocation is further distributed to faculties, and the faculty board decides how the money is further allocated to students. There is also funding from external sources (research councils, foundations) that supports postgraduate students.

While in earlier times every student with an eligible diploma had the right to continue studies in a post-graduate programme, the philosophy started to change at the end of the 1960s. The higher education reform in 1998 introduced a major change and affected student numbers considerably. The reform made guaranteed funding a prerequisite for admitting a postgraduate student and consequently enrolment numbers had to be adapted to available resources. This meant that from that point onward, faculties must be able to provide postgraduate scholarships and student grants to support their students. Students may also use their own family income or income from work if they can prove that they can support themselves for the entire study period at least for half-time study.

The 1998 reform was primarily inspired by the objective to accelerate throughput and increase the graduation rate of postgraduate education (NAHE 2007). There was a concern that overcrowding in doctoral schools could lead to long study duration and a high drop-out rate, so student numbers had to be limited. The government also wanted to ensure beforehand that students are fully funded for their studies and that it is financially possible for them to pursue their studies on a full-time basis.

While the proponents of the reform claim that the reform has made post-graduate training more efficient, the reform has also raised many questions. Most importantly, the critics ask whether the reform makes admission to a postgraduate programme partially dependent on financial resources and not on talent. Many faculties with lower financial resources had to cut the number of post-graduate students – mostly in humanities and social sciences. This has been claimed to hurt academic culture and possibly harm the “critical mass” that is necessary for quality postgraduate education (Mähler 2004).

1.2 Quality assurance

Universities have a relatively high degree of autonomy in Sweden. Universities can decide on study programmes, use of resources, and governance. Formal responsibility for doctoral programmes lies usually in the faculty, but individual departments tend to have a high level of autonomy to decide their own requirements and procedures.

All higher education institutions that have a university status (and a few others) have a general right to establish and provide postgraduate programmes. In the non-university sector, higher education institutions must apply for a government accreditation in one or many disciplines. Accreditation is conducted by the National Agency for Higher Education (NAHE) based on the application by the institution. When the accreditation procedure has been successful, the institution gets funding for postgraduate training and research.

In Sweden all postgraduate programmes are subject to the regular government evaluation. Since 2001, the National Agency for Higher Education organizes regular programme evaluations that include both undergraduate and postgraduate programmes. All programmes must be evaluated every six years. The evaluation procedure consists in a self-evaluation, external evaluation, and a follow-up.

1.3 Structure of doctoral programmes

General goals of educational programmes at the undergraduate and postgraduate level are specified in the *Higher Education Act* and the *Higher Education Ordinance*¹. These documents set general expectations to graduates, such as specific knowledge and skills, critical thinking, ability to follow the development of knowledge, etc. At the postgraduate level students are also expected to develop knowledge and skills for undertaking independent research.

The doctoral degree is a four year degree. The degree programme combines taught classes with independent research that culminates in a dissertation. A candidate must accumulate 160 study credits (equivalent to four year full time study), from which the dissertation constitutes at least 80 credits. The higher education reform in 1998 introduced some specific requirements for postgraduate training that were expected to make the training more efficient and to clarify mutual rights and obligations of the student, supervisor, and faculty. According to the new regulation every student must have a general study plan that is unique to the study programme as well as an individual study plan. The individual study plan includes a schedule for course work and dissertation. The study plan must be approved by the faculty board or another authorized committee and it should be reviewed annually.

The dissertation constitutes the major part of doctoral education. The dissertation can be either a monograph or a compilation of published research articles with an attached introduction/summary. The format of the dissertation varies greatly across disciplines and so does the nature of the research experience. In humanities students usually work alone while in sciences students work more often in research groups and participate in joint projects. While in the former case students are more likely to write a monograph, in the latter case students publish their dissertation in the form of compiled articles. The great majority of students write their dissertation in English (8 out of 10 students).

Most students have some form of employment or a service position at their department. Usually the job involves teaching an undergraduate class. The *Higher Education Ordinance* regulates work conditions of doctoral students and specifies issues related to scholarships and departmental duties.

¹ See the *Government Offices of Sweden* website <http://www.sweden.gov.se/sb/d/7868/a/21541> for the documents.

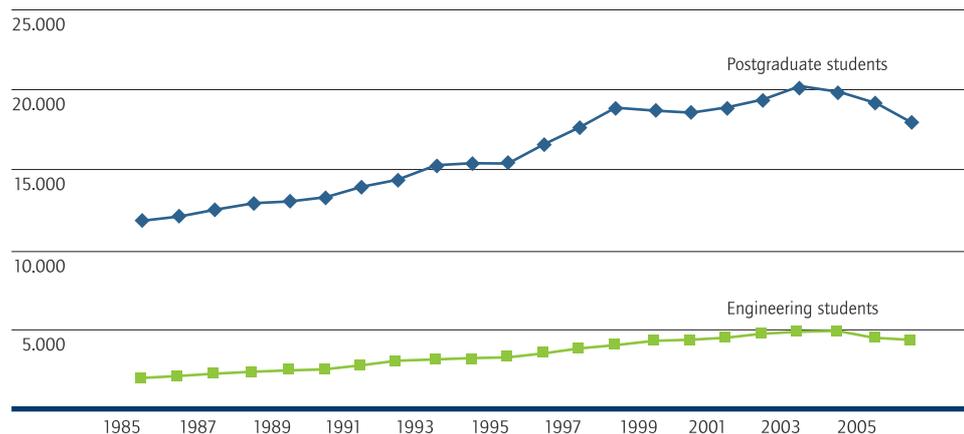
> 2 DOCTORAL EDUCATION IN ENGINEERING

2.1 Enrolment trends in engineering programmes

Like in most other European countries, enrolment in postgraduate programmes has increased rapidly in Sweden in the last few decades. In the 1990s the number of postgraduate students increased by 30%, but after the reform of 1998 the student number stabilized and even declined

(Figure 1). In the year 2005, there were 19,179 postgraduate students. The 1998 reform imposed serious restrictions on students in all departments, but engineering departments suffered less compared to other departments. Most universities had to cut enrolment in humanities and social sciences because of the strict funding requirement, but engineering departments have had more opportunities to provide financial support to their students. In 2005, there were 4,485 engineering postgraduate students enrolled in Sweden.²

Figure 1 The number of postgraduate students, total and in engineering (1985 – 2006)

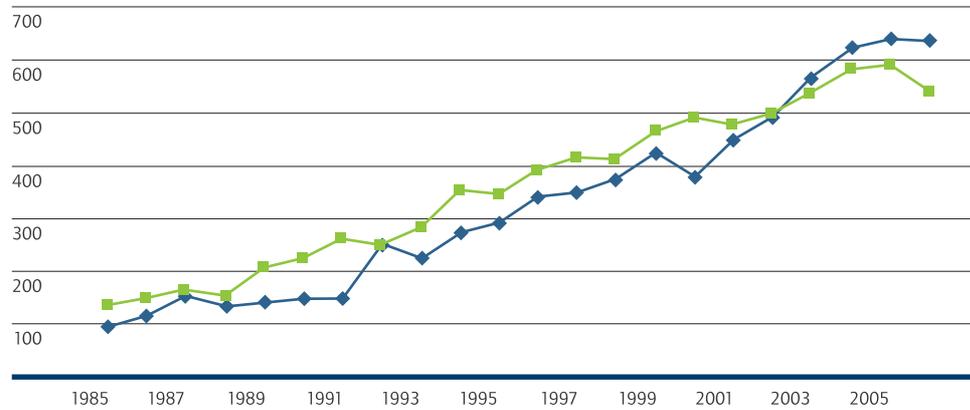


Source: SCB (2007)

The number of postgraduate students above includes all students who aspire either a doctorate degree or a licentiate degree. Figure 2 distinguishes the graduates by the type of degrees. It should be remembered that in the Swedish system licentiate degree is primarily a stepping stone to the doctorate and students with a licentiate degree are likely to continue their studies in a doctoral programme. Sweden awarded 642 engineering doctorates in the year 2005.

² In the Swedish statistics, engineering (more precisely, 'technical sciences') includes a range of subjects: chemical engineering, bio-engineering, technical physics and electrical engineering, informational engineering, mechanical engineering, technical material science, industrial and civil engineering, and architecture. For details see: http://www.scb.se/statistik/UF/UF0204/UF0204_blanvforsk_forteck1.pdf

Figure 2 The number of graduates with a doctorate and a licentiate degree (1985–2006)



Source: SCB (2007)

2.2 Admission

While universities have the right to decide upon their own admission criteria, the general admission principles are regulated nationally with the *Higher Education Ordinance*. The regulation from the year 2001 specified general rules for the admission procedure in order to make the procedure more transparent. Universities are now required to publish information on available study programmes, positions, and admission criteria. Universities must establish official admission procedures, specify criteria for eligibility and selection, and clarify decision making procedures.

Students are qualified for a postgraduate study after completing their undergraduate programme. According to the new European Credit Transfer System, applicants must have a degree awarded at advanced level or have completed studies for at least 240 higher education credits of which at least 60 were awarded at an advanced level. Applicants in engineering are expected to have a prior education in a related field.

The department in the faculty is in charge of the admission process and applicants must send required documents to the department. Many universities have still a flexible admission format, i.e. they admit students whenever a funding source opens up or when applications are received from a qualified student with access to external funding. However, increasingly universities and departments have a fixed application procedure and specify a time window when applications are reviewed. Applicants commonly must submit the following documents: diploma transcript and diploma work, letters of recommendation, curriculum vitae, and application. Success in the previous study programme and especially the quality of previous independent assignments (such as undergraduate projects) are often seriously considered in the selection process.

The majority of the Swedish students continue their doctoral studies in the same institution where they completed their undergraduate studies.

2.3 The structure of the doctoral programme in the field of engineering

Postgraduate engineering programmes integrate taught courses and dissertation research. Usually the course work accounts for around 40–60 credit points and the dissertation correspondingly for 100–120 credits. Some of the courses may be provided by National Graduate Schools (see above), in which case students from several universities participate in the same course. As required by the government regulation, all students must have an individual study plan and the plan must be reviewed regularly. According to the national regulation all students are entitled to supervision. In many cases students have a main supervisor and an assistant supervisor.

The dissertation is a major part of the doctoral programme. It must be publicly defended and it must be made available for the academic community at least three weeks before the public defense. For the defense, the faculty board appoints an opponent and an examination board, including the chair of the examination board. The examination board consists usually of three to five people and at least one board member is chosen from another institution. Most universities require that the opponent is not professionally linked to the student or to his or her supervisor and often the opponent is expected to come from another institution. As a rule, the supervisor is not part of the examination committee. The dissertation is orally defended and the opponent, the examination board members and finally the general audience may ask questions to the defendant. The examination board makes the final decision about awarding the degree.

Recent evaluations of postgraduate programmes and surveys of postgraduate students give a general picture that Swedish postgraduate education is satisfactory (NAHE 2004, NAHE 2003). A few critical notes have been raised by doctoral students.

Supervision of doctoral students has received serious criticism in Sweden in recent years. A 1999 survey showed that almost 40% of the postgraduate students claimed that insufficient supervision prolonged their studies unnecessarily. By NAHE (2003), one out of four students either has changed or has seriously considered changing his/her supervisor. Compared to other fields, engineering students are most critical about the quality of supervision together with students in humanities and religious studies (NAHE 2003: 29).

Another problem that is noted by the NAHE (2003) survey is high stress-level of postgraduate students. This negative stress is usually linked again to the quality of supervision. The problem of supervision is taken serious by Swedish universities and there are initiatives to professionalize supervision by providing training courses or appointing assistant supervisors to supplement the competencies of the main supervisor.

Postgraduate students find their course work quite satisfactory. Yet almost half of them find that the courses do not match their desires and needs and one third do not find the course work helpful for their dissertation. Engineering students are however among the most satisfied with their course work, along with students in natural sciences, pharmacy and veterinary sciences (NAHE 2003: 36).

Sweden is also adapting to the changing nature of the labour market and student profile. As of 2002, students may apply to study also part time in a postgraduate programme, in order to provide opportunities for people who are already working. There have been also various attempts to make doctoral training broader and prepare students for careers outside universities. One of such initiatives is *Industrial Research Institutes*. This initiative was started in the mid nineties by the Knowledge Foundation in order to promote collaboration with the industry sector. In this programme, postgra-

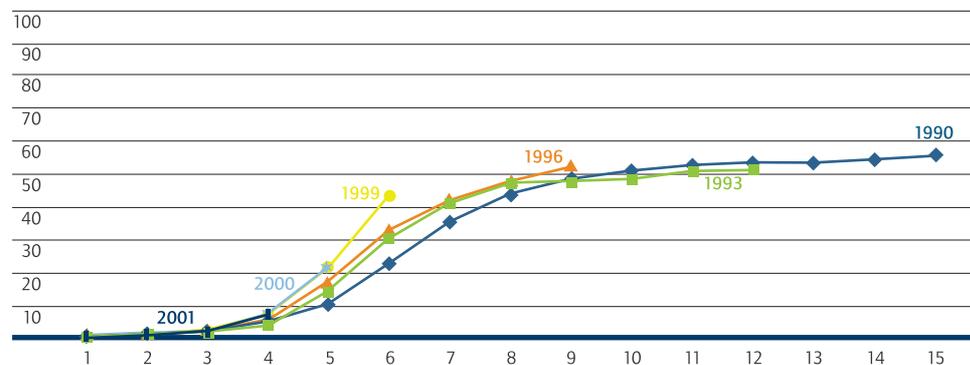
duate students work simultaneously at the university and in the industrial sector and also have supervisors from both sectors.

2.4 Time to doctorate and the age of Ph.D. students

Swedish students start their postgraduate studies quite late. The average student enters a doctoral programme at the age of 29 and graduates when he/she is around 35 or 36 years old (NAHE 2006). Engineering students are among the youngest at the point of graduation – around 31 years old.

Time to doctorate has been a serious concern in Sweden and as a result of conscious efforts study duration has become shorter over years. In 2001 the median duration of studies for full-time students is 4.5 years. Not controlling for full-time equivalency and ignoring any academic leaves and study breaks the average duration of studies is eight years. Like elsewhere, duration varies across disciplines, being the longest in humanities and social sciences. Technological fields are on the shorter side with around 3.5–4.5 years on average (NAHE 2006). Study duration has consistently shortened over years with each cohort, as illustrated on Figure 3. As it can be also seen from the figure, a large proportion of the entering students fails to graduate at all. Among the engineering students about 40% fail to graduate, which is higher than among students in natural sciences, but lower than among students in humanities (NAHE 2007).

Figure 3 The proportion of entering engineering students who had graduated by the term 1–15, cohorts of 1990–2001.



Source: NAHE (2007: 41)

2.5 Funding

There are two main sources of funding for postgraduate students – fellowships and student grants. Fellowships are considered as a formal appointment of doctoral students. The package includes a monthly salary and benefits such as social security and paid holidays. The monthly salary is around € 1,700–2,300 and is a result of negotiations between the trade union and the specific higher education institution. This funding lasts for four years but for no more than one year after completing the degree programme. The fellowship requires that students devote most of their time on their research but the fellowship usually includes also some service to the department, such as research, teaching, or administration. Such fellowships are the most common form of support in the engineering field (NAHE 2006b).

The other major source of student funding are study grants. The amount is regulated by the government (around € 1,500) but paid from faculty resources. These grants do not include any benefits. Grants are offered for twelve months and can be renewed up to two years and five months in total. Study grants usually require some service to the department, most commonly in the form of research and teaching assistantships, but the service may not take more than 40% of the work load.

Study grants and scholarships are often funded by outside sources, such as the research councils, foundations, and the business community. As a general tendency, institutions themselves offer fewer scholarships than they used to and they move more towards study grants (NAHE 2006b).

A relatively large proportion of engineering postgraduate students pursue their doctoral studies while working either part- or full-time outside the university. These students rarely have postgraduate study grants (NAHE 2006 report).

2.6 Career patterns

Postgraduate degrees are demanded on the Swedish labour market and the evidence shows that doctors have a lower risk of unemployment than undergraduates (NAHE 2006). In 2000, 49% of all new doctors were hired in the public sector, which is primarily the higher education sector. 33% were hired by the private sector and 18% by local authorities (e.g. hospitals). About 10% of all postgraduates work as independent professionals, such as engineers and architects.

Many doctors continue on a post-doctoral position either in Sweden or abroad in order to further develop their research skills. There is no clear structure of post-doctoral positions in Sweden: the position may be a research assistantship, a temporary research contract for a project or other teaching/research duties. Kim (2000) points out that the low number of such positions is a real problem because there are not enough job opportunities for recent graduates and not a sufficient base for recruiting for permanent academic staff. Evidence also shows that recent graduates are overwhelmingly interested in academic careers and there are not enough academic positions available to accommodate the need (NAHE 2004).

Data on career choices and perspectives of engineering graduates specifically is not available for this paper.

2.7 General issues in doctoral education with emphasis on engineering

The main issues related to doctoral training in Sweden are similar to those in other countries: study duration, attracting “best talent” to doctoral education, and preparing students for diverse careers.

Study duration is one issue that has received a lot of attention in Sweden. The situation is now consistently improving as a result of a combination of changes in regulation, funding and requirements. The quality of supervision is another issue that is being addressed.

One of the major issues in Sweden is currently an imbalance between the supply of engineering and science students at lower education levels and demand for doctoral candidates. Attracting qualified people to doctoral programmes is recognized as one challenge in Sweden. Diploma and bachelor level programmes in engineering as well as master and postgraduate programmes face recruitment difficulties. In the fields of natural sciences and engineering, fewer students go to a higher level of undergraduate studies and even fewer go to postgraduate studies. An evaluation of the situation in the civil engineering education in Sweden demonstrated that many students at the undergraduate level do not complete their studies either because of insufficient preparation for their studies or because of the lack of incentive to complete the studies (NAHE 2006c). This is recognized as a major problem because, similarly to other countries, Sweden recognizes the need for highly qualified specialists to feed the ‘knowledge economy’ and believes in a growing need for highly qualified labour for its economic growth. As a result, the government has established many initiatives to increase the attractiveness of education in natural sciences. The initiatives seem to have had an effect and the number of graduates with a natural science degree at both undergraduate and postgraduate level has risen remarkably. On the other hand, recent studies demonstrate that the labour market may not be able to absorb all the graduates with degrees in natural sciences and engineering. The unemployment rates are rising among these graduates and this is the case even among doctoral level graduates (NAHE 2005).

One of the goals in Sweden, like in many other countries, is to reshape doctoral education from being strictly training for academic careers to a more broader professional spectrum. Postgraduate students are still greatly interested in academic careers and the number of people interested in an academic career surpasses the number of available positions in the academic sector (NAHE 2004).

3. REFERENCES

- Kim, L. (2000). "The Case of Sweden". In *Academic Careers: A Comparative Perspective*, J. Huisman and J. A. Bartelse (eds). Enschede: CHEPS.
- Mähler, H. (2004) "Sweden." In *Doctoral studies and qualifications in Europe and the United States : status and prospects*, Sadlak, J. (ed), pp. 201-230. Bucharest: UNESCO, CEPES.
- NAHE – National Agency for Higher Education (2003) *A Mirror for Postgraduate Students*. <http://www.hsv.se/download/18.539a949110f3d5914ec800086807/0328R.pdf>
- NAHE – National Agency for Higher Education (2004) *Usefulness of postgraduate studies*. NAHE report 20R. <http://www.hsv.se/download/18.539a949110f3d5914ec800083304/0420R.pdf>.
- NAHE – National Agency for Higher Education (2005) *Sweden needs more natural scientists – or does it?* NAHE Report 46 R. <http://www.hsv.se/reports/2005/swedenneedsmorenaturalscientistsordoesit.5.539a949110f3d5914ec800074576.html>
- NAHE – National Agency for Higher Education (2006) *Swedish Universities & University Colleges : Short version of annual report 2006*, Y.z. Klemming (ed.). NAHE Report 38 R. <http://www.hsv.se/download/18.539a949110f3d5914ec800081527/0638R.pdf>
- NAHE – National Agency for Higher Education (2006b) *Survey of the use of scholarships to fund postgraduate study – report on a government assignment*. NAHE Report 44 R. <http://www.hsv.se/download/18.539a949110f3d5914ec800082762/0644R.pdf>
- NAHE – National Agency for Higher Education (2006c) *Evaluation of Civil Engineering Programs at Swedish Universities and Institutions of Higher Education*. NAHE Report 31 R. <http://web2.hsv.se/publikationer/rapporter/2006/0631R.pdf>
- NAHE – National Agency for Higher Education (2007) *The 1998 reform of postgraduate education – throughput and graduation*. NAHE report 2007:35 R. <http://www.hsv.se/download/18.5b73fe55111705b51fd80004567/0735R.pdf>.
- SCB – Statistics Sweden (2007) *Doktorander*. http://www.scb.se/templates/subHeading_75811.asp

A 4.5 THE UNITED STATES

> 1 DOCTORAL EDUCATION IN THE UNITED STATES

Doctoral education is a large and diverse enterprise in the United States. Over 40,000 doctoral degrees are awarded annually by about 430 universities (NSF 2006). Next to the traditional research-based doctorate (Ph.D.), the number of professional doctorates such as J.D. (Doctor of Law) or Ed.D. (Doctor of Education) is consistently growing. Also the number of doctoral granting universities has been continuously increasing over the last few decades, reflecting the pursuit of prestige that doctoral programmes bring to a university. Doctoral degrees are thus awarded by a variety of institutions and selectivity of admission and rigor of training varies greatly across the system. On the other hand, Ph.D. education is heavily concentrated in the top research intensive universities: the top 50 universities award 63% of all doctoral degrees (NSF 2006). And despite of the highly decentralized and heterogeneous system, doctoral training has also characteristics common to the entire sector.

In the United States model, doctoral training is an integral part of the larger research system. Fundamental research in the United States is primarily conducted at universities, typically with the assistance of graduate students. This combination of cutting-edge research and doctoral education is assumed to be the strength of the system since it provides students with intensive, real-world research experience and prepares students to be scholars capable of discovering, integrating, and applying knowledge (NAS/NRC 1995). Secondly, doctoral training in the United States is decentralized and to a large extent driven by 'market forces'. Government has only an indirect influence on the number of doctoral students and no role in direct planning. Most of the Federal support reaches doctoral education indirectly in the form of research grants. Since these funds are allocated to research groups on a competitive basis, research intensive universities are able to attract the majority of these funds, which ensures that the majority of the doctoral students flow to institutions with good research quality (Altbach 2004). This decentralized system is not without its problems. Its critics have pointed out that enrollment of doctoral students should not be driven by the human resource needs of the departments, such as need for research and teaching assistants, but more strategically planned taking into account the need for skilled graduates in the society (Goldman and Massy 2001). Over-production of graduates is one concern in the system and will be discussed below in greater detail.

1.1 Funding

Funding of doctoral education is as complex as higher education funding in the United States in general. With the exception of limited number of doctoral fellowships, there is no direct stream of funding from the Federal government or state governments to the universities that is allocated for the purpose of doctoral training. Doctoral training is financed from different sources: the federal government, state governments, tuition fees from students, university's own resources, and resources from private and non-profit organizations. Relative shares in this funding mix vary in different types of institutions.

Tuition fees in doctoral programmes vary vastly across institutions and reach \$30,000 per year in the most expensive institutions. The extent to which doctoral students actually pay the fees out of their pocket depends on the institution and their field of study. The majority of students get some form of financial support during their studies. The most common form of financial support are research assistantships (66%) and teaching assistantships (51%) (NSF 2000). These support schemes usually

provide tuition waivers and a monthly stipend and as a return require limited hours of work (about 15–20 hours a week) in research or teaching capacity. Less prevalent financial support mechanisms include fellowships, traineeships, and student loans. Most students combine the different mechanisms during their studies. The number of sources and the kinds of support used by doctoral students vary by field of doctorate, sex, citizenship status, and race/ethnicity (NSF 2000). An increasing proportion of students still build up loans while they are in the Ph.D. programme. A national survey showed that doctorates with substantial education loans quadrupled between the end of the 1980s and the end of the 1990s in non-Science & Engineering fields. Science & Engineering students are on average financially more secure but even in their case the number of students with substantial education loans increased two times over the period (NSF 2006).

1.2 Quality assurance

In the United States universities have a high degree of autonomy and government involvement in quality assurance is very limited. Institutional accreditation is the main quality assurance mechanism in the higher education sector. Universities are accredited by regional accreditation agencies, which are non-governmental agencies controlled by the academic community and recognized by the government. Accreditation is usually based on a self-evaluation report, which discusses different academic and non-academic aspects of the institution (e.g. academic resources, extracurricular activities, doctoral programmes etc). Based on the report the university is then evaluated by an accreditation team. The accreditation does not provide an assessment on the quality in the institution; it only ensures that the university meets some basic requirements expected from a higher education institution. Universities are not required to get the accreditation in order to function, but accreditation gives their students an access to publicly subsidized education loans and is a precondition for other government funding. Specific requirements of the accreditation vary from state to state. Some states require further accreditation or authorization before an institution can issue certain degrees. In addition to the institutional level accreditation, in some fields the programmes are accredited by professional associations, e.g. Engineering, Law, and Teacher Education. In these cases the profession usually requires a license of practice and a degree from an accredited institution either ensures the license or counts towards obtaining the license.

Doctoral programmes are not separately accredited or evaluated. The responsibility for the quality assurance lies in the institution itself. Regular department reviews that include a review of the graduate programme are the norm in many universities (Nerad 1997). Usually the Graduate School in each university has some role in standardizing doctoral procedures and requirements of doctoral degrees in the institutions, but the main responsibility of setting the standards and expectations is in the academic units (Geiger 1997). There are some independent initiatives of quality assessment. The National Research Council conducts assessments of doctoral programmes in the United States every 10 to 15 years (published as Goldberg et al 1995). While this is rather an informational exercise than a mechanism of quality control, institutions and individual graduate programmes take the results very seriously.

1.3 Structure of the doctoral programme

The higher education system in the United States has three levels: bachelor's degree, master's degree, and doctoral degree. The Bachelor's degree is usually a four year degree that in most cases starts

with a broad liberal arts education and thereafter leads to a specialization area (*major*). The Master's degree is a one- or two-year degree. There are well-known independent professional master's degrees, such as MBA (Master of Business Administration) or MPA (Master of Public Administration). In other cases the master's degree is only a stepping stone to a Ph.D. degree. This is the case especially in humanities and many social sciences. Requirements for entering a Ph.D. programme vary between study fields and universities. As a general rule, students change the institution when entering a Ph.D. programme. Only 15% of all doctoral students continue their studies at the same university where they had received their bachelor's degree (NSF 2006).

While specific requirements of the doctoral training vary between disciplines and institutions, the general structure of the Ph.D. programme is quite homogenous. Typical steps in a doctoral programme include coursework, doctoral/comprehensive exam, defense of the dissertation proposal, and defense of the dissertation (*more detailed description in the next section*). On average, it takes five or six years to complete a doctoral programme in all fields, except in humanities where the average study time is 7 years (NSB 2002). On average, doctoral degrees are awarded 10,6 years after the bachelor's degree. The length of time to doctoral degree is a much discussed topic in the United States. The problem is not only the relatively long time that the students spend on getting the degree but the time has also increased in the last decades. Different reasons have been suggested for why doctoral degrees take longer now than two decades ago. It has been suggested that students now have bigger commitments as research and teaching assistants. Since these commitments do not contribute directly to their own research they must take longer to complete their own research project. It has been also argued that science has developed rapidly, which means that doctorates must absorb a greater amount of existing literature and master more complex research methods (Altbach 2004, Goldman and Massy 2001, Geiger 1997).

1.4 International students

One of the unique characteristics of the graduate education in the United States is the high proportion of international students. International students account for 17% of all doctoral graduates in the country. In Science & Engineering programmes the number is much higher. 41% of graduates in the field of Engineering and 39% in Computer Science, and Mathematics are international students (NSF 2006).

1.5 Recent debates and issues

Ph.D. education became a subject to serious scrutiny in the middle of the 1990s and since then many reports point consistently to a set of problems in doctoral training. The key issues are the discrepancy between doctoral training and labour market needs; under- or over-production of Ph.D.s; and long time to doctoral degree and completion rates.

One of the most serious criticisms of the doctoral education in the United States is that the nature of the training does not correspond to actual labour market needs. A well-known policy paper (NAS/NRC 1995) points out that Ph.D. students are trained too narrowly and are provided only with research skills. The training is thus designed for careers in research intensive universities. In reality, however, the majority of students continue their careers in teaching intensive universities or industry, both of which require a broader range of knowledge and also 'soft skills' such as collaboration and

communication of knowledge. Ph.D. students have been found ill prepared for such careers. On the other hand, a recent survey (Golde and Dore 2001) reveals that most students are interested in a faculty job in the future. This expectation seems to be encouraged by their supervisors. The student expectations for an academic position, however, do not reflect actual labour market outcomes, which is a source of frustration among recent graduates. Saturation of the academic labour market and overproduction of doctorates is a much discussed topic in the country. Entering academic job markets is increasingly difficult and the time before entering tenure track jobs has prolonged over years.

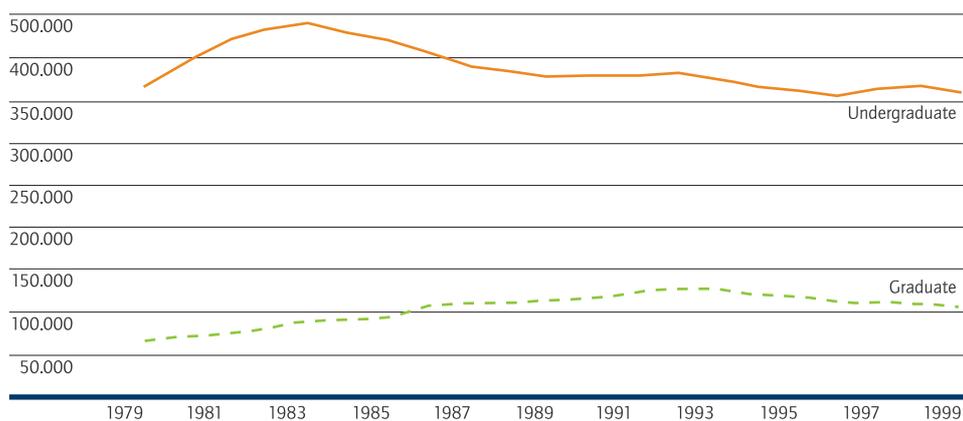
> 2 DOCTORAL EDUCATION IN ENGINEERING

Doctoral studies in the field of Engineering are not much different from other disciplines and the programmes also face the same challenges as the rest of the sector. Unlike in many other fields though, undergraduate Engineering programmes have experienced a serious decline in enrollment numbers in the last 25 years.

2.1 Enrollment in Engineering programmes

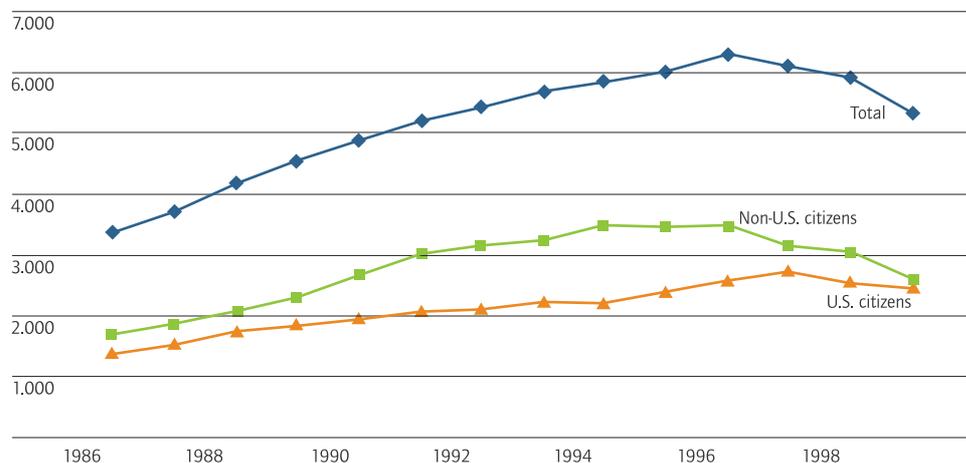
Starting from 1983, student enrollment in Engineering programmes declined sharply until 1990 and thereafter stabilized and continued a slow decline (Figure 1). Over this period, the proportion of students who chose Engineering as their field of study has dropped from 8% to 5% of all undergraduate students and in absolute terms the enrollment decreased by 20% (NSF 2002). This decline is attributed to low interest in Engineering education among undergraduate students. Proposals have been made to improve undergraduate teaching in universities and science teaching in lower levels of education in order to make students better prepared and more interested in the Engineering field.

Figure 1 Student enrollment in engineering programmes, by level 1979 – 99



Data source: NSF (2002)

Figure 2 Earned doctoral degrees in engineering, by field and citizenship, 1986 - 1999



Data source: NSF (2002)

Graduate level (Masters and Doctorates) enrollment trends have been quite different. The enrollment in Engineering graduate programmes increased until 1993 and started to decrease slowly after that. This trend, however, is primarily driven by the number of international students. The number of U.S. citizens in the Engineering graduate programmes has declined consistently over the years while the number of foreign citizens has grown. At the doctoral level, the number of Engineering degrees peaked in 1996 (Figure 2). The decline after 1996 can be attributed again to the decline in the number of degrees earned by foreign students from 1996 to 1999, and only marginally to the decline among domestic students.

2.2 The structure of the doctoral programme in the field of engineering

The structure of the doctoral programme in Engineering is quite similar to doctoral education in other fields.

2.2.1 Admission

Institutions vary considerably in their degree of selectivity, but the admission procedure itself is similar in all institutions. In many schools students can apply to a Ph.D. programme as soon as they have completed their bachelor's degree, but some programmes require that applicants have completed the master's degree. The prior degree is expected to be in the engineering field or in sciences more broadly, but in the latter case students may be required to take additional preparatory coursework when admitted to the programme. If a student does not have a master's degree when entering the Ph.D. programme, he or she will usually receive the degree after completing required coursework and fulfilling other requirements. Only then is the student formally upgraded to the Ph.D. programme. However, the master's degree is in such a case only a stepping stone to the Ph.D. programme as students apply and are admitted to the Ph.D. programme, not separately for the master's programme and thereafter to the Ph.D. programme. If a student enters the programme with a master's degree from another school, he or she may be able to begin working directly at the Ph.D. qualifiers.

The application procedure is usually managed centrally by the Graduate School. The applicant is required to submit the following materials: academic transcript (i.e. grades from the previous programme); GRE (Graduate Record Exam – a standardized test for graduate studies); statement of purpose that describes the student's interest area and motivation; and three letters of recommendation. Foreign students must also provide TOEFL (Test of English as a Foreign Language) scores to demonstrate their English ability.

2.2.2 Structure

The programme consists of the following steps.

Coursework. The extent of required courses varies from programme to programme, but students usually take courses in their first year and sometimes in their second year. The coursework includes mandatory courses on the fundamentals of the field, methodology and research courses, and more specialized courses relevant to their specialized interest area.

Qualifying exam. The qualifying exam is taken after the required coursework is completed, after the first or the second year in the programme. The comprehensive or qualifying exam is a part of the doctoral programmes in all fields in the United States. Its format varies greatly, from a review paper to an in-class exam. The qualifying exam has usually two parts: a written and an oral part. The oral part is often combined with the dissertation proposal defense (see below). When a doctoral student does not pass the exam after the limited number of attempts, he or she will not be able to continue his/her studies.

Dissertation proposal. Students are required to prepare a statement on their dissertation project. The statement identifies the research question, presents familiarity with existing research in the area, and discusses the research methodology of the project. The proposal is usually discussed at a formal committee meeting and must be accepted by the student's dissertation committee. The students are usually expected to present their proposal in their second or third year, after the qualifying exams have been passed and course work is completed. This step usually leads to a formal status of the 'Ph. D. candidate'.

Dissertation. The dissertation is an original piece of research. In the science and engineering fields dissertation projects are often closely related to the research of the dissertation supervisor and research group while in humanities and social scientists students are more independent in pursuing their personal interests. In the field of engineering the student's adviser is relatively engaged in choosing the topic for the dissertation (Table 1). Engineering students seem to start conceptualizing their dissertation much earlier than students in most other fields. 71 % of the engineering students begin to conceptualize their dissertation topic before the qualifying exam, compared to only 31 % in humanities (Isaac et al. 1992). The dissertation must be defended successfully in front of the dissertation committee.

Table 1 Mean rating values for selection of dissertation topic

Faculty: "For your Ph.D. students, who typically makes the final selection of the doctoral dissertation topic?"

Students: "Which of the following best characterizes your final selection of a (dissertation) topic?"

1 - the student; 2 - the student with input from the adviser; 3 - mutual decision by student and adviser;

4 - the adviser with input from the student; 5 - the adviser.

Academic area	1	2	3	4	5	Mean
Engineering						
Faculty	1.4%	11.4%	54.3%	24.3%	8.6%	3.3
Students	20.7%	32.8%	25.9%	10.3%	10.3%	2.6
All respondents						
Faculty	8.7%	40.3%	40.5%	8.5%	2.1%	2.5
Students	37.5%	30.9%	19.0%	7.8%	4.9%	2.7

Source: Isaac et al (1992)

Dissertation committee. Every student must form a dissertation committee, usually under the guidance of the adviser. The committee must approve the dissertation proposal and the final dissertation. The extent to which committee members are engaged during the dissertation writing process depends on the individual committee members and the student (and probably the organizational culture). The committee consists at minimum of four people. The main supervisor is the chair of the dissertation committee. There are usually some restrictions on the composition of the committee: a certain number of members must be from the same department and in some cases (at least) one member must be external to the specific research group where the student is involved. As a general rule, the dissertation committee does not include members from other universities, but this is not forbidden under certain conditions.

2.2.3 Time to doctorate

Time to degree is a much discussed topic in the United States because the average time to the doctoral degree has continuously increased over time.

Time to doctoral degree is measured in three ways. *Total time to doctorate* (TTD) is the total elapsed calendar time between receipt of the baccalaureate and receipt of the doctorate, including time not enrolled in school. *Registered time to doctorate* (RTD) is the time in attendance at all colleges and universities between receipt of the baccalaureate and receipt of the doctorate, including enrollment not related to the doctoral programme. *Postbaccalaureate time to doctorate* (PTD) is the total number of elapsed calendar years between the first postbaccalaureate attendance at the institution that awarded the doctorate and receipt of the doctorate. PTD includes time spent in a master's degree programme if these studies were at the same institution that granted the doctorate.

Both TTD and RTD have increased over time. Between 1960–64 and 1995–99 the median overall TTD in all doctoral programmes rose from 9 years to 11 years and the median overall RTD grew from 5 years to 7 years. The difference between the TTD and RTD growth rates reflects the fact that in recent years Ph.D.s were spending more time out of school before completing their doctorates. There is no historical information on the PTD.

Time to doctorate varies greatly across disciplines (Table 2). Engineering students are among the fastest on their way to the degree. On average, engineering students receive their doctorate 9 years

after their baccalaureate (TTD) and spend five years in the graduate programme before completing their degree. Although TTD and RTD has increased over the last decades also for engineering students, the increase has not been as steep as for many other fields.

In general, time-to-doctorate, as measured by both TTD and RTD, has been considerably shorter for men than for women, shorter for temporary residents than for permanent residents and U.S. citizens, shorter for Asians/Pacific Islanders than for other racial/ethnic groups among U.S. citizens.

The long and increasing time to the doctoral degree is recognized as a problem, by the National Science Foundation among others, and universities are encouraged to deal with the problem. Many universities have implemented certain practices that support students during their dissertation period: e.g. setting stricter time limits, encouraging regular meetings with the adviser, providing financial support, etc.

Table 2 Total time to doctorate, registered time to doctorate, and time from first postbaccalaureate attendance at Ph.D.-granting institution to doctorate, by major field: 1995 - 99

Field	TTD	RTD	PTD
All fields	10,6	7,3	6,0
Science and engineering	9,0	7,0	6,0
Agricultural sciences	11,1	6,8	5,0
Biological sciences	8,4	6,9	6,0
Earth, atmospheric, and ocean sciences	10,8	7,6	6,0
Mathematics and computer sciences	9,0	7,0	6,0
Mathematics	8,3	6,9	5,0
Computer sciences	10,0	7,4	6,0
Physical sciences	7,4	6,4	6,0
Chemistry	7,0	6,0	5,0
Physics and astronomy	7,8	6,9	6,0
Psychology	9,3	7,2	6,0
Social sciences	11,0	8,0	6,0
Engineering	9,0	6,5	5,0
Non-science and engineering	15,1	8,3	6,0
Education	20,0	8,3	6,0
Health sciences	14,2	7,8	6,0
Humanities	11,8	8,6	7,0
Professional fields/other	13,6	7,8	6,0

Source: NSF (2006)

2.3 Funding

Financial support for engineering students comes from three main sources: research assistantships, teaching assistantships, and fellowships and traineeships. A great proportion of research assistantships are covered by Federal research grants while teaching assistantships are primarily funded by state governments and universities' own resources. Fellowships are competitive grants for students, provided by the Federal government and universities' own resources.

Research assistantships are the most common support mechanism for Engineering students. 42% of the students have a research assistantship as their primary financial support, while teaching assistantships are the primary source for 16% and fellowships for 9%. 25% fund their studies on their own or from other sources. As shown in Table 3, the relative share of the funding sources varies not only across disciplines, but also in engineering subfields.

Table 3. Mechanism of primary support for full-time engineering students by field (%), 1999

	Research assistantships	Fellowships	Traineeships	Teaching assistantships	Other	Self-support
Total S&E	27,3	9	4,4	19,8	6,8	32,7
Total engineering	42,3	9	1,1	15,8	6,5	25,4
Aeronautical/astronautical	46,3	11	0,7	13,2	9,3	19,5
Chemical	52,5	15	1,2	17,4	2,3	11,7
Civil	36,7	8	1,7	16,0	6,2	31,9
Electrical/electronics	41,6	7	0,4	16,8	6,5	28,0
Industrial	26,7	5	0,4	16,7	10,5	41,2
Mechanical	45,0	8	1,4	18,8	6,1	20,3
Materials	63,8	10	0,8	10,7	3,3	11,8
Other	40,9	14	2,4	11,2	7,9	23,3

Source: NSF (NSB 2002, Appendix table 2-28)

2.4 Career patterns

Like in all fields, the proportion of doctoral students who have definitive postgraduate plans at the graduation has dropped over the last two decades also in the engineering programmes. Only 65% of engineering graduates have definitive plans compared to 75% two decades earlier. The engineering graduates are amongst the most 'indecisive' in this respect. Only students in humanities (58%) and agricultural sciences (63%) have a lower proportion of graduates who have definite career plans.

Shifts in the labour market needs have been quite noticeable in the recent years. Ph.D. training has been historically primarily a preparation for the academic career. In the 1970s the academic labour market was becoming saturated with Ph.D.s and the number of available academic positions fell not only in relative terms, but also in absolute numbers. Since then graduates have been increasingly entering the other sectors.

The engineering field has always been somewhat different in terms of the career pattern. Engineering students are less oriented towards the academic sector and the great majority of the students take jobs in the industrial sector. According to the 1999 statistics, 14 % of the graduates continued to work in the academic sector, 73 % chose a career in the private sector, and 11 % in the government sector (Table 4). The engineering field shares the historical trends of other sectors: fewer graduates continue in the academic sector and more are hired by industry than 20 years ago.

Table 4 Employment sectors of Ph.D.s with U.S. postgraduation work commitments, by major field of doctorate: 1970 - 74 and 1995 - 1999

Field	Academe	Industry and self-employment	Government	Other
1970-74				
All fields	66,7	12,2	10,3	10,7
Science and engineering	57,6	22,1	14,4	5,8
Engineering	26,9	51,8	17,4	3,8
Non-science and engineering	76,1	2,0	6,1	15,8
1995-99				
All fields	49,4	26,6	7,8	16,2
Science and engineering	36,5	44,4	10,9	8,2
Engineering	14,3	72,7	10,6	2,4
Non-science and engineering	62,8	8,2	4,5	24,5

Source: NSF (2006)

Another trend in the career choices of the new doctorates is the growing importance of post-doctoral fellowships. This trend is prevalent especially in sciences and significantly less in humanities. Also 22% of the engineering graduates had a definite plan for post-doctoral study, which is twice as much as 20 years earlier (NSF 2006). Three quarters of such post-doctoral positions are offered in the academic sector, but they are also offered by government agencies, non-profit organizations, and to a much lesser extent by industry.

The increase in post-doctoral positions is not without controversy. The number of post-doctoral positions has been presented as one sign of over-production of Ph.D.s - that there are more young researchers coming out of doctoral programmes than the system can absorb. Others challenge the view that post-docs are non-absorbed scientists and argue that they are much needed research personnel in the growing research system (Geiger 1997). The prevalence of post-doctoral positions has been nevertheless discussed with concern because it does add another phase of uncertainty to the careers of young researchers. The National Science Foundation has pointed out that post-doctoral researchers are a valuable input to the research system, but their position is ambiguous. They are neither graduate students neither are they faculty members in the institution where they do research. The Foundation has called upon institutions to clarify the status of these employees (NSF 1998).

2.5 Present discussions on the doctoral education in the field of engineering

In 1995, a panel of the Committee of Science, Engineering and Public Policy compiled an authoritative report on the state of the doctoral education in the United States (NAS/NRC 1995). This report pointed out the discrepancy between the doctoral training and societal needs. It encouraged universities to reshape their doctoral training in order to make it more compatible with the changes in the conduct of science and labour market needs. One of the main concerns in doctoral training is the narrowness of the programme. While Ph.D. programmes train researchers primarily for traditional academic careers, a great proportion of graduates are actually hired by industry and less research-intensive universities. The panel encourages universities to reshape doctoral programmes and to emphasize the breadth of knowledge as well as other skills like collaborative and interdisciplinary work.

Another concern with respect to the doctoral education in the United States is overproduction of doctoral graduates. There is no consensus though to what extent this is truly the case. Goldman and Massy (2001) have proposed a 22% over-production of graduates. The estimate depends primarily on the prediction how many graduates will be needed in the future, which in itself is a controversial task. Another aspect in the over-production concern is the role of international students.

International graduate students are an issue of its own for the United States. Geiger (1995) argues that foreign doctoral students have functioned as a double shock-absorber for American graduate schools. First, these students cushioned the downturn in doctoral enrollments by allowing many science and engineering departments to maintain a critical mass of graduate students. Second, in a difficult job market, international students possess an exit option not available to U.S. citizens. It should be pointed out that international students are heavily concentrated at the graduate level. At the undergraduate level, the share of international students in engineering programmes is very low – only 8% of all students, compared to 20% in the UK, for example (NSB 2002).

Ability to attract talented youth to doctoral programmes is another problem that is recently posed. The Ph.D. is not an attractive career choice, because of the long, poorly paid and often disorganized road to the degree, followed by not significantly higher financial rewards and increasingly bleak employment opportunities (Altbach 2004, Goldman and Massy 2001). The number of graduates in doctoral programmes is maintained only with the help of international students and a higher proportion of students from traditionally underrepresented minority groups.

> 3 REFERENCES

- Altbach, P.G. (2004) "The United States: Present Realities and Future Trends." In J. Sadlak, ed., *Doctoral Studies and Qualifications in Europe and the United States: Status and Prospects*, pp. 259–277. Bucharest: UNESCO-CEPES.
- Geiger, R. (1997) "Doctoral Education: The Short-Term Crisis Vs. Long-Term Challenge." *The Review of Higher Education* 20(3): pp. 239–251.
- Golde, C.M. & Dore, T.M. (2001). *At Cross Purposes: What the experiences of doctoral students reveal about doctoral education* (www.phd-survey.org). Philadelphia, PA: A report prepared for The Pew Charitable Trusts.
- Golde, C.M. & Dore, T.M. (2001). *At Cross Purposes: What the experiences of doctoral students reveal about doctoral education* (www.phd-survey.org). Philadelphia, PA: A report prepared for The Pew Charitable Trusts.
- Goldman, C.A. and W.F. Massy (2001) "The PhD Factory: Training and Employment of Science and Engineering Doctorates in the United States." Bolton, MA: Anker Publishing Company, Inc.
- Isaac, P.D.; S.V. Quinlan and M.M. Walker (1992) "Faculty Perceptions of the Doctoral Dissertation." *The Journal of Higher Education* 63(3): pp. 241–268.
- National Academy of Sciences, National Research Council (NAS/NRC) (1995) *Reshaping the Graduate Education of Scientists and Engineers*. Committee on Science, Engineering and Public Policy. Washington, DC. <http://www.nap.edu/readingroom/books/grad/> [October 1, 2007]
- National Science Foundation (NSF) (2006) *U.S. Doctorates in the 20th Century*. NSF 06–319, Division of Science Resources Statistics, Lori Thurgood, Mary J. Golladay, and Susan T. Hill. Arlington, VA. <http://www.nsf.gov/statistics/nsf06319/pdf/nsf06319.pdf> [October 1, 2007]
- National Science Foundation (NSF) (2000) *Modes of Financial Support in the Graduate Education of Science and Engineering Doctorate Recipients*. NSF 00–319. Arlington, VA.
- National Science Foundation (NSF) (1998) *The Federal Role of Science and Engineering Graduate and Postdoctoral Education*. NSB 97-235. <http://www.nsf.gov/nsb/documents/1997/nsb97235/nsb97235.pdf> [October 1, 2007]
- National Science Board (NSB) (2002), *Science and Engineering Indicators – 2002*. NSB-02–1. Arlington, VA. <http://www.nsf.gov/statistics/seind02/pdfstart.htm> [October 1, 2007]
- Nerad, M. (1997) "The Cyclical Problems of Graduate Education and Institutional Responses in the 1990s." In *Graduate Education in the United States*, eds. M. Nerad, R. June, D.S. Miller. New York: Garland Press.

A 5 VEREINBARUNG ZUR BETREUUNG EINES PROMOTIONS-VORHABENS (MUSTER)

M U S T E R

VEREINBARUNG ZUR BETREUUNG EINES PROMOTIONS-VORHABENS

> 1 BETEILIGTE

Beteiligte dieser Vereinbarung sind der/die Doktorand/-in

Herr/Frau

und der/die wissenschaftliche Betreuer/-in

Herr/Frau

sowie ggf. als weitere/n Mentor/-in

Herr/Frau

> 2 PROMOTIONSTHEMA UND ZEITPLAN

a) Das Arbeitsthema für die Dissertation lautet:

.....

b) Das Arbeitsprogramm des Promotionsvorhabens orientiert sich sachlich und zeitlich an folgenden Meilensteinen:

.....

c) Der/die Doktorand/-in berichtet regelmäßig über Fortschritte und Schwierigkeiten beim Promotionsvorhaben. Die Erfüllung des Zeitplans wird dabei überprüft. Der Stand der Arbeit wird i.d.R. halbjährlich von dem/der Doktoranden/-in dokumentiert und periodisch ca. alle Wochen im Doktorandenkolloquium zur Diskussion vorgestellt.

d) Das Dissertationsvorhaben beginnt am und ist für eine Laufzeit von i.d.R. vier Jahren geplant. Thematische Änderungen, die sich während der Bearbeitung ergeben, werden gemeinsam dokumentiert.

> 3 INTEGRATION IN EINE GRUPPE

Der/die Doktorand/-in bearbeitet sein/ihr Thema im Rahmen der Doktorandengruppe beziehungsweise der Forschergruppe:

.....

.....

> 4 FINANZIERUNG

Die Arbeit an der Dissertation wird finanziell gefördert durch Anstellung als akademischer/e Mitarbeiter/-in mit befristetem BAT- Vertrag, der eine Laufzeit von Monaten umfasst.

Eine Drittmittelfinanzierung ist bisher gesichert bis An der Fortsetzung der Drittmittelfinanzierung wird der/die Doktorand/-in eigenständig und selbstverantwortlich beteiligt.

> 5 WISSENSCHAFTLICHE WEITERBILDUNG

a) Es wird die Teilnahme an folgenden Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen vereinbart, in denen soziale und methodische Kompetenzen vermittelt und erprobt werden, die neben wissenschaftlichen Qualifikationen in unterschiedlichen künftigen Berufsfeldern von Bedeutung sein werden:

.....

.....

b) Dem/der Doktoranden/-in wird über eine Lehrbeteiligung alternativ in Form von Übungen, Praktika, Vorlesungen, Betreuungen von Studien- und Diplomarbeiten oder von Bachelor- und Masterarbeiten die Möglichkeit gegeben, begleitende Erfahrungen und Qualifikationen in der Lehre zu erwerben.

> 6 WEITERE VEREINBARUNGEN

.....

.....

(Ort), den _____

(Ort), den _____

Doktorand/-in

Betreuer/-in

(Ort), den _____

Mentor/-in

> acatech – DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN

„acatech“ vertritt die Interessen der deutschen Technikwissenschaften im In- und Ausland in selbstbestimmter, unabhängiger und gemeinwohlorientierter Weise. Als Arbeitsakademie berät acatech Politik und Gesellschaft in technikwissenschaftlichen und technologiepolitischen Zukunftsfragen. Darüber hinaus hat es sich acatech zum Ziel gesetzt, den Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zu erleichtern und den technikwissenschaftlichen Nachwuchs zu fördern. Zu den Mitgliedern der Akademie zählen herausragende Wissenschaftler aus Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen. acatech finanziert sich durch eine institutionelle Förderung von Bund und Ländern sowie durch Spenden und projektbezogene Drittmittel. Um die Akzeptanz des technischen Fortschritts in Deutschland zu fördern und das Potenzial zukunftsweisender Technologien für Wirtschaft und Gesellschaft deutlich zu machen, veranstaltet acatech Symposien, Foren, Podiumsdiskussionen und Workshops. Mit Studien, Empfehlungen und Stellungnahmen wendet sich acatech an die Öffentlichkeit. Die Geschäftsstelle von acatech befindet sich in München; zudem ist acatech mit einem Hauptstadtbüro in Berlin vertreten.

> DIE REIHE „acatech BERICHTET UND EMPFIEHLT“

In der Reihe „acatech berichtet und empfiehlt“ erscheinen die Ergebnisberichte von acatech Projekten. Das Themenspektrum umfasst technikwissenschaftliche und daran angrenzende Gebiete. Die Projektberichte enthalten Empfehlungen für Politik, Wirtschaft und Wissenschaft. Die Mitglieder der Projektgruppen verfassen die Ergebnisberichte, die von acatech autorisiert und herausgegeben werden.