ibw
Institut für Bildungsforschung der Wirtschaft

INNOVATION UND HOCHSCHULBILDUNG

Chancen und Herausforderungen einer technisch-naturwissenschaftlichen Qualifizierungsoffensive für Österreich

Studie im Auftrag von IV, WKÖ, ÖGB, AK sowie des BMBWK und des BMWA

Arthur Schneeberger
Alexander Petanovitsch

ibw-Bildung & Wirtschaft Nr. 29
Wien, September 2004

ISBN 3-902358-17-3

Copyright by ibw – Institut für Bildungsforschung der Wirtschaft

Medieninhaber und Herausgeber:
ibw – Österreichisches Institut für Bildungsforschung der Wirtschaft
(Geschäftsführer: Mag. Thomas Mayr)

A-1050 Wien, Rainergasse 38/2. Stock
Tel: (01) 545 16 71-0
Fax: (01) 545 16 71-22
E-Mail: info@ibw.at
Homepage: http://www.ibw.at

Inhaltsverzeichnis

EINLEITUNG 5

I. ERGEBNISSE DER UNTERNEHMENSBEFRAGUNG 7

Information zur Erhebung 7

1. Technisch-naturwissenschaftliche Qualifikationsstruktur 10

2. Beschäftigung nach betrieblichen Einsatzbereichen 12
2.1 Qualifikationsstruktur nach Einsatzbereichen 12
2.2 Eignungsprofile und Berufsvorbildungsziele im binären Hochschulsystem 14

3. Beschäftigungsentwicklung: Rückblick und Vorausschau 19
3.1 Rückblick: 2000 - 2002 19
3.2 Vorausschau: 2003 - 2005 20
3.3 Engpässe bei der Rekrutierung 21
3.4 Beschäftigungszunahme und Personalmangel nach Fachrichtungen 22
3.5 Schätzung des Ersatz- und Zusatzbedarfs nach Fachrichtungen 27

4. Kooperationen „Unternehmen-Hochschulen“ 31
4.1 Struktur der F&E-bezogenen Kooperationen 32
4.2 Universitäten und Fachhochschulen als Kooperationspartner 34
4.3 Bildungskooperationen 37

5. Einschätzung des langfristigen allgemeinen Qualifikationsbedarfs 39

6. Innovationschancen 41
6.1 Aktuelle und potenzielle Stärkefelder 41
6.2 Rolle der Forschungspolitik 49

Zusammenfassung 51

II. HOCHSCHULZUSTROM UND -ABSCHLÜSSE 55

1. Trends nach Hauptstudienrichtungsgruppen 55

2. Trends nach Fachrichtungen (Anfänger/innen und Absolvent/innen) 59
2.1 Universitäre Technikstudien 59
2.2 Montanuniversität 64
2.3 Bodenkultur 66
2.4 Naturwissenschaften an den Universitäten 67
2.5 Fachhochschulstudien: Technik und Medien 69
2.6 Effekt der IT-Skills gap Diskussion 71

III. ABSOLVENTEN/INNENBESCHÄFTIGUNG 74

1. Universitätsabsolventen/innen 1971 - 2002 74

2. Technische Berufe 1994 - 2001 78

3. Angebots-Bedarfsprognose nach Hochschularten 80

4. Fachrichtungsbezogene Disparitäten am Arbeitsmarkt 84

IV. SCHLUSSFOLGERUNGEN 91

1. Positionierung des FH-Sektors in der Forschungslandschaft 92

2. Internationale Vergleichsstatistiken und ihre Hintergründe 95

3. Mögliche Maßnahmen 102

ZUSAMMENFASSUNG 107

LITERATURVERZEICHNIS 110

EINLEITUNG

Ausgangspunkt der Studie war *einerseits* die allgemein akzeptierte Auffassung des wachsenden Stellenwerts technisch-naturwissenschaftlichen Wissens im Beschäftigungssystem und wachsender Investitionen in Forschung und Entwicklung bei der Schaffung von Wohlstand und Arbeitsplätzen, *andererseits* der Umstand, dass sich für Österreich bei einschlägigen Indikatoren relativ ungünstige Werte - jedenfalls in hohem Maße aufklärungsbedürftige Werte - zeigen. Dies trifft sowohl auf das Wachstum der Beschäftigung mit hohem Technologieniveau in der Produktion als auch auf jenes von Hightech-Dienstleistungen zu: Österreich liegt bezogen auf den Beobachtungszeitraum 1996-2001 jeweils unter dem Durchschnitt der EU-15.[1]

Mit der politischen Zielsetzung der *Erhöhung der Forschungsausgaben* in Relation zum BIP von 1,9 Prozent (1999) auf 2,5 Prozent (2006) und schließlich 3,0 Prozent (2010) sowie den vielfältigen Möglichkeiten der Partizipation im Rahmen europäischer Forschungsprogramme ergeben sich neuartige Chancen und Herausforderungen der Bildungspolitik bezogen auf technisch-naturwissenschaftliche Bildungsgänge auf Hochschulebene (Universitäten und Fachhochschulen) und an der Schnittstelle zwischen Höheren technischen Lehranstalten (HTLs) und Hochschulen. Mit der Einführung des Fachhochschulsektors wurde ein wichtiger Schritt in der Modernisierung des österreichischen tertiären Bildungssystems gesetzt. Technische Studiengänge bildeten neben den betriebswirtschaftlichen den Schwerpunkt der bisherigen Entwicklung. Neben den beiden hochschulischen Wegen zur Ingenieurbildung sind – im Unterschied zu anderen Ländern - die Routen über die 5jährige Oberstufenausbildung bzw. die Sonderformen der HTL erhalten geblieben. Die vorliegende Studie zur technisch-naturwissenschaftlichen Hochschulbildung umfasst daher an verschiedenen Stellen die Schnittstelle zur HTL bzw. die Beschäftigung der Absolventen/innen der HTL in den Unternehmen.

Zentrale Themen der Studie sind die technisch-naturwissenschaftliche Hochschulbildung, die Beschäftigung der Absolventen/innen sowie die Kooperationen zwischen

[1] Eurostat: Ibrahim Laafia: Weiterer Anstieg der Beschäftigung in Hightech- und wissensintensiven Sektoren in der EU im Jahr 2001, in: Statistik kurzgefasst, Thema 9, 4/2002, S. 2.

Hochschulen und Unternehmen in einschlägigen Tätigkeitsfeldern. Hierzu wurden Unternehmen befragt und weitreichende Analysen der Hochschul- und Erwerbsstatistik vorgenommen. Die Thematik „Innovation und Hochschulbildung“ macht die Rolle der Hochschulbildung unter mehreren Aspekten zum Gegenstand der Forschung. Einerseits im Hinblick auf die Ausbildung der Humanressourcen für innovative Funktionen im Unternehmens- sowie kooperativen und öffentlichen Sektor, andererseits im Hinblick auf Kooperationen mit den Unternehmen in F&E.

Die vorliegenden Analysen haben eine Einschränkung auf „technisch-naturwissenschaftliche“ Fachrichtungen[2] vorgenommen, wodurch andere wichtige Forschungssektoren (klinische Forschung, Psychologie, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften) anderen Studien vorbehalten bleiben müssen. Eine weitere Einschränkung betrifft die Unternehmensbefragung, die vorwiegend als Erhebung im *sekundären Wirtschaftssektor* (Sachgütererzeugung, Energie- und Wasserversorgung, Bauwesen; Bergbau, Gewinnung von Steinen und Erden) angelegt war. Auf den sekundären Sektor entfallen etwa 75 Prozent der F&E-durchführenden Einheiten im Unternehmenssektor in Österreich.[3]
Die Unternehmensbefragung wird in den Kontext sekundärstatistischer sektorübergreifender Bildungs- und Arbeitsmarktanalyse gestellt, die das Arbeitsmarktneuangebot an Absolventen und die Beschäftigung von Absolventen/innen technisch-naturwissenschaftlicher Studien quer über die Wirtschaftssektoren zum Gegenstand haben. Hieran schließen sich international vergleichende Analysen der Beschäftigung und Ausbildung technischer und naturwissenschaftlicher Fachkräfte.

[2] Dies impliziert bei den Darstellungen der Hochschulstatistik: Ingenieurwissenschaften (Technik, Montantistik, Bodenkultur), Naturwissenschaften (ohne Psychologie und ohne Sportwissenschaften) an den Universitäten; Technik sowie Medien an den Fachhochschulen.

[3] Elisabeth Scholtze: Forschung und experimentelle Entwicklung in Österreich 1993 – 2002, in: Statistische Nachrichten 8/2002, Wien, S. 580.

I. ERGEBNISSE DER UNTERNEHMENSBEFRAGUNG

Information zur Erhebung

Ende 2002 respektive Anfang 2003 wurden Geschäftsführer von F&E betreibenden Unternehmen schriftlich befragt. Die Rücklaufquote betrug 23 Prozent. Von den retournierten Fragebögen konnten 149 in die Auswertung einbezogen werden. Primäre Zielsetzung der Erhebung war es, Erfahrungen, Einschätzungen und Erwartungen von Entscheidungsträgern in Unternehmen mit hochgradigen F&E-Aktivitäten im *sekundären Wirtschaftssektor (Sachgüterproduktion, Bauwesen, Energiegewinnung und Versorgung; Bergbau sowie Steine- und Erdengewinnung)* zu gewinnen. Firmenkontakt wurde über Hilfestellung der IV und über eine Internetrecherche hergestellt.

Zur statistischen Rekonstruktion der Grundgesamtheit konnte die F&E-Erhebung von Statistik Austria aus dem Jahr 1998 herangezogen werden. Obgleich diese etwa vier Jahre älter als die aktuelle Erhebung ist, dürfte es sich um die bestmögliche statistische Basis handeln. Die Grundgesamtheit der „F&E durchführenden Einheiten im firmeneigenen Bereich“[4] im sekundären Wirtschaftssektor (Industrie, Energieversorgung und Bauwesen) belief sich dabei auf 1.076 Einheiten. In der Regel wird es sich dabei um Unternehmen oder Betriebe handeln. Eine gewisse Unschärfe (z.B. durch mehrere Forschungseinheiten oder Betriebsstandorte bei einigen wenigen Unternehmen im Lande) kann dabei in Kauf genommen werden.

Innerhalb des sekundären Wirtschaftssektors entspricht – wie nachfolgende Tabelle zeigt - die Stichprobenstruktur im Hinblick auf die Branchenverteilung weitgehend der Struktur der Unternehmen mit F&E-Einheiten: die größten Anteile entfallen auf Maschinen-/Fahrzeugbau, Metall, Elektro/Elektronik und Chemie/Pharmazie.

[4] Statistik Austria weist insgesamt 1.272 F&E durchführende Einheiten für das Jahr 1998 aus. Hiervon entfallen 936 auf die Sachgütererzeugung, 276 Einheiten auf Dienstleistungen, der Rest auf andere Wirtschaftsbereiche (Bauwesen, 40, Energie- und Wasserversorgung 12, u.a.); Quelle: Statistik Austria: Erhebung über Forschung und experimentelle Entwicklung, 1998.

TABELLE I-0-1:

Klassifizierte Branchenzugehörigkeit und Beschäftigte mit höherer technisch-naturwissenschaftlicher Bildung

Klassifizierte Branchenzugehörigkeit	Anzahl Mitarbeiter/innen mit Dr.	Anzahl Mitarbeiter/innen mit Mag./Dipl.Ing.	Anzahl Mitarbeiter/innen HTL/Ing.	Anzahl Mitarbeiter/innen tech-nawi. Qualifikation	Anzahl der Mitarbeiter/-innen insgesamt
Chemie, Pharmazie, Kunststoff etc. (n=210)	1.822	2.427	2.539	6.788	53.874
Zeilenprozent	*3,38*	*4,5*	*4,71*	*12,59*	
Maschinen-/Fahrzeugbau (n=244)	598	4.989	5.735	11.322	65.905
Zeilenprozent	*0,91*	*7,57*	*8,7*	*17,18*	
Metall (n=134)	298	986	1.654	2.938	42.327
Zeilenprozent	*0,7*	*2,33*	*3,91*	*6,94*	
Elektro, Elektronik, Energie (n=228)	885	5.388	10.838	17.111	66.553
Zeilenprozent	*1,33*	*8,1*	*16,28*	*25,71*	
Nahrungsmittel (n=80)	122	469	287	878	19.107
Zeilenprozent	*0,64*	*2,45*	*1,5*	*4,59*	
Bau, Holz etc. (n=62)	183	1295	2.977	4.455	37.687
Zeilenprozent	*0,49*	*3,44*	*7,9*	*11,83*	
Glas, Stein, Erde, Schmuck, Möbel etc. (n=79)	157	382	553	1.092	14.721
Zeilenprozent	*1,07*	*2,59*	*3,76*	*7,42*	
IKT-Dienstleistungen, Software (n=39)	192	1.749	1.771	3.712	9.488
Zeilenprozent	*2,02*	*18,43*	*18,67*	*39,12*	
Insgesamt (n=1.076)	4.258	17.686	26.352	48.296	309.662
Zeilenprozent	*1,38*	*5,71*	*8,51*	*15,6*	

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung

An der Befragung nahmen Unternehmensvertreter quer über alle Betriebsgrößenklassen teil: von unter 10 Mitarbeiter/innen bis über 500 Beschäftigte.

Im Vergleich zur Grundgesamtheit war ein höherer Anteil an großen Betrieben unter den Befragungsteilnehmern festzustellen. Eine Gewichtung der Hochrechnung nach Betriebsgrößenklassen war daher erforderlich.

In regionaler Hinsicht wurden 4 Regionen gebildet: „Vienna Region“ (Wien, Niederösterreich, Burgenland), Oberösterreich, Austria West (Vorarlberg, Tirol, Salzburg), Austria South (Steiermark, Kärnten). Bei der „Vienna Region“ ist die Besonderheit zu beachten, dass manche Firmen mehrere Standorte und eine Zentrale in Wien haben.

TABELLE I-0-2:

Betriebsgrößenklassen und Beschäftigte mit höherer technisch-naturwissenschaftlicher Bildung

Klassifizierte Betriebsgröße (Anzahl Mitarbeiter/innen)	Anzahl Mitarbeiter/innen mit Dr.	Anzahl Mitarbeiter/innen mit Mag./Dipl.Ing.	Anzahl Mitarbeiter/innen HTL/Ing.	Anzahl Mitarbeiter/innen technisch-naturwissenschaftliche Qualifikation	Anzahl der Mitarbeiter/innen insgesamt
unter 10 (n=97)	69	125	111	305	527
Zeilenprozent	*13,09*	*23,72*	*21,06*	*57,87*	
10 bis 99 (n=393)	786	1.706	1.654	4.146	19.450
Zeilenprozent	*4,04*	*8,77*	*8,5*	*21,31*	
100 bis 249 (n=284)	683	2.555	4.353	7.591	50.916
Zeilenprozent	*1,34*	*5,02*	*8,55*	*14,91*	
250 bis 500 (n=166)	428	2.839	5.882	9.149	60.400
Zeilenprozent	*0,71*	*4,7*	*9,74*	*15,15*	
über 500 (n=136)	2.292	10.460	14.351	27.103	178.370
Zeilenprozent	*1,28*	*5,86*	*8,05*	*15,19*	
Insgesamt (n=1.076)	4.258	17.685	26.351	48.294	309.662
Zeilenprozent	*1,38*	*5,71*	*8,51*	*15,6*	

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung

1. Technisch-naturwissenschaftliche Qualifikationsstruktur

Die befragten F&E-betreibenden Unternehmen beschäftigen hochgerechnet rund 310.000 Arbeitnehmer. Von diesen haben 7,1 Prozent einen technisch-naturwissenschaftlichen Hochschulabschluss (darunter 1,4 Prozent Doktorat, 4,9 Prozent Universitätsdiplom rund 0,8 Prozent Fachhochschulabsolventen/innen der Technik) und rund 8,5 Prozent einen HTL-Abschluss (oder einen vergleichbaren HLA-Abschluss).

TABELLE I-1-1a:

Grunddaten zur Beschäftigung technisch-naturwissenschaftlicher Hochqualifizierter in F&E-betreibenden Unternehmen in Österreich, 2002/03

Bildungsabschluss	Anteil in %	
Hochschulabsolventen/innenanteil insgesamt		7,1
... mit Doktoratsabschluss	1,4	
... mit Diplomabschluss	5,7	
Nach Hochschularten		
... Universität (Technik + NAWI)	4,9	
... Fachhochschule Technik	0,8	
Universitätsabsolventen/innen nach Hauptstudienrichtungsgruppe		
... Technik	4,8	
... Naturwissenschaften	1,4	
HTL/HLA, Ing.		8,5
gesamt		15,5

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung

Die Differenzierung der technisch-naturwissenschaftlich Hochqualifizierten zeigt die traditionell starke Stellung einerseits der technischen Universitätsstudien, andererseits der HTL. In einigen Fachrichtungen machen sich auch die neuen Fachhochschulstudiengänge bereits bemerkbar. Die Zuordnung zwischen „Uni – Technik“ und „Uni – Naturwissenschaften“ ist einerseits zwar als unscharf zu betrachten, da sich hier verschiedene institutionelle Kategorien überschneiden, zeigt aber andererseits doch die zu erwartenden Strukturen auf. Der Techniker/innenanteil unter den Universitätsabsolventen/innen ist erwartungsgemäß hoch.

TABELLE I-1-1b:

Fachrichtungsspezifische Struktur der technisch-naturwissenschaftlichen Qualifikation, 2002

Fachrichtung	Gesamt	Uni: Tech-nik	Uni: Natur-wissen-schaften	Fachhoch-schule Technik	HTL / HLA L+F	Ge-samt
	abs.	%	%	%	%	%
Elektrotechnik	9.224	25	-	4	**71**	100
Elektronik	4.854	20	-	4	**76**	100
Maschinenbau	11.232	28	-	2	**70**	100
Informatik	5.113	**50**	5	10	35	100
Physik	1.281	**61**	37	-	2	100
Mathematik	665	**76**	23	-	1	100
Chemie	3.224	24	**37**	1	38	100
Montanistik, Metall-urgie u.a.	1.361	**72**		-	29	100
Telematik	304	**100**	-	-	-	100
Verfahrenstechnik	966	**86**	7	2	6	100
Werkstoffwissenschaft	282	**95**	-	5	-	100
Wirtschaftsingenieur-wesen und ähnliche Qualifikationen	2.076	12	-	11	**78**	100
Bauwesen	2.476	23	-	5	**72**	100
Mechatronik	411	**52**	-	29	19	100
Holz, Papier	298	22	-	27	**51**	100
Biologie, Bio-/Lebens-mitteltechnologie	1.178	**76**		1	23	100
Kunststofftechnik	104	**68**	-	7	25	100
Textil	91	9	-	18	**74**	100
Materialwissenschaft	14	**100**	-	-	-	100
Automatisierungs-technik	465	-	-	**89**	11	100
Geologie	13	-	**100**	-	-	100
Pharmazie	562	-	**100**	-	-	100
Medizin	517	-	**100**	-	-	100
Gesamt	47.046	31	9	5	55	100

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung

2. Beschäftigung nach betrieblichen Einsatzbereichen

Für die Einschätzung der Bedarfsentwicklung bezüglich technisch-naturwissenschaftlich Hochqualifizierter ist der betriebliche Einsatzbereich ein wesentliches Kriterium. Aus diesem Grunde wurde dieser Aspekt in der Unternehmensbefragung mehrfach erhoben. Die Klassifikation in vier große Bereiche (siehe Tabelle I-2-1) wurde zusammen mit Personalisten der Industrie entwickelt und hat sich in der Befragung bewährt: über 90 Prozent der Beschäftigten mit höherer technisch-naturwissenschaftlicher Qualifikation konnten den vier Kategorien zugeordnet werden.

2.1 Qualifikationsstruktur nach Einsatzbereichen

Fasst man die technisch-naturwissenschaftlichen Hochschulabsolventen und die HTL-Ingenieure[5] zusammen, so kommt man auf rund 13.950 Hochqualifizierte, die Ende 2002 in den Unternehmen des sekundären Sektors schwerpunktmäßig in F&E tätig waren. Sowohl Hochschulabsolventen/innen als auch HTL-Absolventen/innen sind quer über die Einsatzbereiche zu verzeichnen, allerdings mit deutlichen Unterschieden. Unter den Beschäftigten mit Doktorat technisch-naturwissenschaftlicher Fachrichtungen waren 49 Prozent im Einsatzbereich F&E tätig. Für die Hochschulabsolventen/innen mit Diplomabschluss belief sich dieser Anteil auf 39 Prozent, bei den HTL-Absolventen/innen auf 24 Prozent.

Aufgrund des Umstandes, dass über alle Einsatzbereiche gerechnet mehr als die Hälfte der Beschäftigten mit höherer technisch-naturwissenschaftlicher Bildung in den Unternehmen aus der HTL kommen, beläuft sich deren Anteil an der Gesamtheit der in F&E eingesetzten Mitarbeiter/innen auf 40 Prozent. Noch deutlicher ist der Stellenwert der HTL-Ausbildung (neben dem klassischen Bereich „Fertigung - inklusive Vorbereitung“: 69 Prozent) im Bereich „Marketing, Vertrieb, Kundenbetreuung“ (64 Prozent).

[5] Wenn hier von HTL-Ingenieuren/innen gesprochen wird, so werden Ingenieure/innen der HLA für Land- und Forstwirtschaft inkludiert.

TABELLE I-2-1a:

Verteilung der Beschäftigten mit höherer technisch-naturwissenschaftlicher Bildung nach Einsatzbereichen, Zeilenprozente

Unternehmensbefragung, 2002/03

Abschluss	Zahl der Mitarbeiter/innen	Davon sind hauptsächlich eingesetzt in: Forschung und Entwicklung (F & E)	Fertigung (inklusive Vorbereitung)	Management, Verwaltung, Personalführung	Marketing, Vertrieb, Kundenbetreuung
		%	%	%	%
Doktorat	4.256	49	11	25	15
Magister, Diplomingenieur	17.686	39	18	19	24
HTL, HLA, Ing.	26.352	24	32	9	35
Gesamt	48.294	29	22	13	26

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung (N=1.076)

TABELLE I-2-1b:

Technisch-naturwissenschaftliche Qualifikationsstruktur nach Einsatzbereichen, Spaltenprozente

Unternehmensbefragung 2002/2003

Abschluss	Mitarbeiter/innen mit höherer technisch-naturwissenschaftlicher Bildung	Davon sind hauptsächlich eingesetzt in: Forschung und Entwicklung (F & E)	Fertigung (inklusive Vorbereitung)	Management, Verwaltung, Personalführung	Marketing, Vertrieb, Kundenbetreuung
	%	%	%	%	%
Doktorat	9	14	4	16	5
Magister, Dipl. Ing.	37	46	27	51	31
HTL, HLA, Ing.	55	40	69	33	64
Gesamt	100	100	100	100	100
Absolut	48.294	13.955	10.723	6.256	12.746

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung (N=1.076)

Die F&E-Erhebung von *Statistik Austria* ermittelte für 1998 in Bezug auf eine weitgehend vergleichbare Branchenauswahl eine Zahl von rund 9.600 *Vollzeitäquivalenten* für die Kategorie „Wissenschaftler und Ingenieure"; hinzu kommen noch Beschäftigte der Kategorie „Höherqualifiziertes nicht-wissenschaftliches Personal", in der auch HTL-Maturanten inkludiert sein könnten.[6] Auch der Vergleich zum „Wissenschaftlichen Personal (Akademiker und gleichwertige Kräfte)" im firmeneigenen Bereich in *Kopfzahlen* zeigt weitreichende Übereinstimmung. Die Differenz von rund 12.770 (Statistik Austria)[7] zu 13.950 (Erhebung ibw) kann durch zwischenzeitlichen Zuwachs und/oder kategoriale Unschärfen erklärt werden.

2.2 Eignungsprofile und Berufsvorbildungsziele im binären Hochschulsystem

Den Befragungsteilnehmern wurde eine Einschätzungsfrage bezüglich der Eignung der Absolventen unterschiedlicher technischer oder naturwissenschaftlicher Bildungsgänge je nach betrieblichem Einsatzbereich vorgelegt. Verglichen werden sollten die in Österreich derzeit gegebenen Hauptrouten der technischen oder naturwissenschaftlichen Bildung. Die Antwortmöglichkeiten reichten von „sehr gut geeignet" (1) bis „nicht geeignet" (5). Die nachfolgend dokumentierte Auswertung erfolgt einmal über einen Mittelwertsvergleich, einmal über einen Vergleich des Anteils der Bestbewertung. Das Ergebnis ist aber bei beiden Betrachtungsweisen eindeutig.

Die Befragten schätzen die Absolventen/innen der technischen Studien an Universitäten im Hinblick auf den Einsatzbereich „Forschung & Entwicklung" mit Abstand am besten ein. Während die Meinungen der Vorbildung für F&E bei allen anderen technischen oder naturwissenschaftlichen Vorbildungsrouten als geteilt zu bewerten sind, treten im Hinblick auf Diplomingenieure der (Technischen) Universitäten kaum unschlüssige und gar keine negativen Bewertungen auf (siehe Tabelle I-2-2a). Interessant sind die relativ hohen Anteile jener, die mit „teils/teils für den Einsatzbereich F&E geeignet" antworten, der bezüglich Universitätsabsolventen/innen/innen der Naturwissenschaften und der

[6]Karin Bauer, Karl Messmann, Andreas Schiefer: Forschung und experimentelle Entwicklung (F&E) im firmeneigenen Bereich1998, in: Statistische Nachrichten 2/2001, Wien, S. 92.

[7] BMBWK und BMVIT: Forschungs- und Technologiebericht 2001, Wien Oktober 2001, Tabelle 20

Technikfachhochschulabsolventen/innen jeweils rund 18 Prozent erreicht, bei den HTL-Absolventen/innen sogar mit 37 Prozent den höchsten Anteil der Bewertung überhaupt. Fasst man „sehr gut geeignet“ und „eher schon geeignet“, so erreicht die FH-Technik den zweiten Rangplatz noch vor den Naturwissenschaften.

TABELLE I-2-2a:

Einschätzung der *Eignung* von Absolventen/innen technisch-naturwissenschaftlicher Bildungsgänge für den Einsatzbereich „Forschung und Entwicklung“, 2002/03

Eignung im Einsatzbereich F&E	Absolventen/innen der ...			
	Uni Technik	Uni NAWI	FH Technik	HTL
	%	%	%	%
sehr gut geeignet	73,5	44,0	31,6	14,8
eher schon geeignet	21,4	22,3	41,8	31,2
teils, teils	5,1	17,6	17,8	36,9
eher nicht geeignet	-	12,4	6,9	14,3
überhaupt nicht geeignet	-	3,7	2,0	2,7
Gesamt	100,0	100,0	100,0	100,0

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung

Die Einschätzungen bezüglich Eignung für technische Forschungs- und Entwicklungsaufgaben zeigen interessante Interkorrelationen: während Einschätzungen zu Technik und Naturwissenschaften an den Universitäten korrelieren, gibt es zwischen Technikstudien an Universitäten und Fachhochschulen keine statistisch relevante Korrelation der Einschätzung, wohl aber eine relativ hohe Korrelation zwischen FH und HTL.

TABELLE I-2-2b:

Ausmaß der Korrelation der Eignungseinschätzung der Absolventen/innen technischer Universitätsstudien mit Absolventen/innen anderer Vorbildungsrouten; 2002/03

Tabellierter Wert: Pearson-Korrelationskoeffizient*

Einsatzbereich	Universitäten: Naturwissenschaften	Fachhochschulen (FH)	HTL
Forschung & Entwicklung	.29	(.03)	(-.04)
Fertigung (inklusive Vorbereitung)	.46	.49	.24
Marketing, Vertrieb, Kundenbetreuung	.40	.59	.52
Management, Verwaltung, Personalführung	.49	.58	.57

*alle nicht in Klammern gesetzte Werte sind signifikant auf 0,01-Niveau

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung

Im Einsatzbereich *„Marketing, Vertrieb und Kundenbetreuung“* erreichen die FH-Absolventen/innen in etwa die gleich gute Bewertung wie die Technikabsolventen/innen der Universitäten. Wer Uni-Technikabsolventen/innen als geeignet für diesen Einsatzbereich hält, hält auch alle anderen technisch-naturwissenschaftlichen Bildungsrouten für einschlägig gut einsetzbar. Dies trifft auch auf den Einsatzbereich „Management, Verwaltung, Personalführung“ zu.

Die Eignungseinschätzung für technische Forschungs- und Entwicklungsaufgaben, bei der die Universitätstechniker/innen die mit Abstand beste Bewertung erreichten, unterscheidet sich damit von den Einschätzungen zu den anderen Einsatzbereichen, bei denen die berufliche Vorbildungsroute (oder der fachliche Spezialisierungsgrad) deutlich weniger ausschlaggebend ist, signifikant.

TABELLE I-2-2c:

Einschätzung der *Eignung* von Absolventen/innen technisch-naturwissenschaftlicher Bildungsgänge nach Einsatzbereichen, 2002/03

FRAGE: „Eine Frage zu den betrieblichen Einsatzbereichen von Absolventen/innen technischer oder naturwissenschaftlicher Bildungsgänge: Wie schätzen Sie die Eignung von Absolventen/innen der nachfolgend genannten Bildungseinrichtungen im Vergleich ein?“

tabellierter Wert: Mittelwert
(Skala von 1 = sehr gut geeignet bis 5 = nicht geeignet)

Betriebliche Einsatzbereiche	Universitäten: Technik	Universitäten: Naturwissenschaften	Fachhochschulen (FH)	HTL
Forschung & Entwicklung	1,32	2,10	2,06	2,59
Fertigung (inklusive Vorbereitung)	2,41	3,28	1,85	1,68
Marketing, Vertrieb, Kundenbetreuung	2,49	2,81	2,34	2,55
Management, Verwaltung, Personalführung	2,48	2,70	2,60	3,12

Anteil: sehr gut geeignet – in %

Betriebliche Einsatzbereiche	Universitäten: Technik	Universitäten: Naturwissenschaften	Fachhochschulen (FH)	HTL
Forschung & Entwicklung	74	44	32	15
Fertigung (inklusive Vorbereitung)	19	4	42	48
Marketing, Vertrieb, Kundenbetreuung	22	16	20	10
Management, Verwaltung, Personalführung	21	19	15	4

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung

Das differenzierte Eignungsprofil der Technikabsolventen/innen der beiden Hochschularten (Universitäten und Fachhochschulen) aus Sicht betrieblicher Experten ist bereits bei einer Unternehmensbefragung (Unternehmen, die FH-Absolventen/innen beschäftigten) Mitte 2000 deutlich geworden, die auf Erfahrungen mit den ersten Jahrgängen des Outputs der Fachhochschulstudiengänge beruhen[8]. Im Vergleich zu den Universitäten zeigen sich deutliche Unterschiede im Qualifikationsprofil. Bei auf wissenschaftlichem Wissen basierenden Problemlösungen sowie innovativen Aufgabengebieten wird den Absolventen/innen der Universitäten mehr zugetraut. 41 Prozent der Befragungsteilnehmer hielten FH- und Uni-Absolventen/innen in innovativen Aufgabengebieten für gleich gut einsetzbar. Deutlich geringer war dieser Wert im Hinblick auf „Wissenschaftlich orientierte Tätigkeitsfelder".

Die empirische Evidenz zur differenzierten Einschätzung der technischen Forschungskompetenz kann kaum überraschen, wenn man die Zielsetzungen (Berufsfeldorientierung statt Disziplin- und Forschungsorientierung), den fachlichen Spezialisierungsgrad und die Dauer der Studien der beiden Hochschularten in Betracht zieht. Letztlich ist Fachqualifikation eine Resultante des Spezialisierungsgrades und der Dauer des Lernens. Selbst wenn man etwa im Maschinenbau in Rechnung stellt, dass 20 Prozent der Absolventen/innen angeben, vorwiegend oder regelmäßig erwerbstätig gewesen zu sein, so beläuft sich die durchschnittliche Studiendauer bis zum Diplomingenieur auf rund 8 Jahre (15,5 Semester = Median, 17,5 Semester = arithmetisches Mittel).[9] Hieraus resultiert eine etwa doppelt so lange Lernzeit bei breiten technisch-naturwissenschaftlichen Grundlagen und bei höherem fachlich-wissenschaftlichem Spezialisierungsgrad als in einem vergleichbaren FH-Studiengang.

[8] Siehe dazu: Petra Wimmer: Die ersten Fachhochschul-AbsolventenInnen am Arbeitsmarkt. Ergebnisse österreichweiter Erhebungen (=ibw-Schriftenreihe Nr. 118), Wien, November 2000, S. 60ff.

[9] Die genannten Daten beziehen sich auf die Absolventen (Erstabschlüsse) des Studienjahres 1999/2000 an Universitäten; siehe: BMBWK: Hochschulbericht 2002, Band 2, Wien 2002, S. 268ff.

3. Beschäftigungsentwicklung: Rückblick und Vorausschau

Die Problematik der Vorhersage der Beschäftigungsmöglichkeiten aus Sicht einzelner Unternehmen aufgrund des schnellen Wandels spiegelt sich in der Vorsicht diesbezüglicher Aussagen seitens der Verantwortlichen in den Unternehmen wider.

3.1 Rückblick: 2000 - 2002

In Bezug auf technische Qualifikationen werden die Beschäftigungsentwicklungen der letzten drei Jahre seitens der Unternehmen signifikant häufiger als „zunehmend" als in bezug auf naturwissenschaftliche Qualifikationen beschrieben (siehe Tabelle I-3-1). Bei den technischen Qualifikationen wird von der Hälfte der Unternehmen (zumindest) eher Abnahme in den letzten drei Jahren berichtet, bei den Naturwissenschaften hingegen betrifft dies unter 30 Prozent der Befragungsteilnehmer. Fast 16 Prozent der Unternehmen geben bezüglich der Beschäftigung von Technikabsolventen/innen der Universitäten „stark zunehmend" für die letzten drei Jahre an, 36 Prozent „eher zunehmend". Für die Fachhochschulstudiengänge und die HTL-Absolventen/innen liegt der Anteil derer, die „eher zunehmend" berichten, fast bei 40 Prozent.

TABELLE I-3-1:

Aussagen zur Beschäftigung von Mitarbeitern/innen mit höherer technisch-naturwissenschaftlicher Bildung <u>in den letzten drei Jahren</u>, 2002, in %

Bildungseinrichtungen bzw. Fachbereich	Die Beschäftigung hat ...				
	stark zugenommen	eher zugenommen	***sich kaum verändert***	eher abgenommen	Stark abgenommen
Universitäten: Technik	15,7	35,5	***46,1***	2,7	0,0
Fachhochschule: Technik	9,9	38,1	***49,3***	2,8	0,0
HTL	8,3	38,0	***48,5***	4,3	0,8
Universitäten: Naturwissenschaften	6,6	20,7	***66,4***	5,2	1,1

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung

3.2 Vorausschau: 2003 - 2005

Bezüglich der nächsten Jahre sind die Einschätzungen der Unternehmen ebenfalls von Vorsicht geprägt, wobei wiederum sehr deutliche Differenzen zwischen Technik und Naturwissenschaften sichtbar werden. Während über 70 Prozent der Befragungsteilnehmer für die Naturwissenschaften keine Zuwächse, sondern vorwiegend nur Ersatzbedarfe erwarten, bleibt diese Erwartung bezüglich der Technik-Absolventen/innen unter 50 Prozent.

Eine vergleichbare Frage wurde im Hinblick auf die Einsatzbereiche von Mitarbeitern/innen mit technischer oder naturwissenschaftlicher Qualifikation im Unternehmen bezüglich der nächsten drei Jahre gestellt (siehe Tabelle I-3-3). Auch hier sind die Antworten von Vorsicht geprägt, trotzdem zeigen sich bemerkenswerte Unterschiede. Zusätzlicher Bedarf wird am häufigsten in den Einsatzbereichen „Forschung & Entwicklung“ (64 Prozent) und „Marketing, Vertrieb, Kundenbetreuung“ (54 Prozent) erwartet. Da Innovation immer auch Diffusion der Ergebnisse von Forschung und Entwicklung bedeutet, erweist sich auch der erwartete Bedarf an technisch-kaufmännischen Hybridqualifikationen höher als bezogen auf Hochqualifizierte in der Fertigung oder der Verwaltung.

TABELLE I-3-2:

Veränderung der Beschäftigung von Mitarbeiter mit technischer oder naturwissenschaftlicher Qualifikation im Unternehmen *in den nächsten drei Jahren,* 2002, in %

Absolventen/innen folgender Bildungseinrichtungen	Die Beschäftigung wird ...				
	stark zunehmen	eher zunehmen	***sich kaum verändern***	eher abnehmen	stark abnehmen
Universitäten: Naturwissenschaften	1,6	18,0	***71,4***	8,2	0,8
Universitäten: Technik	4,7	44,2	***49,1***	2,1	0,0
Fachhochschule: Technik	7,7	47,1	***42,5***	1,6	1,2
HTL	5,1	51,0	***40,7***	3,2	0,0

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung

TABELLE I-3-3:

Anteil der Unternehmen, die meinen, dass die Beschäftigung von Mitarbeitern/innen mit technischer oder naturwissenschaftlicher Qualifikation *in den nächsten drei Jahren* in den genannten Einsatzbereichen zunehmen wird, 2002, in %

Einsatzbereich	Die Beschäftigung wird ...				
	stark zunehmen	eher zunehmen	***sich kaum verändern***	eher abnehmen	stark abnehmen
Management, Verwaltung, Personalführung	0,7	24,6	***70,5***	4,2	0,0
Fertigung (inklusive Vorbereitung)	6,3	38,2	***53,0***	2,5	0,0
Marketing, Vertrieb, Kundenbetreuung	10,2	44,2	***45,6***	0,0	0,0
Forschung & Entwicklung	7,7	56,0	***35,5***	0,8	0,0

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung

3.3 Engpässe bei der Rekrutierung

Häufige Schwierigkeiten der Unternehmen bei der Suche nach geeigneten Mitarbeitern/innen mit technisch-naturwissenschaftlicher Qualifikation innerhalb *der letzten drei Jahre* wurden von knapp 17 Prozent der Unternehmen bezogen auf Absolventen/innen technischer Universitätsstudien genannt, weitere 31 Prozent gaben an, „manchmal" Schwierigkeiten bei der Technikerrekrutierung (Uni) zu haben; etwas mehr als 30 Prozent kennen derartige Probleme in der Rekrutierung überhaupt nicht. Engpässe traten bei den Diplomingenieuren häufiger als in bezug auf Naturwissenschaftsabsolventen/innen auf.

Ebenso wie in der Beschäftigungsentwicklung in den letzten drei Jahren unterscheiden sich die Antworten der Unternehmen im Hinblick auf die Naturwissenschaften deutlich von jenen bezüglich der technischen Bildungsgänge: der Anteil derer, die „nie" einschlägige Schwierigkeiten erfahren, ist bezüglich der Naturwissenschaften relativ am höchsten. Der hohe Anteil an Unternehmen, die keine Rekrutierungsprobleme bei der Suche nach Naturwissenschaftern angaben, hängt auch mit dem vergleichsweise gerin-

gen Anteil unter den Beschäftigten der befragten Unternehmen mit höherer einschlägiger Bildung (9 Prozent, siehe Tabelle I-1-1b) zusammen.

TABELLE I-3-4:

Schwierigkeiten der Unternehmen bei der Suche nach geeigneten Mitarbeitern/innen mit technisch-naturwissenschaftlicher Qualifikation innerhalb *der letzten drei Jahre, 2002 in %*

Absolventen folgender Bildungsgänge	häufig	manch-mal	selten	Nie
Universitäten: Technik	17,3	31,3	18,6	32,9
Fachhochschule: Technik	18,4	19,4	27,0	35,2
HTL	14,3	26,4	27,7	31,6
Universitäten: Naturwissenschaften	7,6	12,6	28,3	51,5

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung

3.4 Beschäftigungszunahme und Personalmangel nach Fachrichtungen

Jene Unternehmen, die eine voraussichtliche Zunahme der Beschäftigung („stark zunehmend“ oder „eher zunehmend“) in den nächsten 3 Jahren angegeben haben, wurden mittels einer offenen Frage um nähere Informationen ersucht: „Könnten Sie bitte nähere Angaben machen, um welche Fachrichtungen, Bildungseinrichtungen respektive Spezialgebiete es sich dabei handeln könnte!“

Am häufigsten werden von den Befragungsteilnehmern, die Zuwächse bis 2005 erwarten, Ausweitungen der Beschäftigung in klassischen Ingenieurwissenschaften erwartet: Maschinenbau sowie Elektrotechnik/Elektronik. Spitzenränge erreichen erwartungsgemäß auch die Informatik sowie Mechatronik/Automatisierungstechnik (siehe Tabelle I-3-5a). Von Interesse ist der Zusammenhang zwischen den Fachbereichen, bei denen zunehmende Beschäftigung erwartet wird, und jenen, bei denen es bisher bereits gewisse Knappheiten am Arbeitsmarkt aus Sicht der Unternehmen gegeben hat.

Die Unternehmen, die angaben, „häufig“ oder „manchmal“ Schwierigkeiten bei der Suche nach geeigneten Mitarbeitern/innen mit technisch-naturwissenschaftlicher Qualifikation in den letzten drei Jahren gehabt zu haben, wurden gebeten nähere Angaben zu den „Fachrichtungen bzw. Spezialgebieten“ zu geben. Die Übereinstimmung der am häufigsten genannten Fachrichtungen mit jenen Fachrichtungen, für die zunehmende Beschäftigung erwartet wird, ist deutlich. Dahinter könnte die Erwartung der Fortsetzung eines Trends im Qualifikationsbedarf stehen.

Vergleicht man die beiden Rangreihen (erwartete Beschäftigungszunahme und Rekrutierungsprobleme), so zeigen sich deutliche Divergenzen eigentlich nur für die (Technische) Mathematik, bei der es kaum Schwierigkeiten gegeben hat, und mit großem Abstand für Biologie und Montanistik.

TABELLE I-3-5a:

Unternehmen, die fachrichtungsbezogene Beschäftigungszunahme im Zeitraum 2003 – 2005 erwarten

Fachrichtung (Mehrfachangaben möglich)	Zahl der Unternehmen, welche die Fachrichtung nannten
Maschinenbau	276
Informatik, Software Engineering	178
Elektrotechnik	151
Elektronik	126
Automatisierungstechnik	117
Werkstoffwissenschaft	82
Wirtschaftsingenieurwesen	70
Mechatronik	69
Verfahrenstechnik, Umwelt, Recycling	58
Chemie	45
Bauwesen, Architektur, Raumplanung	43
Kunststofftechnik	41
Biologie, Biowissenschaften	40
Montanistik (Uni+HTL), Metallurgie etc.	39
Physik	28
Textil, Bekleidung	21
Mathematik, Logistik	20
Holztechnik, Papier	18
BOKU, Lebensmittel(technologie), Landwirt. HLA, Ernährungswissenschaften	17
Telematik	13
Medizin (inkl. Vet.med.)	7
Pharmazie	0
Geologie	0
Materialwissenschaft	0
nicht zuordenbar	45
Summe	1.504

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung (N=1.076)

TABELLE I-3-5b:

Unternehmen, die fachrichtungsbezogene Rekrutierungsprobleme für den Zeitraum 2000 – 2002 angegeben haben

Fachrichtung (Mehrfachangaben möglich)	Zahl der Unternehmen, welche die Fachrichtung nannten
Maschinenbau	150
Elektrotechnik	121
Informatik, Software Engineering	118
Elektronik	65
Automatisierungstechnik	56
Chemie	51
Biologie, Biowissenschaften	48
Montanistik (Uni+HTL), Metallurgie etc.	36
Mechatronik	34
Kunststofftechnik	31
Werkstoffwissenschaft	27
Bauwesen, Architektur, Raumplanung	21
Physik	19
Wirt.ing. wesen	15
Verfahrenstechnik, Umwelt, Recycling	14
Telematik	13
BOKU, Lebensmittel(technologie), Landwirt. HLA, Ernährungswissenschaften	10
Textil, Bekleidung	7
Medizin	7
Holztechnik, Papier	4
Pharmazie	0
Landwirtschaft	0
Mathematik	0
Geologie	0
Materialwissenschaft	0
nicht zuordenbar	73
Summe	920

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung

TABELLE I-3-5c:

Fachkräftemangel 2000-2002 und Beschäftigungszunahme 2003-2005: Rangplatzvergleiche nach Fachrichtungen

Fachrichtung	Schwierigkeiten bei Suche nach geeigneten Mitarbeitern/innen in den letzten drei Jahren	Erwartete Beschäftigungszunahme in den nächsten drei Jahren	Differenz
Maschinenbau	***1***	***1***	0
Elektrotechnik	***2***	***3***	-1
Informatik, Software Engineering	***3***	***2***	1
Elektronik	***4***	***4***	0
Automatisierungstechnik	***5***	***5***	0
Chemie	***6***	10	-4
Biologie, Biowissenschaften	***7***	13	-6
Montanistik (Uni+HTL), Metallurgie etc.	8	14	-6
Mechatronik	9	8	1
Kunststofftechnik	10	12	-2
Werkstoffwissenschaft	11	***6***	5
Bauwesen, Architektur, Raumplanung	12	11	1
Physik	13	15	-2
Wirt.ing. wesen	14	***7***	7
Verfahrenstechnik, Umwelt, Recycling	15	9	6
Telematik	16	20	-4
BOKU, Lebensmittel(technologie), Landwirt. HLA, Ernährungswiss.	17	19	-2
Textil, Bekleidung	18	16	2
Medizin (inkl. Vet.med.)	19	21	-2
Holztechnik, Papier	20	18	2

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; eigene Berechnungen

3.5 Schätzung des Ersatz- und Zusatzbedarfs nach Fachrichtungen

Der aktuelle Personalstand ist eine empirische Grundlage zur Schätzung des jährlichen Ersatzbedarfs, wobei man erfahrungsgemäß im Durchschnitt von 2,5 bis 3,0 Prozent der Erwerbstätigen ausgehen kann. Die VDI-Ingenieurbedarfsstudie 2000 z.B. bezifferte den jährlichen Ersatzbedarf mit 2,5 bis 3 Prozent der Gesamtzahl der erwerbstätigen Ingenieure. In Prognosestudien des Verbandes deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) wurde der Ersatz- und Neubedarf mit 5 bis 7 Prozent der erwerbstätigen Ingenieure angesetzt.[10]

Legt man die genannten Schätzwerte von 2,5 bis 3,0 Prozent zugrunde, so kann man von einem jährlichen Ersatzbedarf technisch oder naturwissenschaftlichen Hochqualifizierter in den F&E-betreibenden Unternehmen zwischen 1.100 und 1.400 Absolventen/innen aus *einschlägigen Hochschulstudien bzw. der HTL (oder HLA)* ausgehen. Die Verteilung des Ersatzbedarfs nach Fachrichtungen spiegelt dabei die aktuelle Fachrichtungsstruktur wider. *Der Ersatzbedarf in den nächsten Jahren wird daher mit Abstand am größten in den klassischen Ingenieurwissenschaften ausfallen.*

Für die Berechnung des *jährlichen Zusatzbedarfs* können hypothetische Annahmen auf der Grundlage der Verteilung der Unternehmen, die in der Befragung von 2002/03 *zusätzlichen* Personalbedarf für die nächsten 3 Jahre in der Fachrichtung erwartet haben, als Näherungswerte herangezogen werden. In Summe kommt man auf eine Zahl von *1.100 bis 1.400 Absolventen/innen aus Hochschulen oder HTL*, die jährlich – gehen die Erwartungen auf – zusätzlich in *forschungsintensiven Unternehmen* des sekundären Sektors und in den EDV-Dienstleistungen beschäftigt werden könnten. Diese Einschätzungen sind nicht mehr als eine Trendfortschreibung der expansiven Entwicklung in den technischen Berufen (siehe Tabellen III-2-1). Aufgrund des hohen Anteils der HTL-Absolventen/innen unter den FH-Zugängern wird es zu einer Verschiebung in Richtung

[10] Uwe Pfenning, Ortwin Renn, Ulrich Mack: Zur Zukunft technischer und naturwissenschaftlicher Berufe, Stuttgart, 2002, S. 62f.

Hochschulabschlüsse kommen.[11] Bei deutlich erhöhten F&E-Investitionen wäre mit zusätzlichem Personalbedarf („Innovationsbedarf“) in den entsprechenden Fachrichtungen zu rechnen.

Relevant für die Einschätzung von Ersatz- und Zusatzbedarf (Neubedarf) ist unter anderem die Berücksichtigung von Phasen der Nichterwerbstätigkeit und branchenfremder Abwanderung durch die Absolventen/innen und Absolventinnen. Während der Zusatzbedarf (Neubedarf) mit dem Wirtschaftswachstum zusammenhängt, hängt der „Innovationsbedarf“ mit den F&E-Investitionen zusammen. Die Abhängigkeit der Einschätzungen in 3-Jahresfrist von gesamtwirtschaftlichen und betrieblichen Faktoren, aber auch die Relevanz der Förderpolitik wurde in der Unternehmensbefragung in einer zusätzlichen Frage an jene Befragungsteilnehmer thematisiert, die eine sehr oder eher positive Einschätzung der Beschäftigungsentwicklung für Techniker und/oder Naturwissenschafter zum Ausdruck brachten.

Als Umstände, die in den letzten Jahren zu vermehrter Beschäftigung von Technikern und Naturwissenschaftern geführt haben, wurden insbesondere neue technische Aufgaben (63 Prozent) und zusätzliche Investitionen in F&E (59 Prozent) genannt; die Teilnahme an europäischen Programmen führte bereits bei knapp 20 Prozent der Unternehmen zu vermehrter einschlägiger Beschäftigung.

[11] Die Rolle des neu eingerichteten Bakkaurelatsstudien kann in diesem Zusammenhang noch nicht eingeschätzt werden.

TABELLE I-3-6:

Personalstand und geschätzter Ersatzbedarf F&E-betreibender Unternehmen nach Fachrichtungen bezogen auf Hochschulen (Uni und FH) und HTL, 2002/03, Angaben in Absolutzahlen

FACHRICHTUNG	Personal-stand 12/2002	Ersatzbedarf Annahme*: 2,5 %	Ersatzbedarf Annahme*: 3,0 %
Maschinenbau	11.232	281	337
Elektrotechnik	9.224	231	277
Informatik (1,5 – 2,5%**)	5.113	77	128
Elektronik	4.854	121	146
Chemie	3.224	81	97
Bauwesen	2.476	62	74
Wirtschaftsingenieurwesen	2.076	52	62
Montanistik	1.361	34	41
(Technische) Physik	1.281	32	38
Biologie, Lebensmittel- u. Bio-technologie; BOKU	1.178	29	35
Verfahrenstechnik, Umwelt und Recycling	966	24	29
(Technische) Mathematik	665	17	20
Pharmazie	562	14	17
Medizin	517	13	16
Automatisierungstechnik	465	12	14
Mechatronik	411	10	12
Telematik	304	8	9
Holztechnik, Papier	298	7	9
Werkstoffwissenschaft	282	7	8
Kunststofftechnik	104	3	3
Textil, Bekleidung	91	2	3
Materialwissenschaft	14	0	0
Geologie	13	0	0
Gesamt	47.046	1.117	1.375

* entspricht üblichem Schätzungen
** da vorwiegend relativ junge Absolventen/innen

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003, (N=1.076)

TABELLE I-3-7:

Personalstand und hypothetische Ermittlung einer Bandbreite des Zusatzbedarfs bis 2005 an technisch-naturwissenschaftlich Qualifizierten (Uni – FH – HTL)

FACHRICHTUNG	Personalstand 12/2002	Unternehmen mit Erwartung zunehmender Beschäftigung bis 2005	Hypothetischer jährlicher Zusatzbedarf bis 2005			
			niedrige Einschätzung	hohe Einschätzung	niedrige Einschätzung	hohe Einschätzung
	abs.	%	abs.	abs.	%	%
Maschinenbau	11.232	18,4	225	449	2,0	4
Informatik	5.113	11,8	77	153	1,5	3
Elektrotechnik	9.224	10,0	138	277	1,5	3
Elektronik	4.854	8,4	73	146	1,5	3
Automatisierungstechnik	465	7,8	7	14	1,5	3
Werkstoffwissenschaft	282	5,5	4	8	1,5	3
Wirtschaftsingenieurwesen	2.076	4,7	31	62	1,5	3
Mechatronik	411	4,6	6	12	1,5	3
Verfahrenstechnik, Umwelt und Recycling	966	3,9	10	19	1,0	2
Biologie, Lebensmittel- u. Biotechnologie	1.178	3,8	12	24	1,0	2
Chemie	3.224	3,0	32	64	1,0	2
Bauwesen	2.476	2,9	25	50	1,0	2
Kunststofftechnik	104	2,7	1	2	1,0	2
Montanistik	1.361	2,6	14	27	1,0	2
(Technische) Physik	1.281	1,9	13	26	1,0	2
Textil, Bekleidung	91	1,4	0	1	0,5	1
(Technische) Mathematik	665	1,3	3	7	0,5	1
Holztechnik, Papier	298	1,2	1	3	0,5	1
Telematik	304	0,9	2	3	0,5	1
Medizin	517	0,5	3	5	0,5	1
Materialwissenschaft	14	0,0	-	-	-	-
Geologie	13	0,0	-	-	-	-
Pharmazie	562	0,0	-	-	-	-
keine Angabe	329	2,7	-	-	-	-
Gesamt	47.046	100,0	677	1.352	1,4	2,9

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003

TABELLE I-3-8:

Umstände, die zu vermehrter Beschäftigung von Mitarbeitern/innen mit technischer oder naturwissenschaftlicher Qualifikation in den letzten 3 Jahren geführt haben

im Urteil der Unternehmen, 2002

Umstände, die zu vermehrter Beschäftigung geführt haben	Kategorien „sehr wichtig“ und „wichtig“, in %
Neue technische Aufgaben	63
Zusätzliche Investitionen in Forschung und Entwicklung	59
Einführung neuer Technologien	54
Gute Auftragslage	50
Betriebsspezifische Veränderungen in Produktion und Service	45
Techniker für den Auslandseinsatz	20
Teilnahme an europäischen Forschungsprogrammen	19

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung

4. Kooperationen „Unternehmen-Hochschulen“

Die Frage der aktuellen Kooperationen zwischen den Unternehmen mit F&E-Einheiten und anderen F&E-betreibenden Organisationen ist eine der forschungsleitenden Fragen gegenständlicher Studie. Vor allem die Frage einer ausreichenden Kooperation zwischen den Hochschulen und den Unternehmen steht dabei im Vordergrund. Gerade was die Vernetzung zwischen den involvierten Akteuren aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik betrifft, wurden immer wieder Defizite für den Standort behauptet. So besteht etwa für *Böheim* die wichtigste Maßnahme zur Nutzung der vorhandenen Innovationspotenziale „in einer Verstärkung der Kooperation zwischen den Forschungseinrichtungen und Unternehmen, aber auch der Forschungseinrichtungen wie der Unternehmen untereinander. Interdisziplinarität, problemorientierte Schwerpunktsetzung und Clusterbildung sind die wesentlichen Elemente einer zukunftsorientierten Strategie, deren einstellungsmäßigen, organisatorischen und institutionellen Voraussetzungen aber noch weitgehend fehlen.“[12]

[12] Michael Böheim: Marktchancen für die österreichische Industrie, WIFO (Hrsg.), Wien 1999, S. 78.

4.1 Struktur der F&E-bezogenen Kooperationen

Die vorliegende schriftliche Unternehmensbefragung von 2002/2003 zeigt zunächst, dass am häufigsten mit Universitäten in Österreich und mit anderen Unternehmen kooperiert wird (siehe Tabelle I-4-1a). Dieses Ergebnis einer Spitzenstellung der zwischenbetrieblichen F&E-bezogenen Kooperationen entspricht den Ergebnissen der 1998 vom Statistik Austria durchgeführten Erhebung über Forschung und experimentelle Entwicklung. Bezieht man sich insbesondere auf die Forschungsaufträge, welche Unternehmen der Sachgütererzeugung vergeben haben, so entfallen von den knapp 3,3 Milliarden F&E-Aufwendungen im firmeneigenen Bereich rund 24 Prozent auf Unternehmen in Österreich, 54 Prozent auf Tochter- oder verbundene Unternehmen. Die inländischen Universitäten (inklusive Fachhochschulen) kamen auf unter 5 Prozent.[13]

Aufgrund dieses relativ geringen Anteils der Ausgaben für die universitären innovationsbezogenen Kooperationen hat es in der österreichischen Forschungs- und Technologiepolitik in den letzten Jahren zahlreiche Initiativen und Projekte gegeben, die eine Ausweitung der Kooperationen zum Ziel hatten. Einrichtungen, wie etwa K-ind, K-net und K-plus, die Etablierung von anwendungsorientierten Forschungslabors, die von wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Institutionen gemeinsam getragen werden, aber auch diverse Regionalförderungsprojekte, die lokale Innovations- und Kompetenzzentren bilden bzw. bestehende verstärken sollen, zählen hierzu.

Sämtliche einschlägige Programme zielen auf die *Überwindung institutioneller Barrieren zwischen den Hochschulen und der Wirtschaft*, die mit unterschiedlichen Anreizsystemen und Zeitdimensionen zusammenhängen: Unternehmen sind eher an kurzfristiger Verwertung von Forschungsergebnissen interessiert, wohingegen grundlagenorientierte Forschung an den Universitäten langfristig angelegt und mit Publikationsorientierung verknüpft ist.

[13] Karin Bauer, Karl Messmann, Andreas Schiefer: Forschung und experimentelle Entwicklung (F&E) im firmeneigenen Bereich 1998, in: Statistische Nachrichten, 2/2001, Wien 2001, S. 99.

TABELLE I-4-1a:

Innovationsbezogene Kooperationen, 2000 - 2002, in %

Frage: „Hat Ihr Unternehmen in den letzten 3 Jahren mit einer der folgenden Institutionen kooperiert, um neue Ideen für Produkte, Prozesse oder Dienstleistungen ihres Unternehmens zu entwickeln?“

Einrichtung	sehr häufig	manchmal	selten	nie
Anderes Unternehmen	30,9	48,7	9,8	10,6
Zivilingenieure, Technische Büros	19,6	38,1	16,7	25,6
Universität in Österreich	33,3	36,5	13,9	16,3
Universität im Ausland	15,0	23,7	16,6	44,7
HTL	7,3	26,9	25,5	40,3
Fachhochschule	6,1	26,1	15,9	51,8
Kompetenzzentrenprogramm des Bundes (K-plus, K-ind, K-net etc.)	11,7	8,9	11,8	67,7
Christian Doppler Gesellschaft	5,2	3,3	5,1	86,4
ARC Seibersdorf	4,5	18,0	24,3	53,2
Joanneum Research	5,0	12,3	13,0	69,7

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung

Die Kompetenzzentrenprogramme des Bundes, die Ende der 90er Jahre entwickelt wurden, stellten Ende 2002 bereits für 20 Prozent der befragten Unternehmen des sekundären Sektors mit eigenen F&E-Einheiten sehr häufig oder manchmal Kooperationspartner dar. Interessant ist nun die Frage, welche Einrichtungen von diesen Unternehmen ebenfalls als Kooperationspartner genannt wurden:

1. am häufigsten kooperieren diese Unternehmen mit Universitäten in Österreich und dem *ARC Seibersdorf*;
2. etwas schwächer ist die entsprechende Korrelation bei der Zusammenarbeit mit Universitäten im Ausland und dem *Joanneum Research* ausgeprägt (siehe Tabelle I-4-1b).

Ebenso wichtig ist das Ergebnis, dass wer den Weg ins Kompetenzzentrum sucht, vergleichsweise selten über Kooperationserfahrungen mit anderen Unternehmen verfügt. Von Interesse ist, dass die Kooperationspartner im Rahmen der Kompetenzzentren zwar

häufig mit Universitäten, nicht aber mit Fachhochschulen F&E-bezogene Kooperationen betreiben.

TABELLE I-4-1b:

Wahrscheinlichkeit der Kooperation mit anderen Organisationen bei Unternehmen, die mit Kompetenzzentren innovationsbezogen zusammenarbeiten

tabellierte Werte: Pearson-Korrelationskoeffizient

Kooperierende Institution	Korrelation
Universität in Österreich	.43*
ARC Seibersdorf	.36*
Universität im Ausland	.30*
CDG-Christian Doppler Gesellschaft	.25*
Joanneum Research	.22*
Anderes Unternehmen	.21*
Fachhochschulen	.02
HTL	-.02
Zivilingenieure, technische Büros	-.04

*signifikant auf 0,01-Niveau

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung

4.2 Universitäten und Fachhochschulen als Kooperationspartner

Im Hinblick auf die Kooperation zwischen Hochschulen und Unternehmen wird die starke Stellung der traditionellen Universitäten deutlich, wobei sich die Internationalität der Kooperationsbeziehungen deutlich zeigt. 33 Prozent der einschlägig aktiven Unternehmen kooperieren sehr häufig mit Universitäten, im Falle der FH sind es (erst) 6 Prozent. Noch aufschlussreicher ist die Analyse der Korrelationen zwischen den Kooperationsbeziehungen.

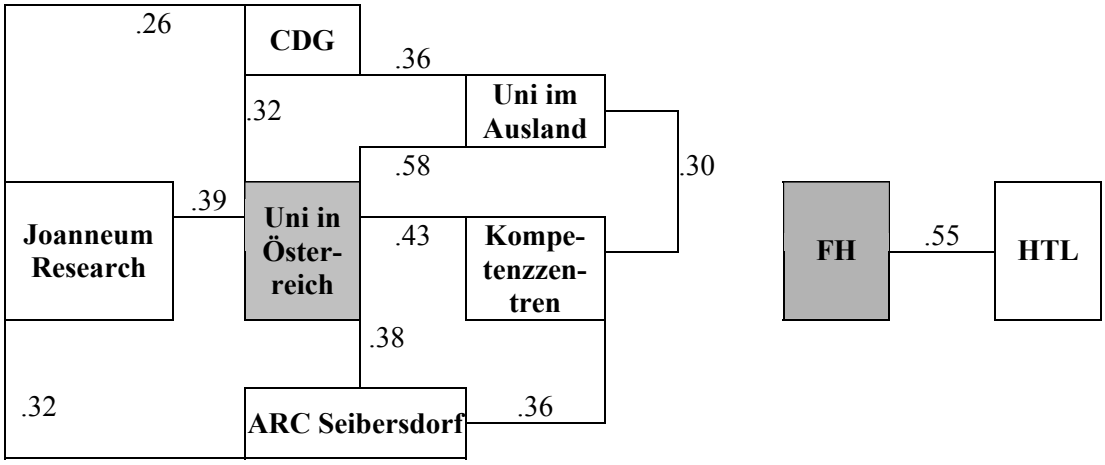
Die F&E-betreibenden Firmen kooperieren in der Regel nicht nur mit einer Organisation. Die Korrelationskoeffizienten zeigen die Wahrscheinlichkeit an, dass neben der Kooperation etwa mit Universitäten auch bspw. mit einer außeruniversitären Forschungseinrichtung innovationsbezogen zusammengearbeitet wird (siehe Tabelle I-4-1c). Jene Firmen, die mit Universitäten in Österreich kooperieren, kooperieren zugleich häufig mit Universitäten im Ausland, mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen, aber auch den Kompetenzzentren.

Wird hingegen häufig mit Fachhochschulstudiengängen kooperiert, so werden parallel dazu auch Kooperationsbeziehungen zu Höheren Technischen Lehranstalten (HTL) unterhalten: Dies ist ein Hinweis darauf, dass die Fachhochschulen als *regionaler* Kooperationspartner ein ähnliches Firmensegment im Visier haben wie die HTLs. Jeweils rund ein Drittel der Unternehmen gibt an, sehr häufig oder manchmal mit den Fachhochschulen oder mit HTLs in F&E-bezogenen Fragen zu kooperieren, mit großen Überschneidungen, wie die Korrelationen zeigen. Da in Österreich – im Unterschied zur Schweiz, zu Deutschland oder den Niederlanden – die technischen Fachhochschulen als neue, eigene Einrichtungen neben den HTLs (die traditionsgemäß seit langem enge Firmenkooperationen aufweisen) eingerichtet wurden, ist derzeit von einem ausbaufähigen Kooperationspotenzial auszugehen.

TABELLE I-4-1c:

Institutionelle Segregation innovationsbezogener Kooperationen:
Wer mit Universität bzw. FH kooperiert, kooperiert mit folgender Wahrscheinlichkeit auch mit ...

tabellierter Wert: Pearson-Korrelationskoeffizient
(alle auf dem 0,01 Niveau signifikanten Korrelationen über .25 dargestellt)



Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung

Die inhaltliche Komponente der F&E-bezogenen Kooperationen wird durch eine Befragung von Universitätsinstituten aus dem Jahre 1999 deutlich, die zeigt, dass die höchste Intensität in der Zusammenarbeit mit dem Unternehmenssektor (im Vergleich der Fachbereiche) in den technischen Wissenschaften anzutreffen ist (besonders in der Interaktionsform „gemeinsame Projekte"). Aber auch die Natur- sowie die Agrarwissenschaften weisen in einigen Interaktionsformen überdurchschnittliche Intensitäten auf. Dabei erfolgt in den Naturwissenschaften ein besonders intensiver Know-how-Transfer in Form der Mobilität von Universitätsforschern in den Unternehmenssektor, in den Agrarwissenschaften hingegen über die gemeinsame Betreuung von Vertragsassistenten, die aus Drittmitteln seitens der Unternehmen finanziert werden.[14] Bezogen auf Unternehmensbranchen sind folgende Ergebnisse bemerkenswert: der Bereich „Medizintechnik" weist im Vergleich zu seiner Größe in allen angeführten Interaktionsformen eine überdurchschnittlich hohe Interaktionsintensität auf (unter anderem bei Unternehmensneugründungen aus Universitäten heraus). Der Bereich „Softwaredienstleistungen" zeigt dagegen besondere Interaktionsaktivitäten in Form von Forschermobilität, Spinoffs und gemeinsamen Ausbildungsinitiativen mit Universitäten.[15]

Die Einbettung jener Firmen, die mit den neuen Fachhochschulen im Bereich F&E kooperieren, in innovationsbezogene institutionelle (oder personelle) Netzwerke weist grundlegend andere Ausprägungen auf als jene, die mit Universitäten zusammenarbeiten: ausschließlich die HTL erweist sich als weiterer häufiger Kooperationspartner. Es kann hier also durchaus von einer Art institutioneller Segregation im Hinblick auf F&E-bezogene Kooperationen gesprochen werden. Dies führt zur Frage nach der Zukunft des seit 1994 in Entwicklung befindlichen FH-Sektors als Ort für F&E und als Kooperationspartner jener Unternehmen, die bislang nur selten oder überhaupt keinen Zugang zu universitären Wissensressourcen hatten. Längerfristig ist vermutlich auch die Frage der hochschulartübergreifenden fachrichtungsbezogenen Kooperation von Bedeutung.

[14] BMBWK, BMVIT: Forschungs- und Technologiebericht 2001, Wien 2001, S. 98.

[15] BMBWK, BMVIT, 2001, a.a.O., S. 98.

4.3 Bildungskooperationen

Kooperationen zwischen Unternehmen und Bildungseinrichtungen haben immer mehrere Funktionen: neben der Ausbildung der Studierenden im Rahmen von Projekten oder Praktika spielt die Bearbeitung von Fragestellungen der Unternehmen in kooperativer Form, aber auch mögliche Personalrekrutierung eine nicht unwesentliche Rolle.
Die häufigsten Bildungskooperationen im technisch orientierten Bereich der befragten Unternehmen des sekundären Sektors mit F&E-Einheiten bestehen im Angebot an Praktikumplätzen für jene Bildungsgänge, die verpflichtende Praktika vorsehen: am häufigsten werden Praktikumsstellen für die HTLs, aber auch für Studierende von Fachhochschulstudiengängen bereitgestellt: Unternehmen, die Praktikumplätze für HTL-Schüler anbieten, stellen sehr häufig auch Praktikumstellen für FH-Studierende bereit (siehe Tabelle I-4-2b).

TABELLE I-4-2a:
Formen der Kooperationen der Unternehmen *in den letzten 3 Jahren* mit Bildungseinrichtungen; 2002, in %

Frage: *Hat ihr Unternehmen in den letzten drei Jahren mit Bildungseinrichtungen in nachfolgend genannter Form kooperiert?*

Form der Zusammenarbeit	sehr häufig	manchmal	selten	nie
Unterstützung von Diplomarbeiten bzw. Dissertationen an *Universitäten*	19,5	41,7	20,1	18,7
Beschäftigung von *Uni*-Studenten als Volontäre etc.	17,9	31,7	23,8	26,6
Angebot von Praktikumplätzen für *Fachhochschüler*	15,3	40,9	14,0	29,8
Unterstützung von Diplomarbeiten an Fachhochschulen	10,1	27,4	15,9	46,6
Angebot von Praktikumplätzen für HTL-Schüler	37,1	31,0	11,6	20,4
Unterstützung von Projekten an HTLs	7,8	27,3	18,0	46,9

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung

Bei den Universitäten ist in den für diese Studie relevanten Fachrichtungen kein Pflichtpraktikum vorgesehen. Interessant ist aber folgende positive Korrelation: Jene F&E-betreibenden Unternehmen, die Diplomarbeiten oder Dissertationen von Studierenden an Universitäten unterstützen, beschäftigen auch häufig Studierende. Dies ist einer der Gründe für die häufig Erwerbstätigkeit der Studierenden der Technik. Der Anteil der in der Studienzeit regelmäßig oder vorwiegend erwerbstätigen Studierenden belief sich im Studienjahr 1999/2000 auf 32 Prozent, jener der gelegentlich Erwerbstätigen auf 59 Prozent.[16]

TABELLE I-4-2b:

Interkorrelationen der Bildungskooperationen

tabellierte Werte: Pearson-Korrelationskoeffizienten

Variable	1 Unterstützung von Projekten an HTL	2 Unterstützung von Diplomarbeiten / Dissertationen an Uni	3 Unterstützung von Diplomarbeiten an FH	4 Praktikumplätze für HTL	5 Praktikumplätze für FH	6 Beschäftigung von Unistudenten
1	1.00	.45*	.49*	.47*	.46*	.30*
2		1.00	**.50***	.34*	.42*	**.61***
3			1.00	.37*	**.63***	.31*
4				1.00	**.62***	.33*
5					1.00	.41*
6						1.00

*signifikant auf dem 0,01-Niveau

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung

[16] Statistik Austria: Hochschulstatistik 2000/01, Wien 2002, S. 274.

5. Einschätzung des langfristigen allgemeinen Qualifikationsbedarfs

Bereits bei der Einschätzung der Beschäftigungsentwicklung in den befragten Unternehmen wurde die stark ausgeprägte Vorsicht in den Erwartungen für den Zeitraum 2003 – 2005 sichtbar. Den Unternehmen wurde zusätzlich eine weitere Frage nach dem langfristigen Bedarf für Absolventen/innen technischer oder naturwissenschaftlicher Studien nach Fachbereichen gestellt, die sich auf die *„allgemeine, über das Unternehmen hinausreichende Einschätzung der Beschäftigungsmöglichkeiten"* richtete.

Bei der zusätzlichen Frage wurde bewusst davon ausgegangen, dass es sich im Expertenurteil um langfristige Einschätzungen handelt, die über das eigene Unternehmen hinausreichen und auf Branchenkenntnissen und/oder einem allgemeinem Verständnis technologisch-wirtschaftlicher und beruflicher Möglichkeiten basieren. Für derartige Einschätzungen ist es keineswegs erforderlich, ausschließlich facheinschlägige Branchenvertreter (also „Insider") zu befragen, es geht vielmehr um die Meinung von Personen mit F&E-Unternehmensbackground angesichts der Vielfalt technisch-naturwissenschaftlicher Fachrichtungen.

Im wesentlichen zeigt die Auswertung der Ergebnisse *drei große Gruppen* von Fachrichtungen:

a) Fachrichtungen, für die langfristig am häufigsten „eher zunehmender" Bedarf am allgemeinen Arbeitsmarkt erwartet wird. Hierzu zählen Elektronik-Informatik-Telematik, aber auch Biotechnologie, Werkstoffwissenschaften-Kunststofftechnik sowie das Wirtschaftsingenieurwesen.

b) die klassischen Ingenieurwissenschaften, bei denen zwar langfristig gleichbleibender relativ hoher Ersatzbedarf (siehe auch vorhergehender Abschnitt) am häufigsten erwartet wird, zugleich aber von etwa 40 Prozent der Befragten „eher zunehmender" langfristiger Bedarf erwartet wird. Hierzu zählen Elektrotechnik, Maschinenbau, Chemie/Verfahrenstechnik.

c) Fachrichtungen, für die langfristig am häufigsten „gleichbleibender“ Bedarf am allgemeinen Arbeitsmarkt erwartet wird. Hierzu zählen Technische Physik, Holztechnik, Bauwesen, Montanistik.

TABELLE I-5-1:

Personalstand und Einschätzung des langfristigen allgemeinen Absolventenbedarfs[1 nach Fachrichtungen Ende 2002

FACHRICHTUNG	„Unternehmensübergreifende“ Arbeitsmarkteinschätzung:			
	eher zunehmend %	gleichbleibend %	eher abnehmend %	keine Einschätzung %
Elektronik	**70**	18	1	12
Informatik	**59**	29	4	8
Mechatronik	**57**	14	1	28
Biologie, Lebensmittel- u. Biotechnologie	**57**	23	3	17
Wirtschaftsingenieurwesen	**50**	39	2	9
Kunststofftechnik	**47**	25	3	25
Werkstoffwissenschaft	**45**	25	3	27
Telematik	**38**	29	3	30
Elektrotechnik	41	**45**	0	14
Maschinenbau	39	**43**	5	13
Chemie, Verfahrenstechnik	37	**41**	4	19
Pharmazie	27	**44**	5	25
(Technische) Physik	23	**37**	12	28
Holztechnik	13	**37**	17	34
Montanistik	8	**37**	26	30
Bauwesen	3	**35**	33	29
Textil, Bekleidung	1	14	**46**	39

[1 über das Unternehmen hinausreichende allgemeine Einschätzung des Qualifikationsbedarfs

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003, gewichtete Hochrechnung

6. Innovationschancen

In den 90er Jahren fanden internationale Foresight-Studien bezüglich Technologie, Wirtschaft und Gesellschaft in den hochentwickelten Industrieländern zunehmendes Interesse. Auch in Österreich wurden (Delphi-Austria der Akademie der Wissenschaften) und werden Anstrengungen unternommen, um technologie- bzw. forschungs- und entwicklungsbezogene Hoffnungsfelder auszumachen. Auch das 6. Rahmenprogramm der EU (2002 bis 2006) im Bereich der Forschung, technologischen Entwicklung und Demonstration kann als Foresight-Versuch verstanden werden. Die einschlägigen Ansätze sind vielfältig und naturgemäß mit großen Unterschieden und Unsicherheiten in den Ergebnissen verbunden.

6.1 Aktuelle und potenzielle Stärkefelder

Die befragten Entscheidungsträger in forschung- und entwicklungstreibenden Unternehmen wurden um die Einschätzung bezüglich der Marktchancen österreichischer Unternehmen im Binnen- und Exportmarkt gebeten. Die erhobenen Daten sind ein Beitrag im Diskurs über Hoffnungsfelder technologischer Forschung und Entwicklung. Nachfolgend werden wesentliche Ergebnisse dargestellt und anschließend im Lichte anderer einschlägiger Analysen reflektiert.
Den Verantwortlichen in F&E-betreibenden Unternehmen wurde folgende Frage gestellt:*„Auf welchen Technologiefeldern haben österreichische Unternehmen Marktchancen im Binnen- und Exportmarkt?“* In Technologieentwicklungsfragen kommt der zeitlichen Dimension entscheidende Bedeutung zu. Die Antwortmöglichkeiten waren daher zeitlich differenziert formuliert. Im folgenden werden zunächst die Technologiefelder dargestellt, welchen österreichische Unternehmen *bereits kurzfristig* Marktchancen im Binnen- und Exportmarkt zuschreiben.

An der Spitze der Einschätzungen rangiert mit deutlichem Abstand das Technologiefeld „Kraftwagen-, -motoren und -zulieferung“, gefolgt von etwa drei gleich häufig genannten Technologiefeldern, die mit Informations- oder Umwelttechnologien zusammenhängen. Der Spitzenrang des Technologiefeldes „Kraftwagen-, -motoren und -zulieferung“ in der Einschätzung der Unternehmensexperten spiegelt sich auch in der

Industriestatistik wider: So hat sich der Zuwachs der abgesetzten Produktion zwischen 1998 und 2001 in den Unternehmen des Fachverbandes der Fahrzeugindustrie (nominell) um 37 Prozent erhöht, während er im Durchschnitt der Fachverbände nur um 14 gestiegen ist.[17]

Die Befragungsergebnisse werden nicht nur durch die Konjunkturstatistik der Industrie, sondern auch durch vertiefende Analysen der Industriestruktur im globalen Kontext bestätigt: „Statisch betrachtet offenbaren sich die Industriezweige *Konstruktionsteile aus Holz, Stahl- und Leichtmetallbau, Schienenfahrzeugbau, Kessel- und Behälterbau sowie Papierverarbeitung als die österreichischen Branchenfelder mit der stärksten* Weltmarktpräsenz. Diese Aufstellung macht bereits deutlich, dass die österreichische Exportwirtschaft auf Industrieseite sehr stark von *arbeitsintensiven* und *Mainstream Industriezweigen* getragen ist“[18]. Als forschungsintensive Industrien mit Weltmarktanteilen werden in diesem Kontext *Kraftwagen und Pharmazeutische Erzeugnisse* genannt.[19]

Es ist nahe liegend, die Einschätzungen über kurzfristige technologiefeldbezogene Marktchancen mit Entwicklungen in der jüngsten Vergangenheit in Zusammenhang zu setzen und damit die Realistik der kurzfristigen Vorausschau zu validieren. Dies ist kaum für die *längerfristigen* Zeithorizonte möglich. Bereits die Unterscheidung zwischen mittel- und langfristig ist befragungstechnisch kaum noch umzusetzen. Die nächste Tabelle zeigt jene Technologiefelder, denen mittel- oder langfristig am häufigsten Marktchancen für österreichische Unternehmen zugeschrieben wurden.

Eine weitergehende Auswertung stellt die kurzfristigen Chancen in ein Verhältnis zu den mittel- oder langfristigen technologiefeldbezogenen Chancen. Diese Relationierung des Zuwachses erwarteter zukünftiger Marktchancen hängt auch vom Niveau der kurz-

[17] Sparte Industrie der Wirtschaftskammer Österreich: Österreichs Industrie – Kennzahlen 2002, Wien, Juli 2002, S.32.

[18] Michael Böheim: Marktchancen für die österreichische Industrie, WIFO (Hrsg.), Wien 1999, S. 58.

[19] Böheim, 1999, S. 58.

fristigen Chancenzuschreibungen je Technologiefeld ab. Technologiefelder, wie z.B. die „Industrielle Regelungs- und Steuerungstechnik“, denen kurzfristig, aber auch langfristig hohe Marktchancen zugeschrieben werden, können durch diese Verhältniszahl nicht erfasst werden, da sie bereits als längerfristig chancenreich identifiziert sind (siehe Tabelle I-6-1). Spitzenrang bei der Relationierung der Fristigkeit nehmen daher jene Technologiefelder ein, für die ein mit großem Abstand höherer Anteil der befragten Experten der Unternehmen eher mittel-/langfristige als kurzfristige Marktchancen sieht.

Im wesentlichen handelt es sich bei der fristigkeitsdifferenzierten Rangreihe um eine Liste von *Hoffnungsgebieten* im Unterschied zu bereits *identifizierten Stärkefeldern* (oder etablierten F&E-Clustern). An der Spitze der technologiefeldbezogenen Hoffnungsgebiete rangieren „forschungsintensive“ Technikfelder (hohe F&E-Ausgaben in den entsprechenden Industrien), wie die *Mikrosystemtechnik, Medizintechnik, Chemie und Pharmazie sowie Luft- und Raumfahrttechnik*.

Das Ergebnis steht nicht im Gegensatz etwa zum *Delphi Austria (ITA, 1998).*[20] Material-/Werkstofftechnik wird z.B. als Hoffnungsgebiet in beiden Perspektiven wahrgenommen. „Umweltgerechte Produktion“ (Rang 2 im Delphi Austria) kommt – trotz des Umstandes, das über 90 Prozent der Befragungsteilnehmer mittel- und langfristige Chancen sehen – deshalb in der Fristigkeitsverhältnisberechnung nicht vor, da diesem Technologiefeld bereits kurzfristig zu einem hohen Anteil Chancen zugeschrieben wurden.

[20] ITA-Institut für Technologiefolgenabschätzung der österreichischen Akademie der Wissenschaften: Delphi Report Austria, Wien, März 1998, S. 34.

TABELLE I-6-1:

Einschätzung der Marktchancen österreichischer Unternehmen bezogen auf Technologiefelder
(jeweils Auswahl: 12 aus 24)

Technologiefelder, denen am häufigsten bereits kurzfristige Marktchancen zugeschrieben wurden		Technologiefelder, denen am häufigsten mittel- oder langfristige Marktchancen zugeschrieben wurden		Technologiebezogene Hoffnungsfelder	
Technologiefelder	n	Technologiefelder	n	Technologiefelder	*Quotient**
Kraftwagen-, -motoren und –zulieferung	63	Umwelttechnik, Recycling	103	Mikrosystemtechnik	3,4
Informatik, Software und Dienstleistungen	48	Informatik, Software u. Dienstleistungen	97	Medizintechnik	3,3
Umwelttechnik, Recycling	46	Industrielle Regelungs- und Steuerungstechnik	95	Chemie und Pharma	3,2
Industrielle Regelungs- und Steuerungstechnik	45	Elektrotechnik	92	Luft- und Raumfahrttechnik, -zulieferung	3,1
Elektronik, elektronische Bauteile	43	Medizintechnik	91	Material-/ Werkstofftechnik	2,9
Holzverarbeitende Industrie	37	Kraftwagen-, -motoren und –zulieferung	88	Laser- und Plasmatechnik	2,9
Metallurgie	37	Chemie und Pharmazie	86	Elektrotechnik	2,8
Papier, Verpackung	36	Metallurgie	85	Telekommunikation	2,7
Sportgeräte	36	Elektronik, elektronische Bauteile	84	Biogenetik, Biotechnologie, Biochemie	2,7
Elektrotechnik	33	Telekommunikation	83	Kunststofftechnik	2,5
Schienenfahrzeugbau und –technik	35	Kunststofftechnik	76	Metallurgie	2,3
Kunststofftechnik	30	Biogenetik, Biotechnologie, Biochemie	76	Bauen und Wohnen	2,3

* „mittel-/langfristige Chancen“ dividiert durch „kurzfristige“ Chancen

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; Rohdaten

Betrachtet man die Technologiefelder, denen mittel- und langfristig von den Experten am häufigsten Marktchancen sowie zusätzliche Marktchancen zugeschrieben werden, so ergeben sich ähnliche Perspektiven, wie die Analyse potenzieller langfristiger industrieller Themenführerschaft zeigt, die von *Böheim* durchgeführt wurde. Die größten Chancen für österreichische Themenführerschaft werden in zwei Richtungen gesehen: „Erstens auf den (wenigen) Märkten, auf denen Österreich aufgrund besonderer Nachfragebedingungen leadmarket-Charakter aufweist. ... Zweitens beim Einsatz von Hochtechnologie auf grundsätzlich mitteltechnologischen, von anderen Industriestaaten eher vernachlässigten Gebieten, was sich auf Österreichs bisherige Stärken bei der Erzeugung von Produkten mittlerer Technologie aber höchster Qualität sowie auf die Einsicht, dass erfolgreiche Strategien stets beim Ausbau und der Verstärkung bereits vorhandener Stärken ansetzen, abstützen kann."[21] Konkret bedeutet dies, dass in den Bereichen der Pharmazeutischen Industrie, bei elektronischen Bauelementen, nachrichtentechnischen Geräten, Kraftwagen und Kraftwagenmotoren sowie Elektrizitätsverteilungs- und Schalteinrichtungen die größten Marktchancen gesehen werden. Sieben von zehn der am besten bewerteten Industriezweige zählen zu den forschungsintensiven Industrien.

Die inhaltliche Plausibilität der vorliegenden Ergebnisse wird auch durch einen weltweiten Vergleich des Wachstums von Wissenschaftsfeldern auf Basis des Science Citation Indexes belegt.[22] Die Spitzenstellung der Medizintechnik wird in beiden Rankings deutlich. Von den 12 anhand der Befragung F&E-betreibender Unternehmen errechneten technologiebezogenen Hoffnungsfeldern haben – stellt man den unterschiedlichen Bezugsrahmen (Wissenschaftsfelder und Technologiefelder) in Rechnung – fast alle Bezüge zu den Wissenschaftsfeldern mit hoher Dynamik. Die Datenverarbeitung er-

[21] Böheim, 1999, S. 67.

[22] Zitiert nach: Ulrich Schmoch: Leistungsfähigkeit der deutschen Wissenschaft und Forschung im Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem, ISI-Frauenhofer Institut Systemtechnik und Innovationsforschung, Nr.5-2003; Februar 2003, S. 25f.; Methodisch wäre anzumerken, dass es sich bei den Zahlenwerten um sogenannte „bewertete Wachstumsraten" handelt: „Ausgangspunkt der bewerteten Wachstumsrate ist das relative Wachstum in einem Beobachtungszeitraum im Vergleich zum Durchschnittswachstum für alle Felder als Referenz."

scheint in der *ibw*-Liste nicht als Hoffnungsgebiet, sondern als aktuelles Chancenfeld (siehe Tabelle I-6-1).

TABELLE I-6-2:

Bewertete Wachstumsraten für Wissenschaftsfelder mit hoher weltweiter Dynamik im Zeitraum 1996 bis 2001

Wissenschaftsfelder	Wachstumsraten weltweit
Medizintechnik	1,32
Mathematik	0,62
Datenverarbeitung	0,59
Polymere	0,57
Elektrotechnik	0,56
Lebensmittel	0,55
Thermische Prozesse	0,45
Materialforschung	0,40
Ökologie, Klima	0,35
Geowissenschaften	0,33

Quelle: Science Citation Index[23]

Ein weiterer für die österreichische Industrie zukunftsträchtiger Ansatz sind so genannte *Querschnittstechnologien***:** dabei handelt es sich um Technologien, die nicht nur in einem bestimmten industriellen Bereich zur Anwendung gelangen, sondern über Branchengrenzen hinweg von Bedeutung sind. Dazu zählt *Böheim* in Hinblick auf die österreichische Situation die Informations- und Kommunikationstechnologie, Simulationsmodelle für die Entwicklung, Mikrosystemtechnik, Biotechnologie sowie die Umwelttechnik.

Eine Studie des *Instituts für Technologie- und Regionalpolitik* (InTeReg) analysierte anhand von Projekten, die vom *Forschungsförderungsfonds* (FFF) unterstützt wurden,

[23] beim „Science Citation Index" handelt es sich um eine US-amerikanische Datenbank mit Publikationen ausgewählter Zeitschriften in den Natur-, Ingenieur- und Lebenswissenschaften

Technologiefelder[24] mit dem Ziel, bereits etablierte Stärkefelder und weitere, neue Technologiefelder, die für mögliche Schwerpunktförderungen in Frage kommen, zu identifizieren. Von den insgesamt 199 identifizierten und zuordenbaren Produkten aus der Befragung wurden 94 in Unternehmen hergestellt, die an wenigstens einem dieser erwähnten Innovationsprogramme beteiligt waren. Auf Ebene der Betriebe bedeutet dies, das von den 145 Firmen, die den Fragebogen retourniert hatten, 50 Firmen (also etwa ein Drittel) an mindestens einem dieser Programme teilnahmen.

Betrachtet man dieses Ergebnis auf Ebene der Technologiefelder, so ergibt sich die höchste Förderquote für Produkte aus den Sparten *KFZ-Technik und –zulieferung* (18 von 24 Produkten), *Werkstoffe* (17 von 26) und *Maschinenbau* (11 von 17). Man kann also konstatieren, dass diese drei Technologiefelder von den bestehenden Förderprogrammen gut abgedeckt werden. Von einer „Unterförderung" wird bezüglich der Bereiche *Umwelttechnik und erneuerbare Energie* (8 von 21 Produkten) ausgegangen. Als Zielfelder für *mögliche neue Schwerpunktförderungen* werden folgende sechs Bereiche (die von den bestehenden Programmen nur teilweise erfasst werden) ausgemacht: Umwelttechnik und erneuerbare Energie, Kunststofftechnik und -verarbeitung, Mess-, Steuer- und Regeltechnik, Elektrotechnik und Elektronik, Bauen und Wohnen sowie Pharmazie und Software.

Die formulierten vorhandenen und die möglichen neuen Stärkefelder fügen sich im Ergebnis der Unternehmensbefragung des *ibw* ein. Ziel der InTeReg-Analyse war ein umfassendes Bild zukünftiger Möglichkeiten, daher wird die Auswahl der möglichen neuen Schwerpunkten auch mit Bezug auf wichtige Vorarbeiten begründet: „Speziell die Bereiche *Umwelttechnik* und *Elektrotechnik* werden dabei außerdem von WIFO und TechDelphi als zukunftsträchtige Technologiefelder eingeschätzt; hier würde sich also eine hohe Förderungswürdigkeit argumentieren lassen."[25]

[24] Pointner, Wolfgang / Polt, Wolfgang / Streicher, Gerhard: Identifikation von Stärkefeldern der österreichischen Industrie – Analyse einer FFF-Erhebung, Joanneum Research-InTeReg (Hrsg.), Wien, März 2001, S. 5.

[25] Pointner / Polt / Streicher, 2001, S. 14.

Forschung und technologische Entwicklung hatten bereits bislang – wie die interkorrelative Struktur der Kooperationen demonstriert hat – weitreichende internationale Aspekte. Die Schaffung von Rahmenbedingungen und hoher Mitteleinsatz für einen Europäischen Forschungsraum erhöhen die supranationale Dimension. Dem Rahmenprogramm 2002 - 2006, das eines der wichtigsten Instrumente zur Umsetzung des "Europäischen Forschungsraums" ist, soll dabei koordinative Funktion zukommen, insbesondere in Form der *Bündelung der Forschung*[26], für die sieben thematische Schwerpunkte (detaillierte Informationen im Anhang) formuliert wurden: Technologien für die Informationsgesellschaft - Nanotechnologien, intelligente Materialien und neue Produktionssysteme - Genomik und Biotechnologie im Dienste der Gesundheit - Luft- und Raumfahrt - Lebensmittelqualität und -sicherheit - Nachhaltige Entwicklung, globale Veränderungen und Ökosysteme - Bürger und Staat in der Wissensgesellschaft.

Die Mehrzahl der Schwerpunkte des 6. FTE-Rahmenprogramms haben Entsprechungen zu technologiefeldbezogenen Hoffnungsgebieten, die aus der Unternehmensbefragung von Ende 2002/Anfang 2003 entwickelt wurden. Der Grund, warum sich Österreich zunächst gegen die Annahme des sechsten Rahmenprogramms ausgesprochen hat, war daher nicht allgemeiner, sondern sehr spezifischer Natur. Grund hierfür waren Bedenken hinsichtlich der ausreichenden Berücksichtigung ethischer Grundprinzipien insbesondere im Bereich der Stammzellenforschung.[27] Mit spezifischen im Programm verankerten Einschränkungen ist ein Kompromiss erzielt worden, der eine volle Zustimmung Österreichs zum 6. Rahmenprogramm ermöglicht hat. Ein im Positionspapier geäußerter Wunsch betrifft die Rolle der KMU: so ist aus österreichischer Sicht das Ziel der Europäischen Kommission, 15 Prozent der Budgetmittel KMUs zufließen zu lassen, lediglich als Mindestwert zu betrachten. Österreich unterstützt auch grundsätzlich die im Teilbereich „Nanotechnologien, intelligente Materialien und neue Produktionsprozesse“

[26] Kommission der Europäischen Gemeinschaften: Vorschlag für einen Beschluss des Europäischen Parlaments und des Rates über das mehrjährige Rahmenprogramm 2002-2006 der Europäischen Gemeinschaft im Bereich der Forschung, technologischen Entwicklung und Demonstration als Beitrag zur Verwirklichung des europäischen Forschungsraums, Brüssel, 21.2. 2001, Kom (2002) 94 endgültig, S. 16, 18ff.

[27] Österreichisches Positionspapier zum 6. EU Rahmenprogramm für Forschung und technologische Entwicklung 2002-2006, Wien.

angesprochene Ambition des Kommionsvorschlags, die Kluft zwischen Wissensproduktion und Umsetzung des Wissens zu verkleinern. Eine zu starke Beschränkung auf exklusive neue Themen würde aber die Partizipationsmöglichkeiten der österreichischen Industrie und der KMU stark beschränken. Aus diesem Grund legt das österreichische Positionspapier bei der Konkretisierung von Forschungsthemen innerhalb dieses Bereichs Wert auf eine sinnvolle Balance. Auch im Segment „Luft- und Raumfahrt" spricht sich Österreich in seiner Stellungnahme dafür aus, Zugangsmöglichkeiten für Mitgliedsstaaten vorzusehen, die nicht den klassischen Luftfahrtländern zuzurechnen sind.

6.2 Rolle der Forschungspolitik

Bereits die letzte Bundesregierung hatte das Ziel einer substanziellen Erhöhung der Investitionen in Forschung und Entwicklung formuliert. Die erhöhten öffentlichen Investitionen sollten als Anreize zur Ressourcenmobilisierung im Forschungs- und Entwicklungssektor insgesamt fungieren.

Bei der Befragung Ende 2002/Anfang 2003 wurde die Unternehmen danach befragt, inwieweit die politische Willensbekundung erhöhter innovationsbezogener Förderungen bislang Auswirkungen hatte. Für fast 45 Prozent der F&E-betreibenden Unternehmen ist die Forschungspolitik ein relevanter Anhaltspunkt und Anreiz: 25 Prozent gaben an, dass die F&E-Zielsetzung der Bundesregierung bereits bisher Einfluss hatte, weitere knapp 20 Prozent erwarten einen derartigen Einfluss für die nächsten Jahre (siehe Tabelle I-6-3a).

TABELLE I-6-3a:

Einfluss der F&E-Zielsetzung der Bundesregierung auf die F&E-Aktivitäten der befragten Unternehmen, 2002

FRAGE: „Die österreichische Bundesregierung hat das Ziel, die F&E-Quote auf 2,5 Prozent des BIP bis zum Jahr 2005 anzuheben (2001: 1,9 Prozent). Dies setzt die Erhöhung der Bundes- und Landesmittel, aber auch der privaten Ausgaben für Forschung und Entwicklung voraus. Hatte diese Zielsetzung auf ihre F&E-Aktivitäten bislang Einfluss oder wird sie Einfluss haben?“

Die F&E-Zielsetzung der Bundesregierung ...	%
Hatte keinen Einfluss auf F&E-Aktivitäten	56
Hatte bereits Einfluss auf F&E-Aktivitäten	25
hat erst in den nächsten Jahren Einfluss auf F&E-Aktivitäten	19
Gesamt	100

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung

TABELLE I-6-3b:

Auswertung der offenen Frage zum Einfluss der Forschungspolitik: Art der Auswirkungen der F&E-Zielsetzung der Bundesregierung auf die befragten Unternehmen, 2002

Art der Auswirkungen	%
Erleichterung bzw. Verstärkung der F&E-Aktivitäten	7,0
positive finanzielle Aspekte (Förderungen, Abschreibungen etc.)	6,7
Entwicklung neuer Produkte, Technologien und/oder Prozesse	5,3
FFF positiv vermerkt	4,1
negative Erfahrungen	1,2
keine Angabe	72,4

Quelle: ibw-Unternehmensbefragung Ende 2002/Anfang 2003; gewichtete Hochrechnung

Zusammenfassung

Ende 2002 respektive Anfang 2003 wurden F&E betreibende Unternehmen vor allem aus dem sekundären Wirtschaftssektor österreichweit schriftlich befragt. Die Rücklaufquote betrug 23 Prozent (Aussendung an 650 Unternehmen). Von den retournierten Fragebögen konnten 149 in die Auswertung einbezogen werden. Die Ergebnisse wurden gewichtet und hochgerechnet. Die Ergebnisse lassen empirisch fundierte Aussagen zu.

Die befragten Unternehmen beschäftigen hochgerechnet rund 310.000 Arbeitnehmer. Von diesen haben 7,1 Prozent einen technisch-naturwissenschaftlichen Hochschulabschluss (darunter rund 0,8 Prozent Fachhochschulabsolventen/innen der Technik) und rund 8,5 Prozent einen HTL-Abschluss (oder einen vergleichbaren HLA-Abschluss).

Beschäftigung und Eignungseinschätzung nach Einsatzbereichen

Unter den Beschäftigten mit Doktorat technisch-naturwissenschaftlicher Fachrichtung waren 49 Prozent schwerpunktmäßig im Einsatzbereich F&E tätig. Für die Hochschulabsolventen/innen mit Diplomabschluss belief sich dieser Anteil auf 39 Prozent, bei den HTL-Absolventen/innen auf 24 Prozent.

Die befragten Unternehmensvertreter schätzen die Absolventen/innen der technischen Studien an Universitäten im Hinblick auf den Einsatzbereich „Forschung & Entwicklung“ mit Abstand am besten ein (74 Prozent gaben die Bestnote „1“); Uni-Naturwissenschaften werden von 44 Prozent mit der Bestnote bewertet, die technischen Fachhochschulen mit 32 Prozent. Im Einsatzbereich „Marketing, Vertrieb und Kundenbetreuung“ erreichen die FH-Absolventen/innen nahezu den gleichen Anteil mit Bestbewertung wie die Technik-Absolventen/innen der Universitäten (rund 20 Prozent). Den HTL-Absolventen/innen wird seitens der Befragten bezüglich des Einsatzbereichs „Fertigung (inklusive Vorbereitung)“ die beste Eignung zugeschrieben (48 Prozent) – ein Wert, an den nur jener für die FH-Absolventen/innen heranreicht (42 Prozent).

Qualifikationsentwicklung: Rückblick

Fast 16 Prozent der Unternehmen geben bezüglich der Beschäftigung von Technik-Absolventen/innen der Universitäten „stark zunehmend" für die letzten drei Jahre an, 36 Prozent „eher zunehmend". Bei den technischen Qualifikationen wird von knapp der Hälfte der Unternehmen kaum Veränderung in den letzten drei Jahren berichtet, bei den Naturwissenschaften betrifft dies drei Viertel der Befragungsteilnehmer.
Schwierigkeiten der Unternehmen bei der Suche nach geeigneten Mitarbeitern/innen mit technisch-naturwissenschaftlicher Qualifikation (Universitätsabsolventen/innen) innerhalb *der letzten drei Jahre* traten bei den Diplomingenieuren deutlich häufiger als in bezug auf Naturwissenschafts-Absolventen/innen auf.

Betriebliche Qualifikationsentwicklung: Vorausschau

Etwa 50 Prozent der Unternehmen sehen für Technik-Absolventen/innen der Fachhochschulen und der Universitäten „eher zunehmende" Beschäftigung. Bezüglich der Naturwissenschaften werden von über 70 Prozent der Befragungsteilnehmer für die Naturwissenschaften vorwiegend nur Ersatzbedarfe erwartet. „Eher zunehmender" Personalbedarf wird am häufigsten in den Einsatzbereichen „Forschung & Entwicklung" (64 Prozent) und „Marketing, Vertrieb, Kundenbetreuung" (54 Prozent) erwartet.

Am häufigsten werden von den Befragungsteilnehmern, die Zuwächse bis 2005 erwarten, Ausweitungen der Beschäftigung in klassischen Ingenieurwissenschaften erwartet: Maschinenbau sowie Elektrotechnik/Elektronik. Spitzenränge erreichen erwartungsgemäß auch die Informatik sowie Mechatronik/Automatisierungstechnik.
Als Umstände, die in den letzten Jahren zu vermehrter Beschäftigung von Technikern und Naturwissenschaftern geführt haben, wurden insbesondere neue technische Aufgaben (63 Prozent) und zusätzliche Investitionen in F&E (59 Prozent) genannt; die Teilnahme an europäischen Programmen führte bereits bei knapp 20 Prozent der Unternehmen zu vermehrter einschlägiger Beschäftigung.

Einschätzung der überbetrieblichen Bedarfsentwicklung nach Fachrichtungen

Den Unternehmen wurde eine Frage nach dem langfristigen Bedarf für Absolventen/innen technischer oder naturwissenschaftlicher Studien nach Fachbereichen gestellt, die sich auf die „allgemeine, über das Unternehmen hinausreichende Einschätzung der Beschäftigungsmöglichkeiten" richtete. Im wesentlichen zeigt die Auswertung der Ergebnisse *drei große Gruppen* von Fachrichtungen:

d) Fachrichtungen, für die langfristig am häufigsten „eher zunehmender" Bedarf am allgemeinen Arbeitsmarkt erwartet wird. Hierzu zählen Elektronik-Informatik-Telematik, aber auch Biotechnologie, Werkstoffwissenschaften-Kunststofftechnik sowie das Wirtschaftsingenieurwesen.
e) Die klassischen Ingenieurwissenschaften, bei denen zwar langfristig gleichbleibender relativ hoher Ersatzbedarf (siehe auch vorhergehender Abschnitt) am häufigsten erwartet wird, zugleich aber von etwa 40 Prozent der Befragten auch „eher zunehmender" langfristiger Bedarf erwartet wird. Hierzu zählen Elektrotechnik, Maschinenbau, Chemie/Verfahrenstechnik.
f) Fachrichtungen, für die langfristig am häufigsten „gleichbleibender" Bedarf am allgemeinen Arbeitsmarkt erwartet wird. Hierzu zählen Technische Physik, Holztechnik, Bauwesen, Montanistik.

Kooperationen mit Universitäten und Fachhochschulen: deutliche Unterschiede

Im Hinblick auf innovationsbezogene Kooperationen wird die starke Stellung der Universitäten deutlich, wobei sich auch die internationale Dimension zeigt. 33 Prozent der einschlägig aktiven Unternehmen kooperieren sehr häufig mit Universitäten, im Falle der FH sind es (erst) 6 Prozent. Die Einbettung jener Firmen, die mit den neuen Fachhochschulen im Bereich F&E kooperieren, in innovationsbezogene institutionelle (oder personelle) Netzwerke weist grundlegend andere Ausprägungen auf als jene, die mit Universitäten zusammenarbeiten: ausschließlich die HTL erweist sich als weiterer häufiger Kooperationspartner.

Die häufigsten Bildungskooperationen im technisch orientierten Bereich der befragten Unternehmen bestehen im Angebot an Praktikumplätzen für jene Bildungsgänge, die verpflichtende Praktika vorsehen: am häufigsten werden Praktikumstellen für die HTLs, aber auch für Studierende von Fachhochschulstudiengängen bereitgestellt. Jene F&E-

betreibenden Unternehmen, die Diplomarbeiten oder Dissertationen von Studierenden an Universitäten unterstützen, beschäftigen auch häufig Studierende.

Innovationschancen: aktuelle Stärkefelder und zukünftige Hoffnungsgebiete

An der Spitze der Einschätzungen der Technologiefelder, die *bereits kurzfristig* Marktchancen aufweisen, rangiert mit deutlichem Abstand das Technologiefeld „Kraftwagen-, -motoren und -zulieferung", gefolgt von etwa drei gleich häufig genannten Technologiefeldern, die mit Informations- oder Umwelttechnologien zusammenhängen.

Eine weitergehende Auswertung stellt die kurzfristigen Chancen in ein Verhältnis zu den mittel- oder langfristigen technologiefeldbezogenen Chancen: Spitzenrang bei der Relationierung der Fristigkeit nehmen jene Technologiefelder ein, für die ein mit großem Abstand höherer Anteil der befragten Entscheidungsträger/innen der Unternehmen eher mittel-/langfristige als kurzfristige Marktchancen sieht. Im wesentlichen handelt es sich bei der fristigkeitsdifferenzierten Rangreihe um eine Liste von *Hoffnungsgebieten* im Unterschied zu bereits *identifizierten Stärkefeldern* (oder etablierten F&E-Clustern). An der Spitze der technologiefeldbezogenen Hoffnungsgebiete rangieren „forschungsintensive" Technikfelder (hohe F&E-Ausgaben in den entsprechenden Industrien), wie die Mikrosystemtechnik, Medizintechnik, Chemie und Pharmazie sowie Luft- und Raumfahrttechnik bzw. -zulieferung.

Relevanz der Anreizförderung

Bei der Befragung Ende 2002/Anfang 2003 wurden die Unternehmen danach befragt, inwieweit die politische Willensbekundung erhöhter innovationsbezogener Förderungen bislang Auswirkungen auf ihre F&E-Aktivitäten hatte. Für fast 45 Prozent der F&E-betreibenden Unternehmen ist die Forschungspolitik ein relevanter Anhaltspunkt respektive Anreiz: 25 Prozent gaben an, dass die F&E-Zielsetzung der Bundesregierung bereits bisher Einfluss hatte, weitere knapp 20 Prozent erwarten einen derartigen Einfluss für die nächsten Jahre.

II. HOCHSCHULZUSTROM UND -ABSCHLÜSSE

1. Trends nach Hauptstudienrichtungsgruppen

Der Zustrom zu technisch-naturwissenschaftlichen Studien ist in den letzten 10 Jahren deutlich gewachsen. Fasst man technisch-naturwissenschaftliche Studien nach Hochschularten (Universitäten und Fachhochschulen) übergreifend zusammen, so ist dank Einführung der Fachhochschulen seit 1994 eine Verbreiterung des jährlichen Zustroms zu vermerken. Insgesamt lässt sich feststellen, dass im Vergleich 1994/95 zu 2001/02 um deutlich über 20 Prozent mehr Studienanfänger/innen in technisch-naturwissenschaftliche Studien im weiteren Sinne einströmen. Es gibt Verluste im Zustrom zu den universitären Studien in den Ingenieurwissenschaften, aber auch in den Naturwissenschaften. Der Zuwachs im Zustrom zu den FH-Studien in den Bereichen Technik und Medien ist aber so hoch, dass die Verluste in den universitären Routen bei weitem ausgeglichen werden.

Der rechnerische Anteil der Studienanfänger/innen in technisch-naturwissenschaftlichen Studien bezogen auf beide Hochschularten ist im letzten Beobachtungsjahrzehnt der Hochschulstatistik jedenfalls leicht angestiegen: von etwa 7 Prozent auf 10 Prozent der theoretisch vergleichbaren Altersjahrgänge (siehe Tabelle II-1-1). Der Zustrom zur *Technik* an den Universitäten hatte – bei Betrachtung der Technik als universitärer Studienrichtungsgruppe – seinen Höhepunkt Anfang der 90er Jahre und ist Ende der 90er Jahre wieder beachtlich angestiegen (Effekt der Diskussion über das IT-skills gap).

Die *Montanistik* hat in der Zahl der jährlichen Studienanfänger/innen in den letzten Jahren verloren (vor allem gegenüber dem Höchststand im Jahrgang 1992/93), hatte aber wieder einen Zuwachs am Ende der 90er Jahre.
Die *Bodenkultur* hat als Gruppe von Studienrichtungen stark in der Zahl der jährlichen Studienanfänger/innen verloren. Gegenüber dem Höchststand vom Anfang der 90er Jahre ist ein Rückgang von fast 40 Prozent im Zustrom an Studierenden zu verzeichnen.

TABELLE II-1-1:

Studienanfänger/innen in Natur- und Ingenieurwissenschaften nach Hochschularten sowie Anteil an den theoretisch vergleichbaren Altersjahrgängen; 1989/90–2000/2001; In- und Ausländer

Studien-jahr	Studienrichtungsgruppen[1					Fachhochschulstudiengänge[2			Uni + FH gesamt	18-21jäh-rige	Anteil an den 18-21j. in %
	NAWI[3	TECHNIK	MONTAN	BOKU	Uni gesamt	TECHNIK	MEDIEN	FH gesamt			
1989/90	2.299	4.570	251	789	7.909				7.909	***122.322***	6,5
1990/91	2.483	5.158	252	844	8.737				8.737	118.879	7,3
1991/92	2.474	4.800	233	686	8.193				8.193	114.523	7,2
1992/93	2.366	4.514	310	656	7.846				7.846	110.722	7,1
1993/94	2.343	4.628	271	670	7.912				7.912	***106.656***	7,4
1994/95	2.433	4.465	242	622	7.762	385	0	385	8.147	101.797	8,0
1995/96	2.399	4.306	188	593	7.486	737	0	737	8.223	97.631	8,4
1996/97	2.496	3.771	179	569	7.015	1.049	174	1.223	8.238	94.502	8,7
1997/98	2.281	3.448	211	445	6.385	1.104	238	1.342	7.727	***92.214***	8,4
1998/99	2.665	3.585	235	483	6.968	1.325	263	1.588	8.556	91.893	9,3
1999/00	2.814	3.881	281	513	7.489	1.725	310	2.035	9.524	93.965	10,1
2000/01	2.570	4.425	193	457	7.645	2.067	306	2.373	10.018	96.596	10,4
2001/02	2.338	4.162	223	521	7.244	2.571	304	2.875	10.119	***98.682***	10,3

[1 ordentliche Studien von in- und ausländischen Erstzugelassenen [2 erstmalig aufgenommene Studierende [3 ohne Psychologie und Sportwissenschaften

Quelle: Statistik Austria; BMBWK, eigene Berechnungen

Die Entwicklung der Erstabschlüsse in Technik und Naturwissenschaften ist seit Mitte der 80er Jahre expansiv verlaufen. Erst im letzten statistisch erfassten Jahrgang ist ein Rückgang in allen einschlägigen Studienrichtungsgruppen zu verzeichnen. In der zweiten Hälfte der 90er Jahre sind in einigen Jahrgängen Rückgänge in den Hauptstudienrichtungsgruppen festzustellen, innerhalb der Studienrichtungsgruppen - insbesondere in der Technik - kann sogar von deutlichen Rückgängen gesprochen werden (siehe wieter unten). Insgesamt ist durch die Einführung des Fachhochschulsektors in einem Zeitraum von 7 Jahren eine Ausweitung des jährlichen Absolventenoutputs in den technisch-naturwissenschaftlichen Studien – trotz Rückgang der Bevölkerung im theoretisch vergleichbaren Alter - erreicht worden.

Das Wachstum der Absolventen/innenzahlen in den Fachhochschulen im Bereich der technischen und der medienbezogenen Studien war kontinuierlich und wird – wie die Entwicklung des Zustroms in den letzten Jahren erwarten lässt – noch anhalten. Man kann insgesamt – trotz Stagnation bei universitären Studien - von einem steigenden Absolventen/innenanteil im letzten Jahrzehnt ausgehen (von 2 auf 4,5 Prozent der theoretisch vergleichbaren Altersjahrgänge).

Für die absehbare Zukunft (auf der Basis von Zahlen der Studienanfänger/innen) ist in der Technik (bedingt durch den Informatikboom) und in der Naturwissenschaft (bedingt durch Biologie, Geographie, Ernährungswissenschaften, aber auch der Mathematik) mittelfristig – bei Zugrundelegung einer durchschnittlichen Erfolgsquote von 58 Prozent[28]- mit relativ hohen Absolventen/innenzahlen zu rechnen. Für die klassischen Ingenieurwissenschaften (Maschinenbau, Elektrotechnik, Technische Chemie, Technische Physik u.a.) trifft diese Prognose allerdings *nicht* zu.
Aufgrund langer und hochspezialisierter Studien ist der Arbeitsmarkt in der Technik und der Naturwissenschaft vor allem nach Fachrichtungen strukturiert. Eine vertiefende Analyse nach Studienrichtungen, die über die Analyse nach Hauptstudienrichtungsgruppen hinausgeht, ist daher unumgänglich, um ein realistisches Bild des Absolventen/innenneuangebots zu erarbeiten.

[28] Siehe dazu: OECD: Education at a Glance 2002, Paris, 2002, S. 58.

TABELLE II-1-2:

Diplomabschlüsse in den Natur- und Ingenieurwissenschaften nach Hochschularten sowie Anteil am vergleichbaren Altersjahrgang, 1985/86 – 2000/01 und Prognose basierend auf Studienanfänger/innenzahlen; In- und Ausländer

Jahrgang	UNIVERSITÄTEN				FH		GESAMT	*in %* der 25-29jährigen	Durchschnitt der 25-29j.
	Naturwissenschaften	Technik	Montanistik	Bodenkultur	Technik	Medien			
1985/86	450	1.078	63	230	-	-	1.821	1,5	117.953
1986/87	476	1.130	85	218	-	-	1.909	1,6	121.614
1987/88	512	1.196	78	262	-	-	2.048	1,6	124.857
1988/89	520	1.190	94	211	-	-	2.015	1,6	128.315
1989/90	481	1.352	88	318	-	-	2.239	1,7	132.633
1990/91	640	1.397	103	324	-	-	2.464	1,8	136.938
1991/92	671	1.542	103	320	-	-	2.636	1,9	140.179
1992/93	680	1.599	114	406	-	-	2.799	2,0	142.745
1993/94	700	1.742	143	412	-	-	2.997	2,1	144.127
1994/95	745	1.861	126	379	-	-	3.111	2,2	143.337
1995/96	841	2.049	124	436	-	-	3.450	2,5	140.571
1996/97	995	**2.414**	151	442	84	0	4.086	3,0	136.949
1997/98	**1.070**	2.212	151	**471**	253	0	4.157	3,1	132.460
1998/99	1.051	1.928	**212**	388	542	0	4.121	3,3	126.342
1999/00	924	2.140	151	425	709	144	4.493	3,7	120.095
2000/01	1.030	2.269	166	440	834	187	**4.926**	4,3	114.663
2001/02[1]	960	1.993	152	401	**1.140**	**227**	4.873	4,5	109.520
	Hypothetische Vorausschau auf Grundlage der Studienanfänger/innenzahlen, bisheriger Erfolgsquoten und Studiendauern (gerundet)								
2002/03	*1.390*	*2.500*	*110*	***340***	*1.060*	*240*	*5.640*	*5,4*	*105.006*
2003/04	*1.450*	*2.190*	*100*	*330*	*1.380*	***280***	*5.730*	*5,6*	*101.859*
2004/05	*1.320*	*2.000*	*120*	*260*	*1.650*	*280*	*5.630*	*5,6*	*99.847*
2005/06	*1.550*	*2.080*	*140*	*280*	***2.060***	*270*	***6.370***	*6,4*	*99.135*
2006/07	***1.630***	*2.250*	***160***	*300*	-	-	-	-	*100.161*
2007/08	1.490	**2.570**	110	270	-	-	-	-	*101.905*
2008/09	1.360	2.410	130	300	-	-	-	-	*103.280*
2009/10									*104.238*
Erfolgsquote in %	*58*	*58*	*58*	*58*	*80*	*90*	-	-	-
Studiendauer in Jahren	*7*	*7*	*7*	*7*	*4*	*4*	-	-	-

[1]vorläufige Uni-Abschlusszahlen
Kursivzahlen = Prognose Fettdruck = höchster Wert

Quelle: Statistik Austria; BMBWK; eigene Berechnungen

2. Trends nach Fachrichtungen (Anfänger/innen und Absolvent/innen)

2.1 Universitäre Technikstudien

Die Ingenieurwissenschaften an den Universitäten umfassen Studien an technischen Universitäten und Fakultäten sowie die Studien an der Montanuniversität Leoben und an der Universität für Bodenkultur. Nach Expansionsphasen in der langfristigen Entwicklung ist für die Gegenwart und noch stärker für die absehbare Zukunft nur in wenigen ausgewählten Studienrichtungen (wie insbesondere der Informatik und der Telematik) mit Zuwächsen zu rechnen, die klassischen Ingenieurwissenschaften werden in der jährlichen Absolventen/innenzahl abnehmen.

Informatik gewinnt – klassische Ingenieurwissenschaften verlieren

Insgesamt ist der Befund bezüglich des zu erwartenden Neuangebots an Absolventen/innen in der Hauptstudienrichtung Technik sehr deutlich: Informatik/Telematik und auch Technische Mathematik gewinnen, alle anderen verlieren. Die Zuwächse in den Computerwissenschaften können sicherlich zu einem erheblichen Teil auf die öffentlichen Diskussion über das IT-skills gap zurückgeführt werden. Auch die Einführung des konsekutiven Studiensystems (Bakkalaureat als Erstabschluss) kann von Einfluss sein, nicht zuletzt als Reaktion auf die Alternativangebote der FH-Studiengänge, die einen IT-Schwerpunkt entwickelt haben.

Bei der Interpretation der zahlenmäßigen Entwicklung der klassischen Ingenieurdisziplinen (Zugang und Abschlüsse) ist zweifellos auf Veränderungen der Studienmöglichkeiten zu achten, so z.B. auf die Ausdifferenzierung von Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau oder die Bildung von *Hybrid*studienrichtungen, wie der Mechatronik, die zwischen Maschinenbau und Elektrotechnik angesiedelt ist. Im längerfristigen Vergleich zeigen sich jedoch keinerlei Anzeichen einer Trendumkehr.
Die klassischen Ingenieurwissenschaften verlieren einerseits durch den Trend zur Informatik, andererseits durch die Diversifikation der Hochschularten, also die Einrichtung einschlägiger Spezialisierungen in Form von Fachhochschulstudiengängen. Die

Einrichtung der FH-Studiengänge seit 1994 hat zwar auch zusätzliches (regionales) Potenzial an Personen, die für technische Studien geeignet sind, angesprochen, aber auch Umleitungseffekte zur Folge gehabt. Aufgrund der relativ spezifischen kognitiven und motivationalen Voraussetzungen eines Technikstudiums war dies zu erwarten. Angesichts der langen faktischen Studiendauern in den universitären Diplomstudien und der stärker ausgeprägten Betreuung und der verbindlichen Studienzeiten in den FH-Studiengängen ist der Trend zu den Fachhochschulen im technischen Bereich nicht überraschend.

TABELLE II-2-1a:

Trendanalyse der Abschlüsse innerhalb der Studienrichtungsgruppe „Technik“ (ohne Bauwesen und Raumplanung)
(In- und Ausländer)

Studienrichtung	Erstabschlüsse: jeweils Durchschnitt von zwei Jahrgängen					***Wandel im 5-Jahres-vergleich in %***
	89/90 + 90/91	92/93 + 93/94	95/96 + 96/97	98/99 + 99/00	00/01 + 01/02	
Telematik	8	47	86	103	120	***39***
Informatik	196	206	236	186	197	***-17***
Technische Mathematik	72	89	127	67	61	***-52***
Info-Tele-Mathematik	*276*	*342*	*449*	*356*	378	***-16***
Verfahrenstechnik	16	24	46	55	61	***33***
Wirtschaftsingenieurwesen - Technische Chemie	19	40	16	18	17	***6***
Technische Chemie	90	121	118	112	101	***-14***
Chemie-VT	*125*	*185*	*180*	*185*	179	***-1***
Wirtschaftsingenieur-wesen- Maschinenbau	64	83	124	173	188	***52***
Mechatronik	0	0	46	51	46	***0***
Elektrotechnik	281	287	342	233	238	***-30***
Technische Physik	76	121	153	130	97	***-37***
Maschinenbau	170	175	247	72	87	***-65***
MB-ET	*591*	*666*	*912*	*659*	656	***-28***
gesamt	992	1.193	1.659	1.338	1.213	***-27***

Quelle: Statistik Austria, Hochschulstatistik, ISIS-Datenbank; eigene Berechnungen

TABELLE II-2-1b :

Trendanalyse der Studienanfänger/innen innerhalb der Studienrichtungsgruppe „Technik“ (ohne Bauwesen und Raumplanung)
(In- und Ausländer)

Studienrichtung	Studienanfänger/innen: jeweils Durchschnitt von zwei Jahrgängen		***Wandel im 5-Jahresvergleich in %***
	95/96 + 96/97	00/01 + 01/02	
Telematik	160	243	***52***
Informatik	502	1.138	***127***
Technische Mathematik	175	262	***50***
Info-Tele-Mathe-matik	*837*	*1.643*	***96***
Verfahrenstechnik	107	64	***-40***
Wirtschaftsingenieurwesen – Technische Chemie	17	23	***35***
Technische Chemie	212	210	***-1***
Chemie-VT	*336*	*297*	***-12***
Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau	242	213	***-12***
Mechatronik	91	98	***8***
Elektrotechnik	462	331	***-28***
Technische Physik	205	225	***10***
Maschinenbau	209	233	***11***
MB-ET	*1.209*	*1.100*	***-9***
gesamt	2.382	3.040	***28***

Quelle: Statistik Austria, Hochschulstatistik, ISIS-Datenbank; eigene Berechnungen

Bauwesen, Raumplanung Architektur

In den baubezogenen universitären Studiengängen ist vor allem die Entwicklung der Architektur auffällig. Obgleich die Studienrichtung „Architektur" immer noch die mit Abstand zahlenstärkste ingenieurwissenschaftliche Studienrichtung an den Universitäten ist (478 Erstabschlüsse Ende der 90er Jahre), ist ein deutlicher Rückgang zu vermerken. In den Jahrgängen 2006/07 und 2007/8 dürften um etwa 30 Prozent weniger neue DI Architektur die Universitäten verlassen. Bei den Bauingenieuren, die weniger als die Hälfte der Absolventen/innenzahl der Architektur aufweisen (150 Erstabschlüsse zum oben genannten Beobachtungszeitpunkt) wird der Rückgang etwa 5 Prozent betragen. Kein Rückgang in der Zahl der jährlichen Diplome ist für das Wirtschaftsingenieurwesen-Bauwesen (30 Erstabschlüsse zum Vergleichszeitpunkt) zu erwarten (siehe nachfolgende Tabelle).

TABELLE II-2-2a:

Trendanalyse der Abschlüsse in den universitären Ingenieurstudien im Bereich Bauwesen und Raumplanung
(In- und Ausländer)

Studienrichtung	Erstabschlüsse: jeweils Durchschnitt von zwei Jahrgängen					***Wandel im 5-Jahresvergleich in %***
	89/90-90/91	92/93-93/94	95/96-96/97	98/99-99/00	00/01-01/02	
Wirtschafts-ingenieurwesen – Bauwesen	12	12	17	31	44	***159***
Bauingenieurwesen	113	103	134	150	202	***51***
Vermessungswesen und Geoinformation	25	32	48	23	23	***-52***
Raumplanung und Raumordnung	10	21	41	39	41	***0***
Architektur	171	284	379	478	600	***58***
gesamt	331	452	619	721	910	***47***

Quelle: Statistik Austria, Hochschulstatistik, ISIS-Datenbank; eigene Berechnungen

TABELLE II-2-2b:

Trendanalyse der Studienanfänger/innen in den universitären Ingenieurstudien im Bereich Bauwesen und Raumplanung
(In- und Ausländer)

Studienrichtung	Studienanfänger/innen: jeweils Durchschnitt von zwei Jahrgängen		***Wandel im 5-Jahresvergleich in %***
	95/96 + 96/97	00/01 + 01/02	
Wirtschaftsingenieurwesen – Bauwesen	75	61	***-19***
Bauingenieurwesen	458	322	***-30***
Vermessungswesen und Geoinformation	55	44	***-20***
Raumplanung und Raumordnung	67	52	***-22***
Architektur	926	743	***-20***
gesamt	1.581	1.222	***-23***

Quelle: Statistik Austria, Hochschulstatistik, ISIS-Datenbank; eigene Berechnungen

2.2 Montanuniversität

Der langjährige Vergleich der Erstabschlüsse in den Studienrichtungen der Montanuniversität Leoben zeigt vor allem einen strukturellen Wandel. Von den knapp 190 Erstabschlüssen, die pro Jahr Ende der 90er Jahre erreicht wurden, entfiel ein Drittel auf Studienrichtungen, die in den 90er Jahren eingeführt wurden (Industrieller Umweltschutz, Entsorgung, Recycling; Angewandte Geowissenschaften). Berücksichtigt man noch den Anteil der Werkstoffwissenschaften und Kunststofftechnik (fast 40 Prozent der Absolventen/innen Ende der 90er Jahre), dann wird eine weitreichende Diversifikationsstrategie im Studienangebot, das weit über die Kerndisziplinen der Montanistik hinausreicht, sichtbar.

TABELLE II-2-3a:
Trendanalyse der Abschlüsse in den Studien an der Montanuniversität Leoben
(In- und Ausländer)

Studienrichtung	Erstabschlüsse: jeweils Durchschnitt von zwei Jahrgängen					***Wandel im 5-Jahresvergleich in %***
	89/90-90/91	92/93-93/94	95/96-96/97	98/99-99/00	00/01-01/02	
Markscheidewesen	3	3	2	2	1	***-50***
Hüttenwesen / Metallurgie	16	17	17	13	8	***-53***
Gesteinshüttenwesen	5	4	9	6	4	***-56***
Montanmaschinenwesen	14	11	9	3	7	***-22***
Bergwesen	15	14	10	7	7	***-30***
Petroleum Engineering	0	1	2	4	14	***600***
Erdölwesen	18	23	11	19	13	***18***
Industrieller Umweltschutz, Entsorgung, Recycling	0	0	10	48	51	***410***
Angewandte Geo-Wissenschaften	0	0	7	14	9	***29***
Werkstoffwissenschaften	13	29	35	41	26	***-26***
Kunststofftechnik	14	30	28	29	22	***-21***
gesamt	98	132	140	186	162	***16***

Quelle: Statistik Austria, Hochschulstatistik, ISIS-Datenbank; eigene Berechnungen

TABELLE II-2-3b:

Trendanalyse der Studienanfänger/innen in den Studien an der Montanuniversität Leoben
(In- und Ausländer)

Studienrichtung	Studienanfänger/innen: jeweils Durchschnitt von zwei Jahrgängen		***Wandel im 5-Jahres-vergleich in %***
	95/96 + 96/97	00/01 + 01/02	
Markscheidewesen	2	5	***150***
Hüttenwesen / Metallurgie	17	28	***65***
Gesteinshüttenwesen	9	11	***22***
Montanmaschinenwesen	6	11	***83***
Bergwesen	8	6	***-25***
Petroleum Engineering	10	32	***220***
Erdölwesen	21	0	***-100***
Industrieller Umweltschutz, Entsorgung, Recycling	65	43	***-34***
Angewandte Geo-Wissenschaften	16	18	***13***
Werkstoffwissenschaften	24	27	***13***
Kunststofftechnik	17	30	***76***
gesamt	195	211	***8***

Quelle: Statistik Austria, Hochschulstatistik, ISIS-Datenbank; eigene Berechnungen

2.3 Bodenkultur

Die Zahl der Studienanfänger/innen ist an der Universität für Bodenkultur im Vergleich des letzten Jahrzehnts mit Ausnahme der Lebens- und Biotechnologie, die eine vergleichsweise starke technisch-industrielle Verwertungskomponente im Beruf hat, rückläufig. In den Absolventen/innenzahlen hat sich das bisher aber in den agrarischen Kernstudien kaum ausgewirkt, mittelfristig wird dies aber - angesichts der Anfängerzahlen - kaum zu vermeiden sein.

TABELLE II-2-4a:

Trendanalyse der Abschlüsse in den Bodenkulturstudien
(In- und Ausländer)

Studienrichtung	Erstabschlüsse: jeweils Durchschnitt von zwei Jahrgängen					***Wandel im 5-Jahres-vergleich in %***
	89/90-90/91	92/93-93/94	95/96-96/97	98/99-99/00	00/01-01/02	
Lebensmittel- und Biotechnologie	41	66	90	66	61	***-32***
Landwirtschaft	128	108	98	96	85	***-13***
Kulturtechnik und Wasserwirtschaft	63	89	98	93	112	***14***
Landschaftsplanung und Landschaftspflege	26	69	93	94	104	***12***
Forst- und Holzwirtschaft	64	79	61	59	60	***-2***
gesamt	322	411	440	408	422	***-4***

Quelle: Statistik Austria, Hochschulstatistik, ISIS-Datenbank; eigene Berechnungen

Mittelfristig dürfte – aufgrund der Anfänger/innenzahlen - die *Lebensmittel- und Biotechnologie* die Studienrichtung mit der höchsten Zahl an Erstabschlüssen pro Jahrgang werden.

TABELLE II-2-4b:

Trendanalyse der Studienanfänger/innen in den Bodenkulturstudien
(In- und Ausländer)

Studienrichtung	Studienanfänger/innen: jeweils Durchschnitt von zwei Jahrgängen		***Wandel im 5-Jahres-vergleich in %***
	95/96 + 96/97	00/01 + 01/02	
Lebensmittel- und Biotechnologie	107	130	***21***
Landwirtschaft	133	119	***-11***
Kulturtechnik und Wasserwirtschaft	160	87	***-46***
Landschaftsplanung und Landschaftspflege	125	89	***-29***
Forst- und Holzwirtschaft	58	66	***14***
gesamt	583	491	***-16***

Quelle: Statistik Austria, Hochschulstatistik, ISIS-Datenbank; eigene Berechnungen

2.4 Naturwissenschaften an den Universitäten

Innerhalb der Naturwissenschaften verlieren die klassischen Studiengänge (Chemie, Physik und verwandte Disziplinen) im Zustrom und bei den Erstabschlüssen. Mittlerweile entfallen knapp 60 Prozent der Erstabschlüsse in den Naturwissenschaften pro Jahrgang auf Life Sciences (Biologie, Ernährungswissenschaften, Pharmazie), weitere 14 Prozent auf Geo-Wissenschaften; der Anteil der beiden genannten Naturwissenschaftsbereiche wird sich mittelfristig wahrscheinlich noch weiter erhöhen, Chemie und Physik mit unter 200 Erstabschlüssen pro Jahr (inklusive Lehramtsstudien) dürften in etwa konstant bleiben.

TABELLE II-2-5a:

Trendanalyse der Abschlüsse in den Naturwissenschaften an Universitäten
(In- und Ausländer)

Studienrichtung	Erstabschlüsse: jeweils Durchschnitt von zwei Jahrgängen					***Wandel im 5-Jahres-vergleich in %***
	89/90-90/91	92/93-93/94	95/96-96/97	98/99-99/00	00/01-01/02	
Chemie	59	77	111	102	83	***-25***
Physik	47	72	79	85	70	***-11***
Astronomie	4	7	8	13	9	***13***
Meteorologie u. Geophysik	12	21	15	16	23	***53***
Mathematik	106	96	116	98	100	***-14***
Klassische NAWI	228	273	*329*	*314*	*285*	***-13***
Geographie	76	89	98	124	132	***35***
Erdwissenschaften	44	38	47	41	31	***-34***
Geo-Wissenschaften	120	*127*	*145*	*165*	*163*	***12***
Biologie	209	279	396	454	482	***22***
Molekulare Biologie	0	0	0	0	0	***0***
Ernährungswissenschaften	4	12	50	56	68	***36***
Pharmazie	183	212	219	201	191	***-13***
Life Sciences	396	*503*	*665*	*711*	*741*	***11***
gesamt	744	903	1.139	1.190	1.189	***4***

Quelle: Statistik Austria, Hochschulstatistik, ISIS-Datenbank; eigene Berechnungen

TABELLE II-2-5b:

Trendanalyse der Studienanfänger/innen in den Naturwissenschaften an Universitäten
(In- und Ausländer)

Studienrichtung	Studienanfänger/innen: jeweils Durchschnitt von zwei Jahrgängen		***Wandel im 5-Jahresvergleich in %***
	95/96 + 96/97	00/01 + 01/02	
Chemie	197	172	***-13***
Physik	162	177	***9***
Astronomie	70	76	***9***
Meteorologie u. Geophysik	54	55	***2***
Mathematik	258	235	***-9***
Klassische NAWI	*741*	*715*	***-4***
Geographie	200	255	***28***
Erdwissenschaften	54	46	***-15***
Geo-Wissenschaften	*254*	*301*	***19***
Biologie	882	811	***-8***
Molekulare Biologie	0	80	***(100)***
Ernährungswissenschaften	168	255	***52***
Pharmazie	397	296	***-25***
Life Sciences	*1.447*	*1.442*	***0***
gesamt	2.442	2.458	***1***

Quelle: Statistik Austria, Hochschulstatistik, ISIS-Datenbank; eigene Berechnungen

2.5 Fachhochschulstudien: Technik und Medien

Die Fachhochschulstudiengänge wurden zum Teil als Unikate im Hinblick auf ihre fachliche Spezialisierung respektive ihren „Berufsfeldbezug" konzipiert. Eine Subsumption der Studiengänge in Fachbereichsgruppen ist aber trotzdem möglich und sinnvoll, insbesondere um die Richtung der Entwicklung des Zustroms und des Qualifikationsoutputs zu analysieren. Anhand der Studienanfänger/innenzahlen wird einerseits das rasche und andauernde Gesamtwachstum im Bereich Technik sichtbar (auch im letzten Jahrgangsvergleich ist noch ein Zuwachs von 25 Prozent zu verzeichnen), andererseits ist in drei der 6 Fachbereichsgruppen der Technik bereits ein Überschreiten des Höhepunktes der jährlichen Anfänger/innenzahlen zu erkennen. Ungebremst war im Jahr 2001/02 die Expansion in den IKT-Studiengängen.

TABELLE II-2-6a:

Erstmalig aufgenommene Studierende in Fachhochschulstudiengängen in den Bereichen Technik und Medien, Wintersemester 1994/95 – 2001/02

Fachbereichsgruppe*	1994/ 1995	1995/ 1996	1996/ 1997	1997/ 1998	1998/ 1999	1999/ 2000	2000/ 2001	2001/ 2002	***Veränderung gegenüber Vorjahr in %***
Informations- und Kommunikationstechnologie	64	146	190	231	262	365	666	1.075	***61***
Produktions-/ Automatisierungstechnik	199	260	395	429	467	589	602	579	***-4***
Elektronik	75	158	199	186	236	341	382	447	***17***
Bau, Holz, Gebäude	45	164	203	216	284	284	294	273	***-7***
Bio- / Umwelttechnik	0	0	0	0	0	0	0	97	***-***
Technisch-wirtschaftliche Kombination	0	0	0	0	36	105	117	96	***-18***
Technik gesamt	383	728	987	1.062	1.285	1.684	2.061	2.567	***25***
Medien	0	0	172	203	203	240	226	304	***35***

*Rückwirkende Zuordnung bei einigen Studiengängen

Quelle: Statistik Austria; Fachhochschulrat; eigene Berechnungen

Bei den Absolventen/innenzahlen ist allerdings nicht nur insgesamt, sondern in allen Fachbereichen noch mit Zuwächsen zu rechnen. Deutlich sichtbar werden die Veränderungen der Fachgruppenproportionen innerhalb der Technik bei der hypothetischen Projektion des Outputs der Fachhochschulstudiengänge anhand einer geschätzten Erfolgsquote und der Anfänger/innenzahlen des letzten statistisch erfassten Jahrgangs: war im Jahrgang 2000/01 noch „Produktions-/Automatisierungstechnik“ die anteilsstärkste Teilgruppe (37 Prozent), so wird die Absolutzahl der Absolventen/innen dieser Fachbereichsgruppe zwar weiter steigen, ihr relativer Anteil an allen FH-Absolventen/innen wird aber voraussichtlich bis 2004/05 auf rund 20 Prozent zurückgehen. Gleichzeitig sollten gut 60 Prozent der neuen FH-Graduierten auf IKT oder Elektronik entfallen (derzeit 40 Prozent).

TABELLE II-2-6b:

Jährliche Studienabschlüsse an Fachhochschulstudiengängen der Bereiche Technik und Medien nach Fachbereichsgruppen*: Wintersemester 1996/97 – 2000/01

Fachbereichsgruppe*	1996/ 1997	1997/ 1998	1998/ 1999	1999/ 2000	2000/ 2001	2001/ 2002	***Zuwachs gegenüber Vorjahr in %***
Produktions-/Automatisierungstechnik	37	122	188	262	308	373	***21***
Bau-, Holz- und Gebäudetechnik	0	27	160	156	192	228	***19***
Informations- u. Kommunikationstechnologien	20	49	80	161	168	197	***17***
Elektronik	27	55	114	130	166	221	***33***
Bio- / Umwelttechnik	0	0	0	0	0	0	
technisch-wirtschaftliche Kombination	0	0	0	0	0	73	***(100)***
Technik	84	253	542	709	834	1.092	***31***
Medien	0	0	0	144	187	227	***21***
Technik und Medien	84	253	542	853	1.021	1.319	***29***

*Für jene Studiengänge, deren Zuordnung sich zwischen den Jahrgängen verändert hat, wurde rückwirkend eine durchgängige Zuordnung vorgenommen.

Quelle: ISIS-Datenbank; eigene Berechnungen

2.6 Effekt der IT-Skills gap Diskussion

Studienberechtigte reagieren zu einem nicht unerheblichen Teil auf die *öffentliche Diskussion über Beschäftigungschancen* (Beispiel: Zustrom zur technischen Informatik). Die öffentliche Nennung von Studien, für deren Absolventen/innen besonders gute Berufs- und Karrierechancen vorhergesagt werden, hat Wirkung. Dies lässt sich am Beispiel des Zustroms zu technischen Informatikstudien belegen.

Anfang der 90er Jahre wurden öffentlich Zweifel am Anhalten des gestiegenen Informatikerbedarfs geäußert, ab 1992/93 brach die Studienanfänger/innenzahl an den Universitäten in der Informatik ein und fiel insgesamt von fast 1.200 (1990/91) auf rund 600 (1997/98). Erst die internationale Diskussion über IT-skills gaps, die Ende der 90er Jah-

re einsetzte, ließ die Anfänger/innenzahlen wieder hochschnellen, und zwar auf fast 1.400 Anfänger/innen jährlich; dies trotz des mittlerweile starken Informatikangebotes im FH-Sektor. Nicht nur der Zustrom zu technischen Fachrichtungen, sondern auch die Zahl der Abschlüsse stiegen in den letzten Jahren dank der Fachhochschulentwicklung seit 1994.

TABELLE II-2-7a:

Zeitreihe mit Studienanfänger/innen in technischen Informatikstudien nach Hochschularten; In- und Ausländer, 1988/89 – 2000/2001

Studienjahr	Informatikbereich Universitäten*	Informatikbereich Fachhochschulen**	Zeilensumme
1988/89	958	/	958
1989/90	947	/	947
1990/91	1.182	/	1.182
1991/92	1.144	/	1.144
1992/93	991	/	991
1993/94	933	/	933
1994/95	814	64	878
1995/96	736	46	782
1996/97	695	57	752
1997/98	603	93	696
1998/99	733	101	834
1999/00	966	130	1.096
2000/01	1.362	327	1.689
2001/02	1.469***	427	1.918
Spaltensumme	12.064	1.245	14.800

* diese Kategorie umfasst Diplomstudien in den Studiengängen Informatik, Computerwissenschaften (1994/95 ausgelaufen), Telematik sowie das Kurzstudium Datentechnik (1996/97 ausgelaufen)

** diese Kategorie umfasst die Studiengänge Medizinische Informationstechnik, Telematik /Netzwerktechnik, SimCom, Computer- / Mediensicherheit, Engineering/computer-based Lernen, Hardware/Software Engineering, Industrielle Informatik, Software-Engineering/Business u. Finanz, Software-Engineering für Medizin, Software-Engineering, iTEC

*** vorläufige Zahlen

Quelle: ISIS-Datenbank, Fachhochschulrat; eigene Berechnungen

TABELLE II-2-7b:

Zeitreihe mit Erstabschlüssen in technischen Informatikstudien nach Hochschularten; In- und Ausländer, 1988/89 – 2000/2001

Studienjahr	Informatik: Universitäten*	Informatik: Fachhochschulen**	Zeilensumme
1988/89	210	/	210
1989/90	230	/	230
1990/91	246	/	246
1991/92	246	/	246
1992/93	257	/	257
1993/94	343	/	343
1994/95	316	/	316
1995/96	299	/	299
1996/97	389	20	409
1997/98	461	27	488
1998/99	324	31	355
1999/00	343	91	434
2000/01	338***	103	441
Spaltensumme	2.551	272	4.274

* diese Kategorie umfasst Diplomstudien in den Studiengängen Informatik, Computerwissenschaften (1994/95 ausgelaufen), Telematik sowie das Kurzstudium Datentechnik (1996/97 ausgelaufen)

** diese Kategorie umfasst die Studiengänge Medizinische Informationstechnik, Telematik /Netzwerktechnik, SimCom, Computer- / Mediensicherheit, Engineering/computer-based Lernen, Hardware/Software Engineering, Industrielle Informatik, Software-Engineering / Business u. Finanz, Software-Engineering für Medizin, Software-Engineering, iTEC

*** vorläufige Zahlen

Quelle: Statitistik Austria; eigene Berechnungen

III. ABSOLVENTEN/INNENBESCHÄFTIGUNG

1. Universitätsabsolventen/innen 1971 - 2002

Die Zahl der berufstätigen Absolventen/innen technisch-naturwissenschaftlicher Studiengänge hat sich in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich erhöht: von knapp 21.400 im Jahr 1971 auf fast 34.600 im Jahre 1981 und 49.100 im Jahr 1991 (siehe Tabelle III-1-1). Diese Zahlen basieren auf Volkszählungsdaten. Für den Zeitraum nach 1991 musste eine Schätzung anhand von Neuabsolventen/innenzahlen, Erwerbsquote im Inland und Abgang aus dem Erwerbsleben durchgeführt werden.

Der Bestand an Erwerbspersonen mit technisch-naturwissenschaftlicher Ausbildung dürfte sich von etwa 49.000 im Jahr 1991 auf über 66.000 im Jahr 2002 (Schätzung) erhöht haben. Der Anteil der genannten Qualifikationen hat sich von 1 Prozent im Jahr 1981 auf 1,7 Prozent der Erwerbspersonen im Jahr 2002 verändert. 2002 sind schätzungsweise über 62.500 Universitätsabsolventen/innen einschlägiger Fachrichtungen in Österreich erwerbstätig; in den letzten Jahren kamen noch fast 4.000 Absolventen/innen des 1994 eingeführten Fachhochschulsektors hinzu.

Die technologische Wissensbasis in Wirtschaft und Gesellschaft führt international zu wachsender Beschäftigung von Absolventen/innen technisch-naturwissenschaftlicher Studien. *Eurostat* hat für das Jahr 2001 für die EU-15 einen Anteil von 4,9 Prozent an Wissenschaftlern/innen und Ingenieuren/innen in Prozent aller Erwerbspersonen errechnet, wobei für Österreich ein Wert von 2,1 Prozent ausgewiesen wird.[29] Dieser Wert kann als externe Bestätigung der obigen Berechnung herangezogen werden. Die Differenz zwischen 2,1 Prozent (Eurostat) und 1,7 Prozent (ibw) ist definitorisch bedingt: in vorliegender Untersuchung wurde eine Einschränkung auf technisch-naturwissenschaftliche Studien vorgenommen (siehe dazu: Einleitung der Studie).

[29] Guido Strack: Europa auf dem Weg zu einer wissensbasierten Gesellschaft: die Beiträge von Frauen und Männern, in: Eurostat: Statistik kurz gefasst, Thema 9 – 5/2003, S. 1ff.

TABELLE III-1-1:

Langfristiges Wachstum der Absolventen/innenzahl technisch-naturwissenschaftlicher Hochschulstudien in der Erwerbsbevölkerung

Studienrichtungsgruppe	1971	1981	1991	2002: Schät-zung	2006	2010
Technik	9.926	15.597	22.762	32.600		
NAWI	7.078	13.336	18.794	20.000		
BOKU	3.299	4.035	5.549	7.300		
MONTAN	1.049	1.593	2.012	2.600		
Zwischensumme Uni	21.352	34.561	49.117	62.500	80.000	96.000
FH-Technik	-	-	-	3.300		
FH-Medien	-	-	-	500		
Gesamt	21.352	34.561	49.117	66.300	85.000	102.000
In % der Erwerbspersonen[30]	0,7	1,0	1,3	1,7	2,2	2,6
Forschungsquote in % des BIP	0,61	1,13	1,47	1,95	2,50	3,00

Quelle: Statistik Austria, Volkszählungen; eigene Berechnungen

Die sektorale Verteilung der Höchstqualifizierten mit technisch-naturwissenschaftlicher Vorbildung ist in Österreich – aufgrund der langen und hochspezialisierten Studien – fachlich in hohem Maße prädeterminiert. Dies schlägt sich statistisch bereits in der Differenzierung nach *Hauptstudienrichtungsgruppen* nieder. Technikabsolventen/innen sind in der Industrie und in privaten Dienstleistungen stark vertreten. Die Absolventen/innen der Montanistik haben vermutlich nach wie vor den höchsten Anteil im sekundären Wirtschaftssektor (über 60 Prozent), *mehr als die Hälfte* der Naturwissenschaftler ist im öffentlichen Unterrichts- und Forschungswesen berufstätig.

In der F&E-Erhebung von Statistik Austria wurden insgesamt 31.400 *Hochschulabsolventen/innen oder gleichwertige Kräfte* gezählt.[31] Hierbei handelt es sich um „Kopfzahlen", nicht um Vollzeitäquivalente. Um das *naturwissenschaftlich-technische F&E-Personal* zu erfassen, sind von diesen 31.400 Personen die Beschäftigten in eini-

[30] Für 2002 und 2010 wurden die Erwerbspersonen des MZ 2001 herangezogen (Lebensunterhaltskonzept), siehe: Statistik Austria: Mikrozensus Jahresergebnisse 2001, Wien, 2002, S. 180.

[31] In Vollzeitäquivalenten waren dies 18.714,9 Beschäftigte; siehe: BMBWK und BMVIT: Forschungs- und Technologiebericht 2001, Wien, Tabelle 19.

gen Forschungsbereichen abzuziehen: Es sind dies der sozial- und geisteswissenschaftliche Bereich sowie der klinische Bereich, der zwar im weiteren Sinne auch als „naturwissenschaftlich“ verstanden werden kann, aber nicht im Zentrum vorliegender Studie steht.[32]

Laut Auskunft von Statistik Austria belief sich das wissenschaftliche F&E-Personal abzüglich der oben genannten Wissenschaftsbereiche, aber bezogen auf alle Sektoren 1998 auf exakt 22.668 Personen. Hierzu ist allerdings noch ein Abzug für das nicht-naturwissenschaftlich-technisch ausgerichtete Forschungspersonal im Unternehmenssektor vorzunehmen (z.B. Marktforschung). Andererseits wäre aber wiederum ein Zuschlag für die expansive Entwicklung 1998 bis 2002 zu machen. Als Ausgangspunkt der weiteren Bedarfsschätzungen kann daher die Zahl von rund 23.100 Personen in naturwissenschaftlich-technischer Forschung und Entwicklung zugrundegelegt werden.

Von den geschätzten 66.000 berufstätigen Absolventen/innen technisch-naturwissenschaftlicher Hochschulstudien dürften insgesamt – quer über die Sektoren - *rund 35 Prozent in Forschung und technischer Entwicklung* beruflich tätig sein (in Absolutzahlen: 23.100).

Mit dem Wachstum der Forschungsquote (Bruttoinlandsausgaben für F&E in % des BIP) von 0,61 Prozent (1969/70) auf 1,95 Prozent im Jahr 2002[33] ist die Beschäftigung von Technikern und Naturwissenschaftern mit Hochschulabschluss kontinuierlich gewachsen. Die Korrelation ist deutlich. Die Bundesregierung plant für 2003 die Anhebung der Forschungsquote auf 2,5 Prozent des BIP bis zum Ende der Legislaturperiode und auf 3 Prozent bis 2010. Im Vergleich zu relevanten Benchmarks ist die Quote aber immer noch relativ niedrig (OECD-Mittel 1998: 2,17 %); Finnland kam bereits 1998 auf 2,89 Prozent, Japan auf 2,94.[34]

---

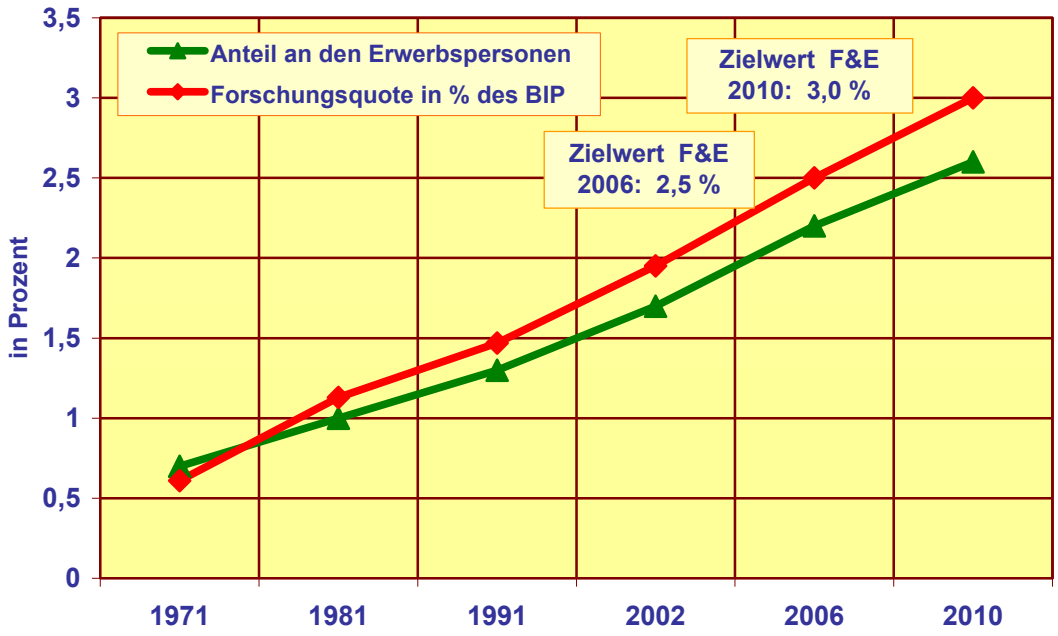
[32] Die klinische Forschung musste ausgeklammert werden, das sie aufgrund ihrer Spezifika eine eigene Untersuchung erfordern würde: in vorliegender Studie stand die technisch-industrielle Innovation im Zentrum.

[33] Elisabeth Scholtze: Forschung und experimentelle Entwicklung in Österreich 1993 – 2002, in: Statistische Nachrichten 8/2002, Wien, S. 585

[34] Scholtze, 2002, a.a.O., S. 586

DARSTELLUNG III-1-1:

Entwicklung der Wissensgesellschaft* und innovationspolitische Zielsetzung in Österreich



*Anteil der Erwerbspersonen mit Abschluss Ingenieur- oder Naturwissenschaft

Quelle: Statistik Austria, Volkszählungen, Mikrozensus 2001; eigene Berechnungen

Legt man die angepeilten Zuwächse an F&E-Aufwendungen in Relation zum BIP zugrunde, so würde dies einen Zuwachs der Quote technisch-naturwissenschaftlicher Hochschulabsolventen/innen in der österreichischen Erwerbsbevölkerung von 1,7 auf 2,6 Prozent bedeuten. Dass diese Größenordnungen keineswegs unrealistisch sind, zeigen einerseits die Veränderungen der technisch-naturwissenschaftlichen Absolventen/innenquote im letzten Jahrzehnt (von 2 auf 4,5 Prozent der altersmäßig vergleichbaren Bevölkerung, siehe Tabelle II-1-3), andererseits die dynamische Entwicklung in der Berufsgruppe „Technische Berufe“ in den 90er Jahren (Tabelle III-2-1) und nicht zuletzt der europäische Vergleich. Nach Definitionen und Berechnungen von *Eurostat* lag der Anteil von Wissenschaftlern und Ingenieuren an allen Erwerbspersonen im Jahr 2001 bei 2,1 Prozent, das EU-15-Ländermittel lag bei 4,9 Prozent und die Spitzenreiter Finnland bei 8,2 Prozent und Belgien bei 7,4 Prozent.[35].

[35] Guido Strack: Europa auf dem Weg zu einer wissensbasierten Gesellschaft: die Beiträge von Frauen und Männern, in: Eurostat: Statistik kurz gefasst, Thema 9 – 5/2003, S. 1ff.

2. Technische Berufe 1994 - 2001

Anhand der Kategorie der „Technischen Berufe“ ist eine sektorübergreifende Analyse des Wachstums der technisch-naturwissenschaftlich Qualifizierten für den Zeitraum 1994 – 2001 möglich. Die amtliche Erwerbsstatistik bietet die Möglichkeit einer Struktur- und Trendanalyse anhand der Berufsabteilung „Technische Berufe“[36]. Auf der Grundlage dieser erwerbsstatistischen Kategorie kann sowohl die Dynamik der Beschäftigung in technischen Berufen seit den 90er Jahren als auch die Qualifikationsstruktur in einem wichtigen Feld der Beschäftigung von Absolventen/innen einschlägiger Hochschulstudien und der Höheren Technischen Lehranstalten aufgezeigt werden.

TABELLE III-2-1:

Erwerbstätige in der Berufsabteilung „Technische Berufe“ nach höchster abgeschlossener Schulbildung, 1994 bis 2001, in 1.000

Jahr	Pflicht-schule	Lehrab-schluss	BMS	AHS	BHS	Hochschul-verwandte Lehranstalt	Universität, Hochschule	Gesamt
1994	5,6	25,2	16,3	15,3	64,7	5,1	33,8	166,0
1995	5,1	29,9	17,5	14,8	71,1	4,1	30,1	172,6
1996	4,7	30,6	18,1	17,7	66,6	4,3	31,7	173,7
1997	4,3	34,1	18,9	17,5	69,5	4,0	36,7	185,0
1998	3,8	31,4	16,0	18,8	76,5	3,4	37,0	186,9
1999	3,2	31,0	15,1	21,7	76,2	4,3	36,9	188,4
2000	4,0	30,8	17,8	22,7	79,7	5,2	42,9	203,1
2001	4,1	33,6	18,1	25,6	82,0	6,6	43,0	213,1

Quelle: Statistik Austria, MZ-Jahresergebnisse, Labour-Force-Konzept; eigene Berechnungen

Die Zahl der Erwerbstätigen in Technischen Berufen hat zwischen 1994 und 2001 um 28 Prozent zugenommen (im Vergleich zu 1,5 Prozent bei den Erwerbstätigen insgesamt). Der Anteil der Erwerbstätigen in technischen Berufen ist von 4,4 Prozent (Basis 1994: 3,742.000 Erwerbstätige gesamt) auf 5,6 Prozent (Basis 2001: 3,799.600) der

[36] Diese enthält unter anderen: Techniker für Montanistik; Architekten, Techniker für Bau-, Vermessungswesen; Techniker für Maschinenbau, Elektrotechnik; Techniker für Chemie, Physik, Chemiker, Physiker; Techniker für Datenverarbeitung und sonstige Techniker.

Erwerbstätigen insgesamt in Österreich angestiegen.[37] Von den rund 213.000 Erwerbstätigen in der Berufsabteilung „Technische Berufe“ entfiel der größte Anteil im Jahresdurchschnitt 2001 auf die BHS-Absolventen/innen[38].

TABELLE III-2-2:

Erwerbstätige im sekundären Sektor nach höchster abgeschlossener Schulbildung, 1994 bis 2001, in 1.000

Jahr	Pflicht-schule	Lehrab-schluss	BMS	AHS	BHS	Hochschul-verwandte Lehranstalt	Universität, Hochschule	Insgesamt
1994	369,0	591,0	85,5	30,8	95,6	8,1	34,6	1.214,7
1995	345,7	607,8	91,3	31,1	88,8	6,2	31,9	1.202,7
1996	314,4	604,6	87,9	33,1	73,9	6,2	30,3	1.150,3
1997	291,1	606,5	78,3	32,4	75,6	6,1	27,6	1.117,7
1998	282,0	608,1	77,7	31,6	87,8	7,3	28,1	1.122,7
1999	278,9	618,9	78,3	33,2	90,5	5,8	36,4	1.142,1
2000	268,5	622,6	86,9	35,1	90,6	6,3	34,1	1.144,1
2001	249,8	611,4	92,3	37,7	95,4	5,6	34,5	1.126,8

Quelle: Statistik Austria, Mikrozensus-Jahresergebnisse, Labour-Force-Konzept; eigene Berechnungen

Die Bedeutung der BHS-Absolventen/innen zeigt sich ebenso wie an den Technischen Berufen auch an der Analyse der höher Qualifizierten im sekundären Wirtschaftssektor (Sachgütererzeugung, Energieversorgung, Bauwesen). Die Unternehmensbefragung hat einmal mehr unterstrichen, dass es in Österreich einen quantitativ bedeutenden Anteil an HTL-Absolventen/innen mit beruflicher Weiterbildung in allen Einsatzbereichen der Industrieunternehmen gibt. Diese Einsicht ist einerseits für den internationalen Vergleich des technisch-naturwissenschaftlichen Potenzials relevant, andererseits für allfällige Schlussfolgerungen bildungspolitischer Art.

[37] Quelle: Statistik Austria, Mikrozensus-Jahresergebnisse 1994 und 2001; eigene Berechnungen

[38] Größtenteils handelt es sich dabei um die HTLs oder die HLAs für Land- und Fortwirtschaft.

3. Angebots-Bedarfsprognose nach Hochschularten

Bei der Schätzung von Angebot und Nachfrage an technisch-naturwissenschaftlich Qualifizierten mit Hochschuldiplom empfiehlt es sich, getrennt nach Hochschularten (universitäre und fachhochschulische Einrichtungen) vorzugehen, da substanzielle Unterschiede nach beruflicher Vorbildung (Dauer, Grundlagen, fachliche Spezialisierungsgrade, Wissenschaftsbasierung und Forschungserfahrung) sowie sektoralem und betrieblichem Einsatz anzunehmen sind. So waren von den Naturwissenschaftlern/innen nach der Volkszählung 1991 fast 60 Prozent im öffentlichen Unterrichts- und Forschungssektor tätig. Der sektorale und berufliche Übergang der Fachhochschulabsolventen ist empirisch erst ansatzweise erfasst.

Auf Grundlage einer Schätzung der Erwerbstätigen 2002 kann von einem jährlichen Ersatzbedarf von weniger als 2.000 Erwerbstätigen mit technisch-naturwissenschaftlichem Universitätsabschluss ausgegangen werden, wenn man eine Ersatzquote von 3 Prozent veranschlagt (siehe Tabelle III-3-1). Der Zusatzbedarf kann anhand der Entwicklung der Hochschulabsolventen/innen in den Technischen Berufen veranschlagt werden.

Zusätzlich kann ein „Innovationsbedarf“ bei erhöhten F&E-Ausgaben in die Schätzung eingebracht werden. Der Innovationsbedarf wurde anhand einer Proportion zwischen F&E-Ausgaben und der Erwerbstätigkeit von Naturwissenschaftern und Ingenieuren (siehe Tabelle III-1-1) ermittelt und stellt den *hypothetischen Zuwachs* an technisch-naturwissenschaftlichen Höchstqualifizierten bei vollständiger Umsetzung der innovationspolitischen Zielsetzung bis 2010 dar, der über den Trend der 90er Jahre hinausgeht.

Zusatzbedarf und Innovationsbedarf sind zweifellos in hohem Maße *konjunkturabhängig*. Bei der Vorausschau auf 2010 geht es aber um eine *strukturelle* Entwicklung der wissensbasierten Wirtschaft und Gesellschaft. Die Annahme eines Wachstums der F&E-Quote auf 3,0 Prozent und einer Quote von 2,6 Prozent Erwerbspersonen mit Hochschulabschluss der Natur- oder Ingenieurwissenschaften an allen Erwerbspersonen kann im internationalen Vergleich keineswegs als übertrieben interpretiert werden.

Dem jährlichen Bedarf, bei dem von einer Spannweite zwischen rund 3.600 und 6.100 einschlägigen Absolventen/innen auszugehen ist, steht ein jährlicher arbeitsmarktwirksamer Output an Natur- und Ingenieurwissenschaftlern der Universitäten von 3.300 bis 4.200 Erstabschlüssen gegenüber. Bei Umsetzung der innovationspolitischen Ziele würde der Output der Universitäten bei weitem nicht ausreichen, um den Bedarf zu decken.

Aus den Fachhochschulen im Bereich Technik dürften jährlich zwischen 1.000 und 2.000 Absolventen/innnen in den Arbeitsmarkt einströmen.[39] Aus der Volkszählung und Unternehmensbefragungen ist bekannt, dass der sektorale und berufliche Übergang der FH-Absolventen/innen zu einem erheblichen Teil anders ausgeprägt sein dürfte als jener der Absolventen/innen universitärer Natur- und Ingenieurwissenschaften. Relevant ist daher nicht nur das technische FH-Neuangebot am Arbeitsmarkt, sondern auch die Einschätzung der beruflichen und sektoralen Substituierbarkeit nach Hochschularten im Bereich Technik und Naturwissenschaften.
Sowohl die vorliegende Unternehmensbefragung[40] als auch eine ältere Erhebung[41] zeigen, dass der Einsatz und die Eignungseinschätzung der beiden Hochschularten durch die Befragungsteilnehmer/innen deutlich unterschiedlich ausfällt. Dies trifft nicht nur, aber insbesondere auf innovative und wissenschaftsbasierte Aufgaben zu.

Im Falle der Variante einer Realisierung der innovationspolitischen Ziele der Regierung wird man vermutlich von erweiterten F&E-bezogenen Ausbildungsmöglichkeiten im Fachhochschulsektor ausgehen können. Die verweist auf die Relevanz der Diskussion der Rolle der Fachhochschule in der Forschungslandschaft - insbesondere bei Umsetzung der innovationspolitischen Zielsetzungen. Nicht unerwähnt bleiben sollte, dass im Programm der Bundesregierung, das die angesprochenen innovationspolitischen Ziel deutlich unterstreicht, der „Aufbau von Forschung und Entwicklung an Fachhochschu-

[39] Bei den Universitätsabsolventen/innen wurde eine Erwerbsquote von 90 Prozent, bei den FH-Absolventen/innen von 95 Prozent unterstellt.

[40] Siehe dazu Kapitel I-2-2 des Berichtes.

[41] Siehe dazu: Wimmer, Petra: Die ersten Fachhochschul-AbsolventenInnen am Arbeitsmarkt. Ergebnisse österreichweiter Erhebungen (=ibw-Schriftenreihe Nr. 118), Wien, November, 2000, S. 65.

len und Positionierung als Kompetenzzentren für die regionale Wirtschaft und Industrie“ als Ziel formuliert wird.[42]

TABELLE III-3-1:

Bedarfsentwicklung und Neuangebot an Absolventen/innen technisch-naturwissenschaftlicher Universitäts- und FH-Studien bis ca. 2010
Angaben in gerundeten Absolutzahlen

BEDARF BEZOGEN AUF UNIVERSITÄTS-ABSOLVENTEN/INNEN	**Absolventen/innenbedarf:** Variante Trend	Innovationsziel 2010[3]
Jährlicher Ersatzbedarf an Universitätsabsolventen/innen[1]	1.880	1.880
Jährlicher Zusatzbedarf[2] über alle Sektoren	1.690	1.690
„Innovationsbedarf“[3] bei Umsetzung der politischen Ziele bis 2010		2.500
Jährlicher Ersatz- und Zusatzbedarf sowie Innovationsbedarf bis 2010[4]	3.560	6.060
NEUANGEBOT NACH HOCHSCHULARTEN	**Absolventen/innenneuangebot:** Variante niedrig	Hoch
Arbeitsmarktwirksame Neuabsolventen/innenzahl: UNI Technik-NAWI[4]	3.320	4.240
Differenz: Neuangebot-Bedarf: Uni-Absolventen/innen	-240	-1.820
Substitionswirksames Neuangebot FH-Technik[5]	250	980
Angebots-/Bedarfssaldo bezogen auf Berufsfelder mit Uni-Diplom-Voraussetzungen	***10***	***-840***
FH-Technikabsolventen/innen für andere Sektoren, Berufsfelder und Einsatzbereiche	***760***	***980***

[1] 3 % der einschlägig Beschäftigten 2002

[2] 2,7 % jährlich: Trend der Entwicklung der Technischen Berufe (Tab. III-2-1)

[3] stark erhöhte F&E-Investitionen (2010: 3 % des BIP)

[4] näherungsweise Berechnung des niedrigsten und höchsten Werts der Erstabschlüsse anhand von Studienanfängern/innenzahlen der letzten Jahre, bisherigen Erfolgsquoten und Studiendauern sowie abzüglich einer Nichterwerbsquote (Promotion, Auslandsaufenthalten etc.: 10 % Uni, 5 % FH; siehe Tabelle III-E-4)

[5] Annahme: Substitutionssgrad Uni-Technik oder NAWI – FH-Technik 25% (Trendvariante) und 50% (bei Umsetzung des politischen Innovationsziels)

Quelle: ibw-Berechnungen

[42] Regierungsprogramm der Österreichischen Bundesregierung für die XXII. Gesetzgebungsperiode, S.26.

Bei einer Trendfortschreibung der Beschäftigung von Technikern/innen und Naturwissenschaftern/innen ohne deutliche Erhöhung der F&E-Ausgaben würde sich der Arbeitsmarkt bei Annahme einer etwa 25prozentigen sektoralen und beruflichen Substitutionsmöglichkeit der Lücke an technisch-naturwissenschaftlichen Universitätsabsolventen/innen durch Fachhochschulabsolventen/innen eine ausgeglichene Bilanz ergeben. Dies stellt eine pauschale Schätzung dar und schließt daher Mangel oder Überschuss in einzelnen Fachrichtungen nicht aus.

Bei Umsetzung der innovationspolitischen Zielsetzungen der Bundesregierung würde aber sogar eine 75prozentige Substitutionsannahme UNI-FH bei weitem nicht ausreichen, um die erforderlichen Humanressourcen im Inland zu decken. Rechnerisch wäre von einer hypothetischen jährlichen Lücke von über 800 Naturwissenschaftern/innen und Ingenieurwissenschaftern/innen bei voller Umsetzung der Innovationsziele auszugehen.

4. Fachrichtungsbezogene Disparitäten am Arbeitsmarkt

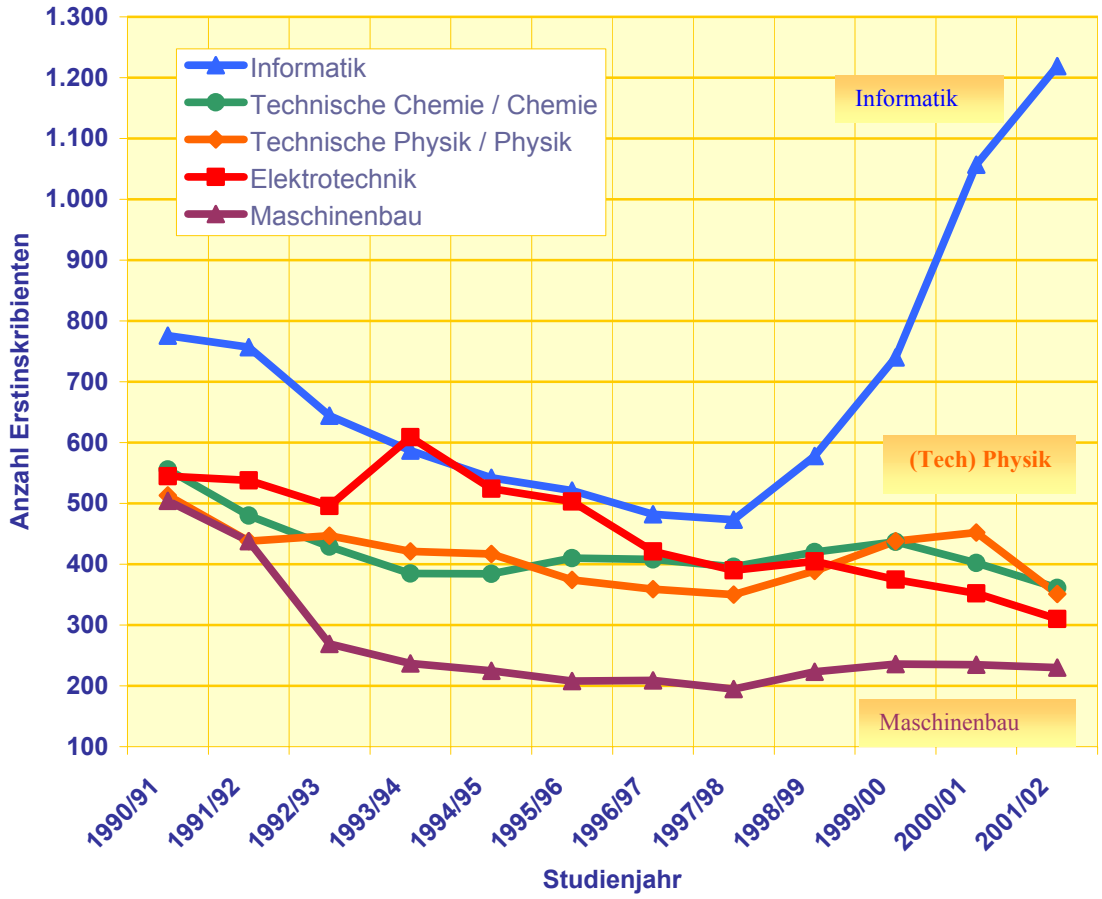
Mit der präsentierten Grobschätzung konnten aber die *fachlichen Disparitäten am Arbeitsmarkt* noch nicht ausreichend berücksichtigt werden, obgleich durch die Trennung des Neuangebots nach Hochschularten auch fachliche Implikationen enthalten sind. So überlappt sich die FH-Entwicklung mit dem allgemeinen Trend zu IKT-Studien. Die Entwicklung der Anfänger/innenzahlen im Bereich Technik in beiden Hochschularten einerseits, die Aussagen der Unternehmen über Schwierigkeiten bei der Rekrutierung in den letzten drei Jahren sowie den Personalbedarf in den nächsten drei Jahren andererseits lassen den Schluss zu, dass vor allem in den klassischen Ingenieurwissenschaften auch in den nächsten Jahren - insbesondere bei erhöhtem F&E-Mitteleinsatz – Schwierigkeiten bei der Rekrutierung zu erwarten sind.

Die Rückgänge in der Absolventen/innenzahl (sowie der Anfänger/innenzahl) etwa in Maschinenbau und Elektrotechnik sind vor allem durch drei Faktoren bedingt: a) demografischer Rückgang: die Altersjahrgänge der 25- bis 29jährigen, b) Sogwirkung der Entwicklung des Fachhochschulsektors und c) der durch öffentliche Diskussion ausgelöste Boom bei den IKT-Studienanfänger/innen seit etwa 1999/2000, der an den Universitäten und an den Fachhochschulen wirksam geworden ist.

Aufgrund der bereits heute vorliegenden Anfänger/innenzahlen ist für die absehbare Zukunft bei den Diplomabschlüssen der Universitäten in den Ingenieurwissenschaften nur mehr in Ausnahmefällen mit weiterem Wachstum zu rechnen, im Gegenteil, in den klassischen Ingenieurdisziplinen ist mit starken Einbrüchen in den Absolventen/innenzahlen zu rechnen. Hierfür ist der Einfluss der intensiven Informatikwerbung auf die Studienwahl etwa seit 1999 und in Folgejahren verantwortlich, die den Zustrom zu einschlägigen Fachrichtungen zu ungunsten anderer Technikstudien dieser Gruppe bewirkt, aber auch die Attraktivität, die regionale Ausbreitung und nicht zuletzt die erfolgreiche Bewerbung der FH-Studienangebote. Die Fachhochschulentwicklung hat zwar einerseits *zusätzliches* technisches Bildungspotenzial in den Regionen in technische Studien geführt, hat aber *andererseits auch Abzugseffekte* von den universitären Technikstudien bewirkt.

DARSTELLUNG 4-1:

Studien von erstmalig immatrikulierenden ordentlichen Hörern an Universitäten in ausgewählten Studien der Technik und Naturwissenschaften, 1990/91 - 2001/02; In- und Ausländer



Quelle: Statistik Austria; BMBWK; eigene Berechnungen

Die Arbeitsmarktperspektiven nach Fachbereichen sind anhand der bereits bekannten Studienanfänger/innenzahlen sowie der bedarfsbezogenen Einschätzungen der Unternehmen differenziert zu bewerten:

Info-Tele-Mathematik verzeichnen steigendes Neuangebot

Im IKT-Bereich sind wachsende Absolventen/innenzahlen und langfristig wachsende Beschäftigungsmöglichkeiten zu erwarten. Alleine in der Informatik ist – trotz hoher „Job-out"-Quoten (!) während der Studienzeit – mit einem Zuwachs von rund 90 Prozent in der jährlichen Absolventen/innenzahl aufgrund des erhöhten Zustroms seit Ende der 90er Jahre zu rechnen. Hinzu kommt ein Zuwachs aus dem Fachhochschulsektor, der mittelfristig – bei vergleichbarer Erfolgsquote der Studienanfänger/innen – zu einer Vervierfachung des Neuangebots von 2000/2001 führen wird.

Klassische Ingenieurwissenschaften der Universitäten verlieren drastisch

Unterschiedlich stellt sich die Situation in den klassischen Ingenieurwissenschaften dar: In klassischen Ingenieurdisziplinen, die ebenfalls seitens der Unternehmenserwartungen zunehmende Beschäftigung für Diplomingenieure erwarten lassen, sind deutliche Rückgänge bei den Universitätsdiplomen (aufgrund der rückläufigen Anfänger/innenzahlen) zu erwarten: -22 Prozent Mechatronik, -32 Prozent Maschinenbau, -34 Prozent Elektrotechnik, -26 Montanistik (ohne Kunststofftechnik), -48 Prozent Kunststofftechnik.

Aus dem Fachhochschulsektor kommen wachsende Absolventen/innenzahlen in der Fachgruppe „Automatisierungstechnik" und „Elektronik". Es ist aber fraglich, ob die starken Rückgänge bei den Neuabsolventen/innen durch Fachhochschulabsolventen/innen in allen Einsatzbereichen der Unternehmen unmittelbar substituiert werden können, vor allem stellt sich diese Frage im Einsatzbereich F&E. Mittelbar könnte sich hierbei Bedarf nach aufbauenden Hochschullehrgängen für die FH-Absolventen/innen, die in den F&E-Einsatzbereich einsteigen wollen, ergeben.

Biologie und Biotechnologie

In der Biologie und der Biotechnologie sind wachsende Absolventen/innenzahlen zu verzeichnen. Trotzdem werden von den Unternehmen Schwierigkeiten bei der Suche nach geeignetem Personal in den letzten 3 Jahren mitgeteilt. Beim universitären Output der Biologie ist aber nur in einem Teilbereich mit technikbezogener Verwertbarkeit am Arbeitsmarkt zu rechnen (wofür auch relativ ungünstige Arbeitsmarktdaten sprechen).

Es gibt zwei relativ neue Studienangebote, die technologisch und industriell von Bedeutung sein werden: Mikrobiologie (Universität) sowie Bio/Umwelttechnik (FH).

Technische Chemie, Chemie und Kunststofftechnik

Alle einschlägigen Studien verlieren im vorhersehbaren Absolventen/innenoutput. Dem stehen aber keineswegs negative Erwartungen bezüglich Beschäftigungsmöglichkeiten seitens der Unternehmen gegenüber.

Technische Physik / Physik

Rückläufigen Absolventen/innenzahlen von den Technischen Universitätsstudien stehen relativ günstige Einschätzungen der Unternehmen bezüglich Beschäftigung gegenüber. Die Absolventen/innenzahl an den Universitäten wird stagnieren, wobei die Substituierbarkeit zwischen Physik und Technischer Physik - curricular bedingt - nur begrenzt zu erwarten sein dürfte.

Bauwesen

Mit Ausnahme des Wirtschaftsingenieurwesens-Bauwesens sind leicht rückläufige Absolventen/innenzahlen (Architektur allerdings mit stark rückläufigen Zahlen) festzustellen. Die Beschäftigungsaussichten erscheinen eher günstig. Aus dem FH-Sektor kommen neue technische berufliche Spezialisierungen innerhalb des Bausektors.

TABELLE III-4-1:

Absolventen/innenzahl und mittelfristiger Trend nach Fachrichtungen

Studienrichtung	Absolventen/innenzahl	
	Durchschnitt 1998/99-1999/00	Mittelfristige Veränderung* in %
IKT- FH	121	545
Elektronik – FH	122	228
Informatik	186	91
Automatisierungstechnik – FH	225	87
Bau-, Holz- und Gebäudetechnik - FH	158	52
Technische Mathematik	67	43
Wirtschaftsingenieurwesen – Bauwesen	31	19
Telematik	103	16
Lebensmittel- und Biotechnologie (BOKU)	66	14
Biologie, Life Sciences	454	4
Physik	85	2
Chemie	102	1
Wirtschaftsingenieurwesen-(Maschinenbau)	173	-1
Bauingenieurwesen	150	-5
Technische Chemie	112	-6
Verfahrenstechnik	55	-15
Technische Physik	130	-17
Mathematik	98	-20
Mechatronik	51	-22
Montanistik (o. Kunststofftechnik)	157	-26
Maschinenbau	72	-32
Elektrotechnik (plus Elektronik, UNI)	233	-34
Kunststofftechnik	29	-48
Wirtschaftsingenieurwesen – Technische Chemie	18	-56

* Hypothetische Vorausschau auf Grundlage der Studienanfänger/innenzahlen, bisheriger Erfolgsquoten und Studiendauern: Uni-Abschlüssen etwa 2007/08/09; FH: 2004/05

Quelle: Statistik Austria; eigene Berechnungen

TABELLE III-4-2:

Rekrutierungsprobleme und Beschäftigungszunahme aus Sicht von F&E-betreibenden Unternehmen, 2002/03

Studienrichtung	Rekrutierungsprobleme 2000 - 2002	Erwartung von Beschäftigungszunahme: 2003 – 2005
Informatik	○○○○○-○○○○○-○○	○○○○○-○○○○○-○○○○○-○○○
Telematik	○	○
Technische Mathematik Mathematik		○○
Technische Chemie Chemie Wirtschaftsingenieurwesen – Technische Chemie	○○○○○	○○○○○
Verfahrenstechnik	○	○○○○○-○
Kunststofftechnik	○○○	○○○○
Maschinenbau	○○○○○-○○○○○-○○○○○-	○○○○○-○○○○○-○○○○○-○○○○○-○○○
Wirtschaftsingenieurwesen-(Maschinenbau)	○	○○○○○-○○○○
Automatisierungstechnik	○○○○○	○○○○○-○○○○○-○○
Mechatronik	○○○	○○○○○-○○
Elektrotechnik	○○○○○-○○○○○-○○	○○○○○-○○○○○-○○○○○
Elektronik	○○○○○-○○	○○○○○-○○○○○-○○○○○
Elektronik		
Technische Physik Physik	○○	○○○
Wirtschaftsingenieurwesen – Bauwesen Bauingenieurwesen	○○	○○○○
Bau-, Holz- und Gebäudetechnik		
Montanistik (o. Kunststofftechnik)	○○○○	○○○○
Lebensmittel- und Biotechnologie (BOKU) Biologie, Life Sciences Bio-/Umwelttechnik – FH	○○○○○○	○○○○○

○ = rund 10 Unternehmen machen entsprechende Angaben

Quelle: ibw

Zur Schätzung des mittelfristigen Absolventen/innenoutputs

Die *mittelfristige Prognose* der Absolventen/innenzahlen in technischen Studienrichtungen kann sich auf die Studienanfänger/innenzahlen und die mittlere Studiendauer stützen. Die Dauer bis zum ersten Abschluss (Diplomingenieur) belief sich in der Hauptstudienrichtungsgruppe im letzten statistisch erfassten Jahrgang auf 15,9 Semester (wobei der Median bei 15,05 Semester lag).[43] Die Mindeststudiendauer betrug dabei für alle technischen Studien 10 Semester. Bei der Vorausschau wird man aber nicht nur die möglicherweise den Abschluss beschleunigende Wirkung der Studienbeiträge zu beachten haben, sondern auch die Einführung von *Bakkalaureatsstudien*, denn in den Studienrichtungen Informatik und Telematik, sowie „Vermessung und Geoinformation" zeigt sich eine deutliche Anstrengung in Richtung internationaler Standards (Bachelor degree).[44] Anstelle einer Prognose auf Basis der mittleren Studiendauer von fast 8 Jahren wird hier für die Hauptstudienrichtungsgruppe Technik *von einer mittleren Dauer von 6 Jahren* ausgegangen.

Das resultierende Verfahren ergibt Schätzwerte darüber, ob das Arbeitsmarktneuangebot, das mit Diplomabschluss aus den Universitäten in den Arbeitsmarkt strömt, mittelfristig zunehmend, konstant oder eher abnehmend einzuschätzen ist. Auch wenn nur grobe Schätzungen präsentiert werden, ist *die Richtung* empirisch als abgesichert zu betrachten, wozu auch die kompletten Zeitreihen je Studienrichtung im Anhang der Studie eingesehen werden können. Die Prognose beruht auf einer Proportionsgleichung, welche von Anfänger/innenzahlen, etwa gleiche Erfolgsquote bei den letzten Absolventen/innenjahrgängen und – zum Teil – eher optimistische eingeschätzte faktische mittlere Studiendauern ausgeht.

[43] Statistik Austria: Hochschulstatistik 2000/2001, Wien, 2002, S. 262f.

[44] So entfielen im Wintersemester 2001 bereits knapp 80 Prozent der ordentlichen Studien von Erstzugelassenen auf Bakkalaureatsstudien; siehe dazu: BMBWK: Hochschulbericht 2002, Wien, 2002, Band 2, S. 333.

IV. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Im Regierungsprogramm der Österreichischen Bundesregierung für die XXII. Gesetzgebungsperiode wird die forschungspolitische Zielsetzung im Kontext der europäischen Zielvorgaben „Europa bis 2010 zum wettbewerbsfähigsten und dynamischsten Wirtschafts- und Wissensraum der Welt zu machen und die Forschungsquote bis 2010 auf 3 % des BIP anzuheben“ reformuliert: „Die österreichische Bundesregierung wird die Investitionen für Forschung bis 2006 auf 2,5 % des BIP erhöhen, damit werden der Wirtschaftsstandort und Arbeitsplätze gesichert.“ Dies impliziert unter anderem:

- ⇨ „Anhebung der Forschungsquote auf 2,5% BIP-Anteil bis zum Ende der Legislaturperiode (3% bis 2010)“
- ⇨ „Erreichung einer höheren Förderquote im 6. Forschungsrahmenprogramm der EU“
- ⇨ „Anpassung der Förderinstrumente an europäische Rahmenbedingungen und – soweit notwendig – an das UG 2002“
- ⇨ „Bewerbung für europäische centers of excellence (Basisfinanzierung der Infrastruktur)“.[45]

Damit wird die nationale hochschul- und forschungspolitische Zielsetzung und ihre Einbettung in die *europäische Forschungs- Wirtschafts- und Hochschulpolitik* sichtbar. Im Kapitel „Wissenschaft“ werden u.a. die Zielsetzungen „Internationalisierungsprogramme für Jungforscher“ und in Bezug auf die Fachhochschulen „verstärkte Internationalisierung“ und „Aufbau von Forschung und Entwicklung an Fachhochschulen und Positionierung als Kompetenzzentren für die regionale Wirtschaft und Industrie“ formuliert.[46] Hiermit sind relevante Themen für die Konklusionen zu den empirischen Analysen angesprochen, aber auch die Notwendigkeit eines zumindest ansatzweise internationalen Ausblicks evident.

[45] Regierungsprogramm der Österreichischen Bundesregierung für die XXII. Gesetzgebungsperiode, S.26.

[46] Regierungsprogramm der Österreichischen Bundesregierung für die XXII. Gesetzgebungsperiode, S.25.

Als Haupttrend der Hochschulentwicklung im technischen Sektor seit Mitte der 90er Jahre hat sich das rasche Wachstum der technischen Fachhochschulstudiengänge und der Rückgang im Zustrom zu klassischen universitären Ingenieurstudien erwiesen. Gleichzeitig haben hochschul- und forschungspolitische Beschlüsse und Programme der Europäischen Union zunehmend publizistische Wirkung entfaltet und sollten mittel- und langfristig auch Auswirkungen auf den technisch-naturwissenschafltichen Hochschul- und Forschungsstandort Österreich haben. Bevor abschließend mögliche Maßnahmen zur Angebotsausweitung bei den technisch-naturwissenschaftlich Hochqualifizierten thematisiert werden, sollen die zukünftige Positionierung des FH-Sektors in der Hochschul- und Forschungslandschaft und der internationale Vergleich technisch-naturwissenschaftlichen Potenzials (sowie die dabei gegebenen Probleme) im Fokus der concludierenden Ergebnisdiskussion der vorliegender empirischen Analysen stehen.

1. Positionierung des FH-Sektors in der Forschungslandschaft

Aus der Unternehmensbefragung lassen sich einige Anhaltspunkte für den F&E-Bezug des derzeitigen FH-Sektors gewinnen. Bereits rund 5 Prozent der technisch-naturwissenschaftlich höher Qualifizierten in den F&E-betreibenden Firmen kommen aus Fachhochschulstudien. Nicht überraschend ist der Befund, dass die Absolventen/innen der universitären Technikstudien seitens der Unternehmen im Hinblick auf Eignung für den Einsatzbereich „Forschung und Entwicklung“ mit Abstand am besten bewertet werden.

Die befragten Unternehmensvertreter schätzen die Absolventen/innen der technischen Studien an Universitäten im Hinblick auf den Einsatzbereich „Forschung & Entwicklung“ mit Abstand am besten ein (74 Prozent gaben die Bestnote 1); Uni-Naturwissenschaften werden von 44 Prozent mit der Bestnote bewertet, die technischen Fachhochschulen mit 32 Prozent. Im Einsatzbereich „Marketing, Vertrieb und Kundenbetreuung“ erreichen die FH-Absolventen/innen nahezu den gleichen Anteil mit Bestbewertung wie die Technik-Absolventen/innen der Universitäten (rund 20 Prozent). Den HTL-Absolventen/innen wird seitens der Befragten bezüglich des Einsatzbereichs „Fertigung (inklusive Vorbereitung)“ die beste Eignung zugeschrieben (48 Prozent) – ein Wert, an den nur jener für die FH-Absolventen/innen heranreicht (42 Prozent).

Die Differenz zwischen technischen FH- und Universitätsstudien in der Zuschreibung von technischer Forschungskompetenz ist aufgrund der unterschiedlichen Studiendauern (in der Regel an der Universität fast doppelt so lange), der breiten wissenschaftlichen Grundlagen und der längeren Forschungserfahrungen der Universitätsabsolventen nicht überraschend. Der Befund für die Fachschulstudiengänge ist dabei durchaus ermutigend. Trotzdem stellen sich für die Zukunft des FH-Sektors wesentliche Fragen der zukünftigen Positionierung der Fachhochschulen in der übergreifenden Forschungsstrategie.

Zunächst waren die Fachhochschulstudiengänge primär als „berufsfeldorientierte" Alternativen zu den disziplin- und forschungsorientierten Langstudien an Universitäten mit Schwerpunkt auf Lehrfunktionen konzipiert, wobei unklar blieb, wie diese „Berufsfeldorientierung", in die *Wissenschaftssystematik* der Ingenieurwissenschaften einzuordnen sein wird. Letztlich müssen auch die Ingenieurausbildungen der Fachhochschulen in den Wissenschaftssystematiken, die für Fachhochschulen und Universitäten übergreifend von Relevanz sind, verortet werden, um Anschlussmöglichkeiten für die Graduierten in der berufsbegleitenden Erwachsenenbildung wie auch der akademischen Laufbahn, aber auch in F&E-bezogenen Kooperationen und Verbünden mit anderen Fachhochschulen und Universitäten in In- und Ausland zu eröffnen.

Ein erster Integrationsschritt stellt der Zugang zu Promotionsstudien dar. Von den über 50 technischen Fachhochschulstudiengängen verleihen - nach Verordnungen aus 1999 (betreffend 7 Studiengänge) und 2002 (betreffend 6 Studiengänge) - etwa ein Viertel ihren Absolventen/innen den Zugang zum Doktoratsstudium. Langfristig bleibt im binären Hochschulsystem der FH-Sektor in dem Maße an die Universitäten gebunden, als Promotion und Habilitierung Monopol der universitären Hochschulart verbleibt. Würden die Fachhochschulen im Ingenieursektor überhaupt keine eigene F&E betreiben, so würden sich mittelfristig *relativ hohe Weiterbildungskosten* für das Lehrpersonal ergeben, wenn nicht eklatante Qualitätseinbußen hingenommen würden. F&E hat für technische Fachhochschulen eine unverzichtbare Bedeutung[47] sowohl zur Qualifikationssiche-

[47] Die FHS haben schon in der gesetzlichen Grundlegung eine verbindlichen Auftrag zur Durchführung von F&E verankert: nach § 12 Abs. 2 Z. 4 des FHStG von 1993 setzt die Aner-

rung und -entwicklung der Lehrenden und Lernenden, als auch zur Etablierung und Nutzung von Wissens- und Innovationsnetzwerken im regionalen Kontext.

Detter/Grünbacher schätzen, dass im Jahr 2002 erst 16 von 90 Fachhochschulstudiengängen so charakterisiert werden können, dass sie einerseits den Lehrbetrieb aufgebaut haben (Phase I des FH-Aufbaus) und andererseits bereits punktuelle Kompetenz (Phase II) oder auch schon weitergehende Kompetenz (Phase III) in angewandter F&E entwickeln konnten. Nach dem Konzept der beiden Autoren sollte die Zahl der Studiengänge mit F&E-Kompetenz auf 34 (von insgesamt 140) im Jahr 2005 erhöht werden.[48] Die avisierte Rolle der Fachhochschulen als F&E-Partner der KMU's ist damit erst *Vision.* Zwar sind durch die Aktion "Kooperation Fachhochschulen-Wirtschaft" gemeinsame Forschungs- und Technologietransfervorhaben von FHS-Studiengängen und Unternehmen gefördert worden (siehe Anhang der Untersuchung), ein nachhaltiger Aufbau von F&E-Kompetenz wird – bei entsprechenden Konzepten und Investitionen – erst mittel- und längerfristig erreicht werden können.

„Kritische Größen" für F&E-Leistungen in Forschung und Lehre erfordern – nach Einschätzung verschiedener Experten – 3 bis 4 hochqualifizierte vollzeitäquivalente Forscher[49] oder 7 bis 10 weitreichend spezialisierte FH-Lehrkräfte mit freien Kapazitäten für F&E pro Thema[50]. Zwischen einer voll entfalteten Fachhochschule in den Ingeni-

---

kennung eines FHS-Studiengangs voraus, dass "die zur Erreichung der Ziele und zur Sicherung der Grundsätze erforderlichen anwendungsbezogenen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten durch Mitglieder des Lehrkörpers durchgeführt werden". Und nach § 16 Abs. 6 FHStG hat "der Erhalter einer Fachhochschule…dafür zu sorgen, dass der Lehrkörper an anwendungsbezogenen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten teilnimmt." (zit. nach: Detter/Grünbacher, 2002, a.a.O., 2002, S. 2).

[48] Detter, H. / Grünbacher, H.: Forschung und Entwicklung an Fachhochschulen, Website Fachhochschule Technikum Kärnten, http://www.fh-kaernten.ac.at/F&E_FH/, Villach 2002.

[49] Helfried Maresch: Die Forschung im Fachhochschul-Bereich in der Praxis. In: Manfred Prisching, Werner Lenz, Werner Hauser (Hrsg.): Die wissenschaftliche Forschung in Österreich. Verlag Österreich, Wien 2002, S. 169.

[50] Werner Clement, Helmut Detter, Josef Fröhlich, Georg Turnheim u.a.: Basiskonzept zur Umsetzung des Zieles „Wachstumsschub in der angewandten Forschung und Entwicklung durch Stärkung der außeruniversitären Forschung und Entwicklung", Endbericht einer Studie im Auftrag des Rates für Forschung und Technologieentwicklung und des BMVIT, Wien, 2002, Anhang 6.4).

eurwissenschaften und Ingenieurwissenschaften an den Universitäten sind fachlich und methodologisch viel mehr Gemeinsamkeiten als zwischen universitären Fakultäten zu erwarten und damit Synergien zu nutzen. In diesem Gesamtkontext stellt sich aber die grundsätzliche Frage, ob es überhaupt sinnvoll ist, spezielle Strategien zu fördern, die nur eine Hochschulart (also die Fachhochschulen) zum Gegenstand haben, oder ob nicht *hochschulartübergreifende* Zielsetzungen relevant sein sollten.

Blickt man zu unserem nördlichen Nachbarn Deutschland, so werden einige der erwähnten Aspekte FH-bezogener Entwicklungen anhand der Ingenieurwissenschaften[51] empirisch evident: der F&E-Anteil bleibt im Berufseinstieg der Diplomingenieure beider Hochschularten unter 40 Prozent in allen Fachrichtungen. Der F&E-Anteil im Berufseinstieg der Diplomingenieure schwankt relativ stark im zeitlichen Verlauf, was auf Nachfrageschwankungen und auf hohe Flexibilität der Absolventen/innen hinweist; und der F&E-Anteil im Berufseinstieg der Diplomingenieure unterscheidet sich weniger zwischen Hochschularten (Universität oder Fachhochschule) als zwischen Fachrichtungen (Elektrotechniker haben in beiden Hochschularten höhere Wahrscheinlichkeiten des Übergangs in F&E als z.B. Bauingenieure).

2. Internationale Vergleichsstatistiken und ihre Hintergründe

Trotz der großen Erfolge im technischen Hochschulwesen in den letzten Jahren (FH-Gründungen, IKT-Schwerpunkte, Einführung von Bakkalaureatsstudien, Hochschullehrgänge etc.), sind die Ergebnisse internationaler statistischer Vergleiche nicht zufriedenstellend und *erklärungsbedürftig*. Man kann sich der Frage der internationalen Positionierung des technisch-naturwissenschaftlichen Humankapitals Österreichs über berufsstatistische Zugänge, z.B. Anteil einschlägig Hochqualifizierter an den Erwerbstätigen, oder über die Statistik der Hochschulabsolventen/innen in Relation zu relevanten Vergleichsgruppen nähern.

[51] Siehe dazu: IAB-Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit: Ingenieurwissenschaften – Akademiker/innen – Studium und Arbeitsmarkt (=Materialien aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung – Nr. 1.1/1998), Nürnberg, S. 44ff.

Ein in der Öffentlichkeit stark beachtetes Ergebnis komparativer Berufsstatik technischer Berufe bietet z.B. *Eurostat*, das jährlich präsentiert wird.[52] Nach der zugrundegelegten Berechnungsart erreichte Österreichs Quote an Hochqualifizierten mit Tertiärabschluss (ISCED 5a, 5b und 6) im Jahr 2000 nicht einmal die Hälfte des EU-Ländermittels (6,7 zu 14 Prozent; siehe nachfolgende Tabelle).[53] Auch wenn man nur die Subgruppe derer, die als Natur- oder Ingenieurwissenschaftler tätig waren, heranzieht, so zeigt sich für Österreich ein erklärungsbedürftiges Ergebnis (2,2 zu 5,1 Prozent im EU-Mittel im Jahr 2000). Bildungsökonomisch gesehen, ist – sofern man einen Zusammenhang zwischen technisch-wissenschaftlichem Humankapital und BIP pro Kopf oder der Exportquote akzeptiert – angesichts der einbezogenen Länder keine sinnvolle Interpretation möglich, es müssen also formal-statistische (kategoriale) oder bildungssystembezogene Erklärungen (Besonderheiten des österreichischen Bildungswesens) zu finden sein.[54] Hintergrund dieses Resultats ist die Besonderheit des österreichischen Bildungswesens auf der oberen Sekundarstufe in Form der HTL und in deren Sonderformen für Erwachsene Inhalte zu vermitteln und qualifikationsbezogene Filterprozesse anzulagern, die in anderen Ländern auf Tertiärstufe angesiedelt sind.

Im Vergleichsjahr 2000 hatten in Österreich rund 24 Prozent der Beschäftigten in der Berufsgruppe der „Technischen Berufe“ einen Universitätsabschluss. Der größte Anteil - knapp 40 Prozent – entfiel auf BHS-Abschlüsse (v.a. HTL) (siehe Tabelle III-2-1). Dieser Anteil wird aber bei der *Eurostat*-Berechnung aufgrund definitorischer Vorgaben ausgeschlossen. Damit ist eine der Ursachen der formal korrekten, aber inhaltlich inadäquaten statistischen Berechnung der hochqualifizierten Beschäftigten in Österreich geklärt. Hier handelt es sich um einen komparativ-statistischen Effekt der formalen Bildungsstrukturspezifik Österreichs, der humankapitaltheoretisch, wenn man gesamt-

[52] Eurostat: Wissenschaft und Technologie in Europa – ein statistisches Panorama der wissensbasierten Wirtschaft in der EU – nordische Länder führen bei Anstrengungen im F&E-Bereich (Freitag, 23. 3. 2001), Eurostat Pressestelle (http://www.europa.eu.int/comm/eurostat).

[53] Eurostat: Science and technology in Europe – Statistical pocketbook. Data 1990 – 2000, Luxenburg, 2002, S. 77.

[54] Diese Frage wird ausführlich behandelt bei: Arthur Schneeberger: Österreichs Quote hochqualifizierter Beschäftigter im internationalen Benchmarking – Ein Zähl-, Image- oder ein Substanzproblem?, in: Wirtschaftspolitische Blätter, hrsg. von der Wirtschaftskammer Österreich, 48. Jg., 4, Wien 2001.

ökonomische Outputfaktoren als Wirkungsvariablen für das eingesetzte Humankapital heranzieht, kaum verständlich zu machen ist.[55]

TABELLE IV-2-1:

Erwerbspersonen, die einen Tertiärabschluss haben und einen wissenschaftlich-technischen Beruf (professionals and technicians) ausüben, als Anteil an allen Erwerbspersonen, in %

Land	1995*	1999*	2000*	2000**
Schweden	-	20,9	22,1	5,7
Belgien	17,3	19,5	19,7	7,3
Finnland	-	18,0	18,9	9,0
Dänemark	13,7	18,5	18,0	5,0
Luxemburg	14,3	17,1	17,4	5,0
Niederlande	-	16,8	16,4	5,4
Frankreich	13,6	15,0	15,5	4,5
Vereinigtes Königreich	13,1	14,8	15,1	7,5
Deutschland	13,7	14,4	14,9	5,4
EU-15	-	*13,5*	*14,0*	5,1
Irland (1997)	11,9	13,9	13,9	8,1
Spanien	9,6	12,7	13,5	3,7
Griechenland (1998)	11,3	12,7	12,4	3,7
Italien	6,9	8,1	8,5	2,8
Portugal	7,4	7,2	7,4	2,3
Österreich	6,3	6,6	6,7	2,2

* ISCED 5a+b, 6: „professionals + technicians“
** darunter: scientists + engineers (professionals)

Quelle: Eurostat; ISCED 5a und 5b und ISCO 1988

Nähert man sich der Fragestellung nicht über die Berufsstatistik, sondern über die Statistik der Hochschulabsolventen, so zeigen sich ebenfalls erklärungsbedürftige Ergebnisse für Österreich bzw. das bereits angesprochene formale Strukturproblem. Nach von der OECD publizierten Daten entfielen im Jahr 1999 nur 392 Hochschulabsolventen/innen in naturwissenschaftlichen oder ingenieurwissenschaftlichen Fachrichtungen

[55] Diese Position bedeutet keine Infragestellung der komparativen formalen Bildungsstatistik, wie supponiert wurde, sondern deren kritische Reflexion im Kontext bildungsökonomischer Annahmen (im Sinne der Humankapital- oder Filtertheorie höherer Bildung), um kategoriale Hypostasierungen respektive überzogenen Nominalismus zu vermeiden; siehe dazu auch: Arthur Schneeberger: Österreichs Quote hochqualifizierter Beschäftigter im internationalen Benchmarking – Ein Zähl-, Image- oder ein Substanzproblem?, in: Wirtschaftspolitische Blätter, hrsg. von der Wirtschaftskammer Österreich, 48. Jg., 4, 2001, S. 469 –478.

auf 100.000 Erwerbstätige in Österreich, während es im Ländermittel 917 waren[56]. Bei den Frauen fiel der Rückstand für Österreich noch stärker aus.

TABELLE IV-2-2:

Anzahl der Hochschulabsolventen in naturwissenschaftlichen oder ingenieurwissenschaftlichen Fächern* per 100.000 Erwerbstätigen im Alter von 25 bis 34 Jahren nach Geschlecht, 1999

Land	Männlich	Weiblich	Gesamt	Verhältnis Männer/Frauen
Frankreich	1.672	1.152	1.434	1,5
Finnland	1.840	782	1.363	2,4
Vereinigtes Königreich	1.659	958	1.353	1,7
Irland	1.494	1.151	1.340	1,3
Australien	1.521	1.012	1.303	1,5
Spanien	1.239	869	1.077	1,4
Japan	1.530	297	1.048	5,2
Schweden	1.204	559	902	2,2
Vereinigte Staaten	1.089	631	878	1,7
Kanada	985	631	822	1,6
Deutschland	941	374	693	2,5
Norwegen	810	348	597	2,3
Niederlande	853	220	569	3,9
Österreich	***566***	***189***	***392***	3,0
OECD-Ländermittel	1.140	654	917	1,7
Verhältnis A:OECD-Mittel	0,5	0,3	0,4	-

* dies umfasst: Biowissenschaften, Naturwissenschaften, Mathematik und Statistik, Informatik, Ingenieurwissenschaften

Quelle: OECD, 2001; eigene Berechnungen

Die Neigung von Jugendlichen, sich mit Technik oder Naturwissenschaft zu befassen, ist unter österreichischen Jugendlichen – wie die Attraktivität der HTL und anderer vergleichbarer Bildungsgänge zeigt - nicht geringer als anderswo, die allgemeine Hochschulstudienabschlussquote macht den Rückstand aus (16 zu 26 Prozent im Ländermittel im Jahr 2000).[57] Die Anteile der Abschlüsse in technisch-naturwissenschaftlichen Studien in Österreich an allen jährlichen Abschlüssen liegen *keineswegs unter* dem

[56] Die Daten stammen aus: OECD: Bildung auf einen Blick – OECD-Indikatoren 2001, Paris, 2001, S. 183

[57] Siehe: OECD: Bildung auf einen Blick – OECD-Indikatoren 2002, Paris, 2002, S. 61.

OECD-Durchschnitt liegen (27 zu 24 Prozent). Auch der Anteil der Abschlüsse in der Kategorie „Ingenieurwesen, Fertigung und Bauwesen“ unter allen Abschlüssen fiel im Jahr 2000 für Österreich mit 17 Prozent im Ländervergleich keineswegs niedrig aus, wie nachfolgende Länderauswahl belegt:

TABELLE IV-2-3:
Verteilung der Hochschulabschlüsse nach Fachbereichen im Ländervergleich, 2000, in %

Land (Auswahl)	Pädagogik	Geisteswissenschaften und Kunst	Sozial-, Wirtschafts- u. Rechtwissenschaften	Dienstleistungen	Agrarwissenschaft	Gesundheit und Soziales	Biowissenschaften	Naturwissenschaften	Mathematik und Statistik	Informatik	Ingenieurwesen, Fertigung und Bauwesen
OECD-Ländermittel	13,2	12,6	33,5	2,5	2,3	11,5	3,1	3,0	1,1	3,1	13,2
Österreich	10,7	9,6	39,1	2,2	2,9	8,1	3,2	3,1	0,8	2,8	17,3
Differenz	*-2,5*	*-3*	*5,6*	*-0,3*	*0,6*	*-3,4*	*0,1*	*0,1*	*-0,3*	*-0,3*	*4,1*
Benchmarks											
Finnland	8,2	12,4	23,5	2,6	2,3	19,3	1,9	2,7	1,0	2,2	24,0
Schweden	18,8	5,7	21,6	1,0	1,0	22,8	2,3	2,4	0,6	3,1	20,5
Deutschland	8,1	15,0	25,9	1,6	1,9	15,0	3,0	5,8	1,9	2,8	19,0
Italien	4,3	14,2	37,3	0,3	2,1	17,3	3,0	1,8	2,8	0,9	16,0
Schweiz	9,9	11,8	31,1	3,8	1,4	11,4	3,3	4,3	1,1	5,8	15,7
Belgien	7,3	15,5	36,3	1,6	3,5	13,3	6,3	2,0	0,6	1,0	12,5
Niederlande	16,8	7,3	34,8	2,6	2,3	20,9	1,1	1,9	0,3	1,5	10,4
Kanada	14,2	14,2	36,8	2,8	1,3	7,9	5,9	2,1	1,4	2,8	8,2
USA	13,1	14,2	42,2	2,4	2,3	9,8	4,1	1,5	0,9	2,8	6,5

Quelle: OECD, 2002; eigene Berechnungen

Die Strukturproblematik führt zum Faktum, dass die *binäre Struktur* des technischen Hochschulwesens in Österreich durch Neugründung, nicht – wie in Deutschland, den Niederlanden oder der Schweiz - durch Höherstufung vorhandener Ingenieurausbildungen auf der oberen Sekundarstufe oder im postsekundären nicht-akademischen Sektor erfolgt ist.[58] Die Fachhochschulen in Westdeutschland z.B. sind im wesentlichen zwi-

[58] Siehe dazu auch: Arthur Schneeberger (ed.): Engineering Education in the Non-university Sector – Austria, Denmark, Germany, Netherlands, Portugal and United Kingdom, ibw-Schriftenreihe Nr. 116, Wien, 2000.

schen 1969 und 1971 errichtet worden und haben ihre Wurzeln in den *ehemaligen* Ingenieurschulen, Akademien und Höheren Fachschulen für Gestaltung, Sozialarbeit und Wirtschaft.[59]

Einzigartig im internationalen Vergleich der Fachhochschulsektoren ist daher, dass der österreichische Fachhochschulsektor nicht durch Umwandlung einer Einrichtung auf der oberen Sekundarstufe oder der postsekundären Bildungsstufe eingerichtet wurde, sondern in Form einer neuen Institution, z.B. FH-Technik neben einer HTL in einer Region. Hiermit hängt vermutlich auf die im internationalen Vergleich geringe Größe der österreichischen Fachhochschulen an den einzelnen Standorten zusammen.[60] Der wesentliche Unterschied zur Upgradingsstrategie der anderen europäischen Länder, die ein binäres technisches Hochschulsystem eingeführt haben (etwa Schweiz oder Deutschland) ist aber, dass die traditionelle Ingenieurausbildung unterhalb oder neben dem binären Hochschulsystem beibehalten wurde – daher kann man von *unvollständiger Tertiärisierung* der Ingenieurausbildung in Österreich sprechen. Es gibt drei Routen der Ingenieurausbildung in Österreich (Universität, FH und HTL), wobei die Schnittstellen und Übergänge besondere Herausforderungen und bezüglich HTL-technische Hochschulen im Lande noch nicht ausreichend gelöst sein dürften.

Zwischen 1995 und 1999 haben jährlich zwischen rund 4.800 und 5.100 Jugendliche eine HTL in der Hauptform abgeschlossen. Hinzu kamen Absolventen/innen mehrjähriger postsekundärer Sonderformen der HTL (HTL für Berufstätige: 500 bis 600 pro Jahrgang; Kolleg für Maturanten: unter 500; Aufbaulehrgang: etwa 550 bis 600).[61] Die Einrichtung der Fachhochschulen hat zwar zu einem erhöhten Hochschulzustrom geführt, wenn man beide Hochschularten zusammenfasst, trotzdem steigen viele HTL-Absolventen/innen nach wie vor ohne tertiäre Ausbildung direkt ins Berufsleben ein

[59] Siehe dazu: BMBF-Bundesministerium für Bildung und Forschung: Die Fachhochschulen in Deutschland, Bonn, Februar 2003, 4. überarbeitete Auflage, S. 6.

[60] Siehe dazu insbesondere: Lassnigg, Lorenz/Unger, Martin/Pechar, Hans/Pellert, Ada/Westerheijden, Don F.: Evaluierung des Auf- und Ausbaus des Fachhochschulsektors. Grundlagen für Feedback, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur, Wien, 2003, S. 34f.

[61] Berechnet an verschiedenen Jahrgängen der österreichischen Schulstatistik.

oder versuchen – was nicht selten ist – Hochschulstudium und Erwerbstätigkeit zu verbinden. Das starke Interesse an der Weiterführung der technischen Ausbildung an einer tertiären Bildungseinrichtung zeigt sich nicht nur in der Immatrikulationshäufigkeit in Österreich[62], sondern auch am Zuspruch zu berufsbegleitenden Angeboten ausländischer Hochschulen, die unter Umständen höhere Anrechungen und/oder flexiblere Bildungszeiten als österreichische Hochschulen ermöglichen.[63]

TABELLE IV-2-4:

Frauenanteil an Hochschulerstabschlüssen nach Fachbereichen, 2000, in %

Land (Auswahl)	Gesundheit und Soziales	Bio-, Natur- und Agrarwissenschaft	Mathematik und Informatik	Geisteswissenschaften, Kunst und Pädagogik	Sozial- u. Wirtschaftswissenschaften, Recht, Dienstleistungen	Ingenieurwissenschaften, Fertigung und Anlagenbau	Gesamt
OECD-Ländermittel	68	47	30	70	52	23	54
Österreich	59	46	15	66	49	18	48
Differenz	*-9*	*-1*	*-15*	*-4*	*-3*	*-5*	*-6*

Quelle: OECD, 2002; eigene Berechnungen

Auffällig aus österreichischer Sicht sind *geschlechtsspezifische* Befunde im Rahmen international vergleichender Analysen zum Studium der Natur- und Ingenieurwissenschaften. Die Frauenanteile unter den Absolventen/innen der Naturwissenschaften entsprechen in etwa dem Ländermittel, nicht aber die Frauenanteile an den Abschlüssen aus Mathematik und Informatik, die eine deutliche Abweichung aufweisen: während im Ländermittel 30 Prozent der einschlägigen Abschlüsse auf Frauen entfallen, sind es in Österreich nur 15 Prozent. Dass wir es hier mit einem tiefliegenden Problem des österreichischen Bildungswesens zu tun haben, in dem die Mathematik ein bedeut-

[62] So wiesen von den erstmalig zugelassenen inländischen ordentlichen Studierenden an Universitäten des WS 2000/01 exakt 2.243 Höhere technisch-gewerbliche Lehranstalt als Vorbildung auf; im Falle der Fachhochschulen belief sich diese vergleichbare Anfänger/innenzahl auf 1.198; siehe: Statistik Austria: Österreichische Hochschulstatistik 2000/2001, Wien, S. 174 und 334.

[63] Siehe dazu: Arthur Schneeberger: Mittelfristige Perspektiven der technisch-gewerblichen Schulen in Österreich, ibw, März 2001, S. 67ff.

samer Faktor ist, lassen die Ergebnisse von PISA 2000 vermuten: Österreich gehört mit Korea und Brasilien weltweit zu jenen drei Ländern, in denen der Vorsprung der Buben gegenüber den Mädchen in der mathematischen Grundbildung mit Abstand am höchsten ist.[64] Auch der Befund im Hinblick auf die Anzahl der Hochschulabsolventen/innen in naturwissenschaftlichen oder ingenieurwissenschaftlichen Fächern per 100.000 Erwerbstätigen im Alter von 25 bis 34 Jahren zeigt, dass es Österreich weniger als anderen Ländern gelungen ist, Mädchen für technisch-naturwissenschaftlich Studien zu interessieren (Tabelle IV-2-2).

3. Mögliche Maßnahmen

Mit Ausnahme der IKT-Studien und zum Teil der Biologie/Biotechnologie ist seitens des Outputs der Hochschulen kaum ein quantitativer Zuwachs zu erwarten. Gleichzeitig ist innerhalb innovations- und diffusionsbezogener technologischer Tätigkeitsfelder mit wachsendem Bedarf an Absolventen/innen technisch-naturwissenschaftlicher Studien zu rechnen. Es ergeben sich daher Fragen nach alternativen Rekrutierungs- und Vorbildungsrouten, um vor allem die Lücke des Output an Universitätsabsolventen der Ingenieurwissenschaften zu schließen

Schnittstelle HTL - technische Hochschulen optimieren

Analysiert man die Erwerbstätigkeit in technischen Berufen seit 1994 (auf Basis des jährlichen amtlichen Mikrozensus), so erweist sich der Zuwachs der BHS-Absolventen/innen[65] (siehe Tabelle III-2-1) in Absolutzahlen fast doppelt so hoch wie jener der Hochschulabsolventen. Die Jugendlichen aus der HTL geraten durch den gesellschaftlichen Trend zur Tertiärisierung der höheren Berufsvorbildung bei gleichzeitig wachsenden Beschäftigungsmöglichkeiten in technischen Berufen in einen *Zweispalt*: einerseits wollen sie die Berufs- und Einkommenschancen, die sich ihnen nach der HTL bieten, nutzen, andererseits verfügen sie über Motivation und Lernkapazitäten, ihre

[64] Siehe dazu: OECD: Lernen für das Leben. Erste Ergebnisse von PISA 2000, Paris, 2001, S. 145ff.

[65] Vorwiegend HTL oder HLA der Land- und Forstwirtschaft

formale Bildung weiterzuführen und unter Umständen eine erste Graduierung – im Verlaufe ihrer berufsbegleitenden Weiterbildung - anzustreben.

Dreijährige Technik- und Naturwissenschaftsstudien (mit Bakkalaureatsabschluss) sollten zur Entschärfung der institutionellen Schnittstellenproblematik zwischen technischen Hochschulen und HTL's beitragen (mit adäquaten *Anrechnungen* von Vorkenntnissen aus der HTL und/oder facheinschlägiger Berufspraxis). Hinter diesem Ansatz stehen nicht nur die Optimierungsziele der individuellen und der öffentlichen „Bildungsökonomie" im Sinne eines verbesserten Ressourceneinsatzes, sondern auch die Schaffung von Anreizen zum Erwerb einer tertiären Qualifikation für Personen mit weitreichenden Vorkenntnissen aus der 5jährigen Oberstufe oder 2- bis 4jährigen Sonderformen der HTL und fachlich einschlägigen Berufserfahrungen durch attraktive zeitliche und curriculare Studienzuschnitte. Langfristige Voraussetzungen hierfür sind übergreifende Fachsystematiken der Studienprofile und Curricula der höheren technisch-naturwissenschaftlichen Bildungsgänge quer über die bisherigen Routen (Universitäten, Fachhochschulen, HTL/Kollegs/Schulen für Berufstätige, Lehrgänge) und deren Gestaltung als transparente, anrechnungsfähige und durchlässige Routen im Sinne europäischer Standards.

Studienangebote für Berufstätige

Nicht nur der hohe Anteil an in der Studienzeit erwerbstätigen Technikabsolventen/innen[66], sondern auch der hohe Anteil an F&E-betreibenden Unternehmen, die Studierende beschäftigen, die an Universitäten Technik oder Naturwissenschaft studieren (50 Prozent der 2002/03 befragten Unternehmen nannten diese Form der „Bildungskooperation"), ist ein Hinweis darauf, dass wir auch in Österreich den Bedarf an der Institutionalisierung von Studienangeboten für Berufstätige im technischen Sektor an Universitäten und Fachhochschulen einer Machbarkeitsprüfung unterziehen sollten. Unter den Studierenden dürfte der Anteil der Erwerbstätigen noch höher als unter den

[66] Der Anteil der in der Studienzeit regelmäßig oder vorwiegend erwerbstätigen Studierenden belief sich im Studienjahr 1999/2000 auf 32 Prozent, jener der gelegentlich Erwerbstätigen auf 59 Prozent ; vgl. Statistik Austria: Hochschulstatistik 2000/01, Wien 2002, S. 274.

Abschlüssen sein, da die Ausstiegswahrscheinlich bei Doppelbelastung höher als bei Vollzeitstudierenden ist.[67]

Eine Verbesserung könnten flexible Bildungszeiten für Berufstätige sowie die Erprobung erwachsenenbildungsgerechter didaktischer Ansätze (mit Präsenz- und Fernlehre) unter Einsatz IT-gestützter Lehr- und Lernformen bringen. Diese können sich sowohl auf erste Graduierungen als auch auf konsekutiv aufbauende Spezialisierungen – im forschungsorientierten oder in anderen Sektoren – beziehen und bilden eine Herausforderung der akademischen Erwachsenenbildung der nächsten Jahre. Der Kompetenz- und Erfahrungspool der Berufstätigen in technischen Berufen mit oft weitreichenden formal und non-formal erworbenen fachlichen Vorkenntnissen könnte dabei stärker genutzt und anerkannt werden.

Attraktive Promotions- und Forschungsstellen

Der traditionelle Königsweg zur Forschung war das Doktorat, funktional primär aber im universitären Forschungssektor. Im Unternehmenssektor ist der Unterschied des schwerpunktmäßigen Einsatzes in F&E zwischen Promovierten und Diplomierten eher gering (49 zu 39 Prozent; siehe Tabelle I-2-1a). An den Hochschulen ist die Promotion aber *Qualifikationsschiene* für Lehre und Forschung und damit ein wesentlicher *Multiplikator* im Aufbau von technischem Humankapital – für beide Hochschularten, nicht nur die Universitäten, sondern auch die Fachhochschulen.

Der jährliche Output an Doktoren der Ingenieur- oder der Naturwissenschaften ist im längerfristigen Zeitvergleich in Österreich deutlich gestiegen: von unter 400 auf über 800 Abschlüsse. In den letzten Jahren ist der Zuwachs aber nur noch sehr gering, in den technischen Studien ist keine Steigerung mehr zu konstatieren; die Zahl der Montanistik-Doktorate ist rückläufig (siehe nachfolgende Tabelle). Man kann – anhand der

[67] Aufgrund der niedrigeren Erfolgswahrscheinlichkeit studierender Erwerbstätiger gegenüber vollzeitlich Studierenden reduziert sich ihr Anteil unter den Absolventen. Siehe dazu: Arthur Schneeberger: Studienerfolg und Studienabbruch in wirtschaftsnahen Studienrichtungen (=ibw-Schriftenreihe Nr. 85), Wien, 1991, S. 21ff. sowie: Franz Kolland: Studienabbruch: Zwischen Kontinuität und Krise. Eine empirische Untersuchung an Österreichs Universitäten, Wien, 2002, S. 56f.

Zahlen über die letzten statistisch dokumentierten Jahrgänge - davon ausgehen, dass mit Abstand mehr Diplomabsolventen/innen der Naturwissenschaften einen Doktoratsabschluss erreichen (etwa 30 Prozent im Verhältnis zu den Diplomabschlüssen des gleichen Jahrgangs) als in den technischen Studien. In der Technik und der Bodenkultur ist diese Verhältniszahl um etwa 10 Prozentpunkte niedriger; dieser Rückstand fällt in den letzten Jahrgängen für die Montanwissenschaften noch stärker aus.

Das Wachstum der Doktoratsabschlüsse in technischen oder naturwissenschaftlichen Studien ist dabei nicht demografisch bedingt, sondern Effekt vermehrter Ausschöpfung von Begabungspotenzial. Aufgrund der mittleren faktischen Studiendauer bis zum Diplom und der Mindeststudiendauer bis zum Doktorat, kann man den Altersjahrgang der 30jährigen als näherungsweise Basis einer Prozentuierung heranziehen, welche den Stellenwert des technisch-naturwissenschaftlichen Doktorats seit Ende der 90er Jahre beleuchten soll. Der Anteil der Personen in Österreich, die ein Doktorat in technisch-naturwissenschaftlichen Studien erreichen, hat sich in wenig mehr als 10 Jahren von 0,3 Prozent und fast 0,7 Prozent des theoretisch vergleichbaren Altersjahrgangs erhöht.

TABELLE IV-3-1:
Zweitabschlüsse (Doktorate) in technischen oder naturwissenschaftlichen Fachrichtungen im Zeitvergleich

Fachrichtung	1988/89	1993/94	1998/99	1999/2000	2000/2001
Naturwissenschaften	91	227	245	296	316
Technische Studien	223	374	405	384	405
Montanwissenschaften	18	29	41	17	24
Bodenkultur	34	74	74	84	96
Gesamt	366	704	765	781	841
Altersjahrgang der 30jährigen als Vergleichsbasis	120.503	146.689	139.781	133.160	127.790
Doktorate in Prozent	*0,30*	*0,48*	*0,55*	*0,59*	*0,66*

Quelle: Statistik Austria; eigene Berechnungen

Im internationalen Vergleich sind nur Daten zur allgemeinen Promotionsquote, also ohne fachliche Differenzierung, verfügbar. Die österreichische Promotionsquote in Relation zum theoretisch vergleichbaren Altersjahrgang liegt mit 1,4 Prozent *über* dem

OECD-Ländermittel von 1,0 Prozent. Allerdings weisen einige im Hinblick auf technologische Innovation relevante Benchmarks in Europa höhere Promotionsquoten als Österreich auf, so Finnland mit 1,9 Prozent, Deutschland mit 2,0 Prozent, Schweden mit 2,5 Prozent und schließlich die Schweiz mit 2,6 Prozent.
Im forschungsorientierten Studium hat das Studium ausländischer Studierender Bedeutung im Hinblick auf den Zustrom, aber auch im Hinblick auf den Verbleib der promovierten Techniker/innen und Naturwissenschafter/innen im Lande. In Österreich ist der Ausländer/innenanteil im Promotionsstudium in technischen und naturwissenschaftlichen Studien deutlich höher als im Diplomstudium: So entfielen im letzten statistisch erfassten Absolventen/innenjahrgang nur 7 Prozent der Erstabschlüsse, aber 22 Prozent der Doktoratsabschlüsse auf Studierende mit nicht-österreichischer Nationalität.

Viele europäische Länder haben neben den traditionellen Universitäten „zweite Hochschultypen“ eingerichtet, die den wachsenden Studierquoten in Ausbildung und beruflichen Möglichkeiten durch *Diversifikation* gerecht werden sollen. Im Unterschied zum US-amerikanischen Ansatz einer „vertical university“ wird damit ein „binäres Hochschulsystem“ etabliert und mehr oder weniger deutlich durchgehalten.[68] Wesentliches institutionelles Demarkationskriterium ist dabei letztlich das Promotionsrecht. Das Promotionsrecht und seine institutionelle Sektoranlagerung erweisen sich damit in einem diversifizierten Hochschulsystem langfristig als entscheidende Gestaltungsvariable der Hochschulpolitik im Hinblick auf die übergreifende Entwicklung der technisch-naturwissenschaftlichen Forschung und Lehre und die Entfaltungsbedingungen des „zweiten Hochschultyps“ (Fachhochschulen, Berufsbildende Hochschulen, Polytechnics etc.). Im internationalen Wettbewerb um Begabungsressourcen im technisch-naturwissenschaftlichen Sektor, der ein erhebliches Ausmaß an Migration impliziert, empfiehlt es sich, durch attraktive Promotions- und Post-doc-Stellen im Spiel zu bleiben, um eine möglichst positive Bilanz an Zu- und Abwanderung von technisch-naturwissenschaftlichen High Potentials sicherzustellen.

[68] Siehe dazu: Arthur Schneeberger: Universitäten und Arbeitsmärkte. Strukturelle Abstimmungsmechanismen im internationalen Vergleich, ibw-Schriftenreihe Nr. 113, Wien, 1999, S. 51ff.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Auftrag von IV, WKÖ, ÖGB, AK und des BM für Bildung, Wissenschaft und Kultur sowie des BM für Wirtschaft und Arbeit wurde eine Studie zum Thema „Innovation und Hochschulbildung: Chancen und Herausforderungen einer technisch-naturwissenschaftlichen Qualifizierungsoffensive für Österreich“ durchgeführt.

Die Studie des *ibw* beruht auf der Auswertung einer schriftlichen Befragung von F&E-betreibenden Unternehmen, die zu Trends im Qualifikationsbedarf nach Einsatzbereichen und Fachrichtungen sowie zu ihren Einschätzungen langfristiger technologiebezogener Chancen für die Hochschulabsolventen/innen sowie die Unternehmen befragt wurden. Außerdem wurden Analysen der amtlichen Statistiken zum Thema Hochschulzustrom und -abschlüsse und Beschäftigung von Technikern/innen und Naturwissenschaftern/innen in langfristiger Perspektive und differenziert nach Fachrichtungen durchgeführt.

Ausweitung des Anteils der Natur- und Ingenieurwissenschafter/innen in der Erwerbsbevölkerung von 0,7(1971) auf 1,7 Prozent (2002) – und 3,0 Prozent (2010)?

Die Zahl der berufstätigen Absolventen/innen technisch-naturwissenschaftlicher Studiengänge hat sich von knapp 21.400 im Jahr 1971 auf fast 34.600 im Jahre 1981 und 49.100 im Jahr 1991 erhöht. Derzeit kann man von etwa 66.000 Erwerbstätigen mit einschlägiger Qualifikation ausgehen. Dies bedeutet einen Anteilszuwachs genannter Qualifikationen von 0,9 Prozent 1971 auf 1 Prozent im Jahr 1981, 1,3 Prozent 1991 und 1,7 Prozent der Erwerbspersonen im Jahr 2002.

Im internationalen Vergleich ist nach wie vor von einem Rückstand bei den F&E-Ausgaben und in der Beschäftigung von Natur- und Ingenieurwissenschaftern/innen auszugehen. Der vollständigen Umsetzung des Regierungsziels der Anhebung der F&E-Quote auf 3,0 Prozent des BIP bis 2010 würde ein Anteil von rund 2,6 Prozent Absolventen/innen technisch-naturwissenschaftlicher Studiengänge (beider Hochschularten) im Jahr 2010 entsprechen.

Ausgeglichene Arbeitsmarktbilanz bei reiner Trendfortschreibung

Bei einer Trendfortschreibung des Ersatz- und Zusatzbedarfs an Natur- und Ingenieurwissenschaftern ist in den nächsten Jahren pauschal – ohne Differenzierung nach Fachrichtungsbereichen – mit einer ausgeglichenen Bilanz von Neubedarf und Neuangebot zu rechnen. Dies würde aber eine 25prozentige Substitution von Universitätsabsolventen/innen der Technik oder der Naturwissenschaften durch FH-Absolventen/innen der Technik voraussetzen.

Abhängig vom Ausmaß der Umsetzung des innovationspolitischen Ziels der Erhöhung der Forschungsausgaben sind Engpässe bei den Humanressourcen zu erwarten

Mit dem Grad der Umsetzung der innovationspolitischen Ziele der Regierung ist eine zunehmende Anspannung am Arbeitsmarkt der Natur- und Ingenieurwissenschafter/innen zu erwarten. Trotz der hypothetischen Annahme einer etwa 50prozentigen

Substitutionsmöglichkeit technisch-naturwissenschaftlicher Universitätsabsolventen/innen durch FH-Absolventen/innen würde sich bis 2010 eine jährliche Lücke von deutlich über 800 Neuabsolventen ergeben. Der gewaltige Sprung von 1,9 auf 3,0 Prozent der F&E-Ausgaben würde nicht nur in finanzieller Hinsicht ein relatives Wachstum von über 50 Prozent erfordern, sondern würde auch in organisatorischer und personeller Hinsicht das Erreichen anderer Niveaus bedeuten und damit neue Ansätze der hochschulischen Vorbildungs- und Karrieremöglichkeiten, der institutionellen Kooperationen (Uni, FH, außeruniversitäre Forschungsstätten und Unternehmen) und der nationalen und internationalen Rekrutierung nach sich ziehen müssen.

Bis zu welchem Grad kann die wachsende Zahl an Absolventen/innen der FH-Technikstudien den Rückgang von Universitätsabsolventen/innen der Technik *substituieren*? Es gibt formale Grenzen der Substituierbarkeit, z.B. in den technischen und naturwissenschaftlichen Lehrberufen an Schulen und Hochschulen. Unterschiedliche Vorbildungen schlagen sich auch in den beruflichen Einsatzbereichen im privaten Sektor nieder. Die Unternehmensbefragung von 2002/03 stützt die Annahme, dass wesentlich höhere Substitutionsspielräume in „Marketing, Vertrieb, Kundenbetreuung“ als im Einsatzbereich „Forschung und Entwicklung“ gegeben sind.

Die Frage der Vorbereitung der FH-Studierenden auf F&E-Aufgaben respektive der hierfür erforderlichen Ausstattung technischer FH-Studiengänge würde im Zuge der Umsetzung der innovationspolitischen Ziele akut. Zudem würden sich auch Fragen nach der Optimierung der Rahmenbedingungen internationaler Rekrutierung von F&E-Personal im Unternehmens- und im Hochschulsektor verstärkt stellen.

Qualifikationsmangel in den klassischen Ingenieurwissenschaften

Mit den pauschalen Angebots-/Bedarfsschätzungen sind aber die Disparitäten in einzelnen Fachrichtungen nicht ausreichend erfasst. Aufgrund der Entwicklung der Anfänger/innenzahlen einerseits und der Aussagen der Unternehmen zu Problemen bei der Personalrekrutierung in den letzten 3 Jahren sowie zu Erwartungen für die nächsten Jahre andererseits, zeichnen sich deutliche Ungleichgewichte zwischen Qualifikationsnachfrage und Qualifikationsangebot ab.

Die rückläufigen Absolventen/innenzahlen in klassischen Ingenieurwissenschaften an den Universitäten bei gleichzeitig positiven mittel- und langfristigen Erwartungen der Unternehmen, deuten auf eine Mangelsituation am Arbeitsmarkt in diesen Sparten hin. Der rückläufige Zustrom zu den klassischen Ingenieurwissenschaften hängt a) mit demografischem Rückgang in den entsprechenden Altersjahrgängen, b) der Sogwirkung der Fachhochschulen und c) dem IKT-Studienanfänger/innenboom seit 1999/2000 zusammen.

In *klassischen Ingenieurdisziplinen*, für die von seiten der Unternehmen anhaltend hohe oder eher zunehmende Nachfrage artikuliert wurde, sind (aufgrund der rückläufigen Anfänger/innenzahlen) mittelfristig (in etwa 4 bis 5 Jahren) *deutliche Rückgänge bei den Universitätsdiplomen* zu erwarten: -22 Prozent Mechatronik, -32 Prozent Maschinenbau, -34 Prozent Elektrotechnik, -26 Montanistik (ohne Kunststofftechnik) und -48 Prozent Kunststofftechnik.

Aus dem Fachhochschulsektor kommen wachsende Absolventen/innenzahlen in der Fachgruppe „Automatisierungstechnik“ und „Elektronik“. Es ist aber fraglich, ob die starken Rückgänge bei den Neuabsolventen/innen durch FH-Absolventen/innen *in allen Einsatzbereichen* der Unternehmen unmittelbar substituiert werden können. Vor allem stellt sich diese Frage im Einsatzbereich F&E. Mittelbar könnte sich hierbei Bedarf an aufbauenden Lehrgängen für die FH-Absolventen/innen ergeben.

Technische Chemie und Kunststofftechnik: Alle einschlägigen Studien verlieren im vorhersehbaren Absolventen/innenoutput. Dem stehen aber keineswegs negative Erwartungen bezüglich zukünftigen Bedarfs seitens der Unternehmen gegenüber.
Technische Physik: Rückläufigen Absolventen/innenzahlen der Technischen Universitätsstudien stehen relativ günstige Einschätzungen der Unternehmen bezüglich Beschäftigung gegenüber.

Bauwesen: Mit Ausnahme der Studienrichtung „Wirtschaftsingenieurwesen-Bauwesen“ sind leicht rückläufige Absolventen/innenzahlen (Architektur allerdings mit stark rückläufigen Zahlen) festzustellen. Die Beschäftigungsaussichten erscheinen eher günstig. Aus dem FH-Sektor kommen neue technische berufliche Spezialisierungen innerhalb des Bausektors.

Im Unterschied zu den klassischen Ingenieurdisziplinen sind in der *Biologie und der Biotechnologie* wachsende Absolventen/innenzahlen zu verzeichnen. Trotzdem werden von den Unternehmen Schwierigkeiten bei der Suche nach geeignetem Personal in den letzten 3 Jahren mitgeteilt. Beim universitären Output der Biologie ist aber nur in einem Teilbereich mit technikbezogener Verwertbarkeit am Arbeitsmarkt zu rechnen (wofür auch relativ ungünstige Arbeitsmarktdaten sprechen). Es gibt zwei relativ neue Studienangebote, die technologisch und industriell von Bedeutung sein werden: Mikrobiologie (Universität) sowie Bio/Umwelttechnik (FH).

Vom Rückgang in den klassischen Ingenieurdisziplinen haben Studienangebote der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) in beiden Hochschularten (Uni + FH) am meisten profitiert. Alleine in der universitären Informatik ist 1 bis 2 Jahren mit einem Zuwachs von rund 90 Prozent in der jährlichen Absolventen/innenzahl aufgrund des erhöhten Zustroms seit Ende der 90er Jahre zu rechnen. Hinzu kommt eine Verfünffachung des IKT-Arbeitsmarktneuangebots aus FH-Studiengängen.

Ansätze der Förderung des technisch-naturwissenschaftlichen Potenzials

Für die Zukunft werden vor allem folgende Fragen zu diskutieren sein

- Positionierung der Fachhochschulen in der Forschungslandschaft
- Verbesserung der „Schnittstelle“ HTL-Hochschulen (im Rahmen der internationalen dreigliedrigen Graduierungsstandards)
- Studienangebote für Berufstätige (Bachelor – Master)
- und nicht zuletzt die Einrichtung attraktiver hochschulischer Promotions- und Postdoc-Stellen, um eine positive Brain-drain/Brain-gain Bilanz zu fördern.

LITERATURVERZEICHNIS

Austrian Research Centers Seibersdorf (ARCS) (Hrsg.): „Wissensbilanz 2000 – Wissen schafft Zukunft“, Wien, 2000.

Bauer, Karin/Messmann, Karl/Schiefer, Andreas: Forschung und experimentelle Entwicklung (F&E) im firmeneigenen Bereich 1998, in: Statistische Nachrichten, 2/ 2001, Wien.

BMBF-Bundesministerium für Bildung und Forschung: Die Fachhochschulen in Deutschland, Bonn, 4. überarbeitete Auflage, Februar 2003.

BMBWK: Hochschulbericht 2002, Band 1, Wien, 2002.

BMBWK: Hochschulbericht 2002, Band 2, Wien, 2002.

BMBWK: Statistische Taschenbücher, Wien, verschiedene Jahrgänge.

BMBWK: Österreichisches Positionspapier zum 6. EU Rahmenprogramm für Forschung und technologische Entwicklung 2002-2006, Wien. o.J.

BMBWK, BMVIT: Forschungs- und Technologiebericht 2001, Wien, Oktober 2001.

Böheim, Michael: Marktchancen für die österreichische Industrie, WIFO-Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung (Hrsg.), Wien, 1999.

Clement, Werner/Detter, Helmut/Fröhlich, Josef/Turnheim, Georg u.a.: Basiskonzept zur Umsetzung des Zieles „Wachstumsschub in der angewandten Forschung und Entwicklung durch Stärkung der außeruniversitären Forschung und Entwicklung“, Endbericht einer Studie im Auftrag des RFT und des BMVIT, Wien, 2002.

Detter, Helmut/Grünbacher, Herbert: Forschung und Entwicklung an Fachhochschulen, Website Fachhochschule Technikum Kärnten, http://www.fh-kaernten.ac.at/F&E_FH/, Villach, 2002.

Eurostat: Statistics on Science and Technology in Europe. Data 1985-1999, Luxemburg, 2001.

Eurostat: Science and technology in Europe – Statistical pocketbook. Data 1990-2000, Luxemburg, 2002.

Eurostat: Wissenschaft und Technologie in Europa – (Freitag, 23. 3. 2001), Eurostat Pressestelle (http://www.europa.eu.int/comm/eurostat).

Gassler, Helmut/Gruber, Markus/Leo, Hannes/Pohn-Weidinger, Simon/Polt, Wolfgang/ Schibany, Andreas: Innovationsbericht 2001, im Auftrag des BMWA-Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, Wien, 2002.

ITA-Institut für Technologiefolgenabschätzung der österreichischen Akademie der Wissenschaften: Delphi Report Austria, Wien, März 1998.

Kommission der Europäischen Gemeinschaften: Vorschlag für einen Beschluss des Europäischen Parlaments und des Rates über das mehrjährige Rahmenprogramm 2002-2006 der Europäischen Gemeinschaft im Bereich der Forschung, technologischen Entwicklung und Demonstration als Beitrag zur Verwirklichung des europäischen Forschungsraums, Brüssel, 21.2. 2001, Kom (2002) 94 endgültig.

Kolland, Franz: Studienabbruch: Zwischen Kontinuität und Krise. Eine empirische Untersuchung an Österreichs Universitäten, Wien, 2002.

Laafia, Ibrahim: Weiterer Anstieg der Beschäftigung in Hightech- und wissensintensiven Sektoren in der EU im Jahr 2001, in: Eurostat (Hrsg.): Statistik kurzgefasst, Thema 9, 4/2002.

Lassnigg, Lorenz/Unger, Martin/Pechar, Hans/Pellert, Ada/Westerheijden, Don F.: Evaluierung des Auf- und Ausbaus des Fachhochschulsektors. Grundlagen für Feedback, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur, Wien, 2003.

Mack, Ulrich/Pfenning, Uwe/Renn, Ortwin: Zur Zukunft technischer und naturwissenschaftlicher Berufe – Strategien gegen den Nachwuchsmangel, Stuttgart, 2002.

Maresch, Helfried: Die Forschung im Fachhochschul-Bereich in der Praxis. In: Prisching, Manfred/Lenz, Werner/Hauser, Werner (Hrsg.): Die wissenschaftliche Forschung in Österreich. Verlag Österreich, Wien, 2002.

Mayer, Sabine/Stampfer, Michael/Sturn, Dorothea: Grundkonzeption für ein F&E Fachhochschulprogramm – im Auftrag der Fachhochschulkonferenz; TIG-Technologie Impulse Gesellschaft (Hrsg.), Wien. 2001.

OECD: Wirtschaftsberichte - Österreich 1997, Paris, 1997.

OECD: Bildung auf einen Blick – OECD Indikatoren 1997, Paris, 1997.

OECD: Bildung auf einen Blick – OECD-Indikatoren 2001, Paris. 2001.

OECD: Lernen für das Leben. Erste Ergebnisse von PISA 2000, Paris, 2001.

OECD: Education at a Glance – OECD Indicators 2002, Paris. 2002.

Pfenning, Uwe/Renn, Ortwin/Mack, Ulrich: Zur Zukunft technischer und naturwissenschaftlicher Berufe, Stuttgart, 2002.

Pointner, Wolfgang/Polt, Wolfgang/Streicher, Gerhard: Identifikation von Stärkefeldern der österreichischen Industrie – Analyse einer FFF-Erhebung, Joanneum Research-InTeReg (Hrsg.), Wien, März 2001.

Regierungsprogramm der Österreichischen Bundesregierung für die XXII. Gesetzgebungsperiode.

Schmoch, Ulrich: Leistungsfähigkeit der deutschen Wissenschaft und Forschung im Vergleich - Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 5-2003, Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe, Februar 2003.

Schneeberger, Arthur: Studienerfolg und Studienabbruch in wirtschaftsnahen Studienrichtungen (=ibw-Schriftenreihe Nr. 85), Wien, 1991.

Schneeberger, Arthur: Universitäten und Arbeitsmärkte. Strukturelle Abstimmungsmechanismen im internationalen Vergleich, ibw-Schriftenreihe Nr. 113, Wien, 1999.

Schneeberger, Arthur (ed.): Engineering Education in the Non-university Sector – Austria, Denmark, Germany, Netherlands, Portugal and United Kingdom, ibw-Schriftenreihe Nr. 116, Wien, 2000.

Schneeberger, Arthur: Mittelfristige Perspektiven der technisch-gewerblichen Schulen in Österreich, ibw, Wien, März 2001.

Schneeberger, Arthur: Österreichs Quote hochqualifizierter Beschäftigter im internationalen Benchmarking – Ein Zähl-, Image- oder ein Substanzproblem?, in: Wirtschaftspolitische Blätter, hrsg. von der Wirtschaftskammer Österreich, 48. Jg., 4, Wien, 2001.

Scholtze, Elisabeth: Forschung und experimentelle Entwicklung in Österreich 1993 – 2002, in: Statistische Nachrichten 8/2002, Wien, 2002.

Statistik Austria: Hochschulstatistik 1999/2000, Wien 2001.

Statistik Austria: Hochschulstatistik 2000/01, Wien 2002.

Statistik Austria: Erhebung über Forschung und experimentelle Entwicklung, Wien, 1998.

Strack, Guido: Europa auf dem Weg zu einer wissensbasierten Gesellschaft: die Beiträge von Frauen und Männern, in: Eurostat: Statistik kurz gefasst, Thema 9 – 5/2003.

Wimmer, Petra: Die ersten Fachhochschul-AbsolventenInnen am Arbeitsmarkt. Ergebnisse österreichweiter Erhebungen (=ibw-Schriftenreihe Nr. 118), Wien, November, 2000.

WKÖ-Wirtschaftskammer Österreich, Sparte Industrie: Österreichs Industrie – Kennzahlen 2002, Wien, Juli 2002, S 32.